ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, 2001 г.

Обобщенный доклад

Вклад рабочих групп I, II и III
в подготовку Третьего доклада об оценке
Межправительственной группы экспертов по изменению климата

ВМО

ЮНЕП

Изменение климата, 2001 г.
Обобщенный доклад

Под редакцией:

Роберта Т. Уотсона
(Всемирный банк)

и
основной группы авторов

На основе проекта, подготовленного:

основной группой авторов
Даниель Л. Албриттон, Терри Баркер, Игорь А. Башмаков, Дэвид Григгс, Хабиба Джитай, Огунладе Дэвидсон, Освальдо Кансьяни, Ренате Крист, Ульрих Кубаш, Збигнев Кундевич, Мурари Лал, Нейл Леари, Кристофер Магадза, Джеймс Дж. Маккарти, Джон Ф.Б. Митчелл, Жозе Роберто Морейра, Мохан Мунасингхе, Ян Ноубл, Раджендра Пашаури, Барри Питток, Майкл Пратер, Ричард Г. Ричелз, Джон Б. Робинсон, Джаянт Сатае, Роберт Скоулз, Томас Стоукер, Нарасимхан Сундарараман, Роб Суорт, Томихиро Танигуши, Джоанна Хауз, Джон Хотон, Д. Чжоу и Стивен Шнайдер

всеми авторами МГЭИК

редакционной коллегией
Дэвид Дж. Доккен, Мария Ногер, Пауль ван дер Линден, Кэти Джонсон, Цзягуа Пань и студия дизайна «ГРИД-Арендал»

Изображение на обложке

Центр: Земля, изображенная в проекции, в центре которой находится Азия, – вид, полученный с помощью спектрорадиометра со средней разрешающей способностью (МОДИС) на борту спутника «ЕОС-Терра» Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА). Данные о поверхности суши собраны в масштабе 1 км в течение периода с мая по июнь 2001 года; облачный слой воспроизводится по данным, полученным с помощью датчиков «ЕОС-Терра», ГОЕС 8/12, ГМС-5 и «Метеосат 5/7»; данные о морском льде собраны за 8-дневный период с использованием данных МОДИС; для изображения поверхности использованы топографические данные, содержащиеся в Геологическом обзоре США. Изображение предоставлено «Рето Стокли», «Сайенс системс энд эпликейшинз, инк.», а также Лабораторией визуализации и анализа Центра космических полетов Годдарда в НАСА.

Справа: Дельта реки Лена, Республика Саха (Якутия), Россия; изображение получено с двух спутников «Лэндсат-7» в полдень 27 июля 2000 года. Снимок сделан Норвежским управлением картографии и «ГРИД-Арендал». Цветовая гамма получена в инфракрасном диапазоне для передачи «естественных цветов» для различных элементов ландшафта.

Снизу слева: «Вода в одну сторону» (Таиланд). Фотография предоставлена «Топхам/ЮНЕП/Варанум Чутчавантипакорн».

Вверху слева: «В поисках воды» (Индия). Фотография предоставлена «Топхам/ЮНЕП/П.К.Де»

Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад

Содержание

Вступление vii

Предисловие ix

Резюме для лиц, определяющих политику 1

Обобщенный доклад 41
- Вопрос 1 43
- Вопрос 2 49
- Вопрос 3 67
- Вопрос 4 91
- Вопрос 5 101
- Вопрос 6 113
- Вопрос 7 123
- Вопрос 8 143
- Вопрос 9 159

Резюме рабочих групп
- Рабочая группа I: Научные аспекты x-1
- Рабочая группа II: Последствия, адаптация и уязвимость y-1
- Рабочая группа III: Смягчение последствий z-1

Приложения 173
- A. Авторы и эксперты-рецензенты 174
- B. Глоссарий терминов 183
- C. Акронимы, сокращения и единицы 214
- D. Научные, технические и социально-экономические вопросы, выбранные Группой 217
- E. Перечень основных докладов МГЭИК 219

Вступление

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) была учреждена совместно в 1988 году Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП). В круг ее обязанностей в настоящее время входит:

- оценка имеющейся научной и экономической информации об изменении климата и его последствиях и о вариантах мер по смягчению последствий изменения климата и адаптации к нему;
- обеспечение, по соответствующим запросам, научных, технических и социально-экономических консультаций для Конференции Сторон (КС) Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН).

Со времени своего создания МГЭИК подготовила ряд докладов об оценках (1990, 1995 и 2001 годы), специальных докладов, технических документов и методологий, таких, как "Руководство по составлению национальных кадастров газов с парниковым эффектом", которые стали стандартными справочными материалами, широко используемыми лицами, определяющими политику, учеными и другими специалистами и студентами.

Настоящий обобщенный доклад завершает четырехтомный Третий доклад об оценке (ТДО). Особое внимание в нем уделяется вопросам, вызывающим озабоченность лиц, определяющих политику, в контексте статьи 2 РКИК ООН. К таким вопросам относится степень, в которой деятельность человека повлияла и повлияет в будущем на глобальный климат, последствия изменения климата для экологических и социально-экономических систем, а также существующие и прогнозируемые технические и программные возможности для решения проблемы изменения климата в результате антропогенной деятельности. В нем кратко рассматривается взаимосвязь между некоторыми многосторонними конвенциями в области охраны окружающей среды. Над его подготовкой трудились сотни экспертов из всех регионов земного шара, которые участвовали в прошлом и участвуют в настоящее время в деятельности МГЭИК. Как обычно, успешная подготовка МГЭИК данного доклада в первую очередь зависела от самоотверженности, энтузиазма и сотрудничества всех этих экспертов, работающих во многих различных, но взаимосвязанных областях знаний.

Мы пользуемся этой возможностью, чтобы выразить нашу сердечную признательность авторам и рецензентам всех докладов и технических документов МГЭИК, особенно ТДО. Мы благодарим также Бюро МГЭИК, секретаря МГЭИК д-ра Сундарарамана и сотрудников его секретариата, а также персонал групп технической поддержки трех рабочих групп. Мы выражаем признательность правительствам и организациям, которые внесли свой вклад в Целевой фонд МГЭИК и обеспечили поддержку экспертам наряду с другими видами помощи. Особенно успешной была деятельность МГЭИК по привлечению к своей работе многих экспертов из развивающихся стран и стран с переходной экономикой; Целевой фонд обеспечивает предоставление финансовой помощи для их поездок на совещания МГЭИК.

Мы благодарим Председателя МГЭИК д-ра Роберта Т. Уотсона за руководство работой по завершению ТДО.

Г.О.П. Обаси
Генеральный секретарь
Всемирной метеорологической организации

К. Тепфер
Исполнительный директор
Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде
и Генеральный директор
Отделения Организации Объединенных Наций в Найроби

Предисловие

Обобщенный доклад и подготовленное на его основе резюме для лиц, определяющих политику, представляет собой четвертую и последнюю часть Третьего доклада об оценке (ТДО) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). В интересах лиц, определяющих политику, и других сторон, а также в порядке ответа на вопросы, поставленные правительствами и согласованные впоследствии МГЭИК, в этом докладе сводится воедино информация, которая была утверждена и/или принята МГЭИК[i]. Он предназначен для оказания помощи правительствам в деле разработки, как на индивидуальной, так и на коллективной основе, соответствующих ответных мер по адаптации к угрозе изменения климата, вызванного деятельностью человека, и по смягчению его последствий.

Основу обобщенного доклада составляют главным образом исходные документы ТДО, подготовленные тремя рабочими группами МГЭИК, а также информация, взятая из предыдущих оценок МГЭИК, специальных докладов и технических документов. Он составлен в виде вопросов и ответов и состоит из двух частей: резюме для лиц, определяющих политику, и более объемного документа, содержащего обстоятельные ответы на каждый из вопросов, поставленных правительствами. В резюме для лиц, определяющих политику, делаются ссылки на соответствующие пункты указанного выше более объемного доклада, а в более объемном докладе содержатся, в свою очередь, ссылки на источник материала, на основе которого подготовлен данный ответ, т.е. на резюме для лиц, определяющих политику, и главы из ранее утвержденных и принятых материалов рабочих групп, подготовленных в порядке вклада в ТДО, и предыдущих докладов МГЭИК и технических документов (см. сопроводительную вставку с перечнем перекрестных ссылок).

Порядок утверждения резюме для лиц, определяющих политику, и принятия конечного варианта обобщенного доклада были официально приняты МГЭИК на ее пятнадцатой сессии в Сан-Хосе (Коста-Рика) 15-18 апреля 1999 года. Проект обобщенного доклада и его резюме для лиц, определяющих политику, был составлен группой ведущих авторов, которые занимались подготовкой ТДО, и представлен на рецензию правительствам, а также техническим специалистам и экспертам. Отрецензированные проекты были направлены правительствам в порядке окончательной рассылки до утверждения/принятия на восемнадцатой сессии МГЭИК в Уэмбли (Соединенное Королевство) 24-29 сентября 2001 года.

[i] См. описания терминов в документе “Procedures for the Preparation, Review, Approval, Acceptance, Adoption, and Publication of the IPCC Reports” по адресу: http://www.ipcc.ch

Обобщенный доклад включает девять имеющих отношение к политике вопросов:

- Вопрос 1 касается конечной цели Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, определение которой содержится в статье 2 (т.е. что представляет собой «опасное антропогенное воздействие на климатическую систему»), и создает основу для рассмотрения проблемы изменения климата в контексте устойчивого развития.
- Вопрос 2 содержит оценки и – там, где это возможно, – дает объяснение наблюдаемых изменений в климате и экологических системах после доиндустриальной эпохи.
- Вопросы 3 и 4 содержат оценки воздействия на климат будущих выбросов парниковых газов и прекурсоров сульфат-аэрозолей (в условиях отсутствия конкретных видов программных мер по смягчению последствий изменения климата), включая изменения режима изменчивости и экстремальных явлений, а также экологических и социально-экономических систем.
- Вопрос 5 содержит анализ явления инерции климатических и экологических систем, а также социально-экономических секторов, и ее влияния на работу по смягчению последствий и адаптации.
- Вопрос 6 содержит оценки краткосрочных и долгосрочных последствий стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов для климата, экологических систем и социально-экономических секторов.
- Вопрос 7 содержит оценки технологий, политики и стоимости краткосрочных и долгосрочных мер по смягчению последствий выбросов парниковых газов.
- Вопрос 8 содержит определение взаимодействий между изменением климата, другими экологическими вопросами и развитием.
- Вопрос 9 содержит резюме наиболее устойчивых выводов и ключевых неопределенностей.

Мы пользуемся этой возможностью, чтобы выразить благодарность:

- основной группе авторов, которые подготовили проект этого доклада и его окончательный вариант, проявив при этом старание и кропотливость в отношении каждой детали;
- другим членам Бюро МГЭИК, которые работали в качестве редакторов-рецензентов;
- членам групп ведущих авторов-координаторов и ведущих авторов рабочих групп, которые оказали содействие в подготовке первоначального проекта;
- руководителям и сотрудникам групп технической поддержки трех рабочих групп, особенно Дэвиду Доккену, Марии Ногер и Полю ван-дер-Линдену, за помощь, связанную с материально-техническим обеспечением и редактированием;

- руководителю и сотрудникам бюро ГРИД в Арендале (Норвегия), в особенности Филиппу Рекацевичу, за работу с группой авторов по графикам, содержащимся в обобщенном докладе;
- сотрудникам секретариата МГЭИК за выполнение бесчисленных административных задач.

Обобщенный доклад и подготовленное на его основе резюме для лиц, определяющих политику, публикуются в этом документе в качестве единого тома, содержащего резюме для лиц, определяющих политику, и технические резюме вкладов рабочих групп в ТДО, а также всеобъемлющий сводный глоссарий. Обобщенный доклад издан также на арабском, китайском, французском, русском и испанском языках, которые являются другими официальными языками МГЭИК. Обобщенный доклад издан также в виде отдельной публикации, а равно в виде отдельных брошюр, включающих резюме для лиц, определяющих политику, технические резюме и глоссарии соответствующих докладов рабочих групп. Полный английский текст всех четырех томов, входящих в Третий доклад об оценке, опубликован как в типографском, так и в цифровом варианте, при этом варианты, по которым можно вести поиск, имеются на СД-РОМ и по адресу: http://www.ipce.ch.

Р.Т. Уотсон
Председатель МГЭИК

Н. Сундарараман
Секретарь МГЭИК

Оценки МГЭИК, приведенные в обобщенном докладе

Вх.х	*Соответствующие пункты в базовом обобщающем докладе*
РГ I ТДО	*Вклад Рабочей группы I в подготовку Третьего доклада об оценке*
РГ II ТДО	*Вклад Рабочей группы II в подготовку Третьего доклада об оценке*
РГ III ТДО	*Вклад Рабочей группы III в подготовку Третьего доклада об оценке*
СДСВ	*Специальный доклад “Сценарии выбросов”*
СДЗИЗЛХ	*Специальный доклад “Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство”*
СДПТ	*Специальный доклад “Методологические и технические аспекты передачи технологии”*
СДАГА	*Специальный доклад “Авиация и глобальная атмосфера”*
РД РСУ	*Guidance Paper on Development, Equity and Sustainability*
IPCC ТР4	*Technical Paper on Implications of Proposed CO_2 Emissions Limitations*
IPCC ТР3	*Technical Paper on Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gases: Physical, Biological, and Socio-Economic Implications*
РГ II ВДО	*Вклад Рабочей группы II в подготовку Второго доклада об оценке*

РП	Резюме для лиц, определяющих политику
ТР	Техническое резюме
Р	Резюме
РД	Руководящий документ
ТД	Технический документ

Изменение климата, 2001 г.
Обобщенный доклад

Резюме для лиц, определяющих политику

Оценка Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Это резюме, утвержденное в деталях на XVIII пленарном совещании МГЭИК, состоявшемся в Уэмбли (Соединенное Королевство) 24-29 сентября 2001 года, представляет собой официально согласованное заключение МГЭИК по ключевым выводам и неопределенностям, содержащимся в материалах Рабочих групп, представленных в порядке вклада в подготовку Третьего доклада об оценке.

На основе проекта, подготовленного группой авторов в составе:

Роберт Т. Уотсон, Даниель Л. Албриттон, Терри Баркер, Игорь А. Башмаков, Дэвид Григгс, Хабиба Джитай, Огунладе Дэвидсон, Освальдо Кансьяни, Ренате Крист, Ульрих Кубаш, Збигнев Кундевич, Мурари Лал, Нейл Леари, Кристофер Магадза, Джеймс Дж. Маккарти, Джон Ф.Б. Митчелл, Жозе Роберто Морейра, Мохан Мунасингхе, Ян Ноубл, Раджендра Пашаури, Барри Питток, Майкл Пратер, Ричард Г. Ричелз, Джон Б. Робинсон, Джаянт Сатае, Роберт Скоулз, Томас Стоукер, Нарасимхан Сундарараман, Роб Суорт, Томихиро Танигуши, Джоанна Хауз, Джон Хотон, Д. Чжоу, Стивен Шнайдер и многие другие авторы и рецензенты МГЭИК.

Введение

В соответствии с решением, принятым на своей тринадцатой сессии (Мальдивские Острова, 22 и 25-28 сентября 1997 года), и другими принятыми впоследствии решениями, МГЭИК постановила:

- что обобщенный доклад следует включить в ее Третий доклад об оценке в качестве одной из его частей;
- что в обобщенном докладе будет произведено обобщение и объединение информации, содержащейся в Третьем докладе об оценке, которая имеет отношение к политике, но не носит предписывающий характер, а также во всех предыдущих докладах, утвержденных и принятых МГЭИК, в которых рассматривается широкий круг вопросов, имеющих отношение к политике, но не носящих предписывающий характер;
- что эти вопросы будут разработаны в консультации с Конференцией Сторон (КС) Рамочной конвенции об изменении климата Организации Объединенных Наций (РКИК ООН).

Следующие девять вопросов были разработаны на основе материалов, представленных правительствами, и утверждены МГЭИК на ее пятнадцатой сессии (Сан-Хосе, Коста-Рика, 15-18 апреля 1999 года).

Вопрос 1

B1

Каким образом научный, технический и социально-экономический анализ может содействовать определению того, что представляет собой опасное антропогенное воздействие на климатическую систему, о котором говорится в статье 2 Рамочной конвенции об изменении климата?

Естествознание, а также технические и гуманитарные науки могут обеспечить важнейшую информацию и данные, необходимые для принятия решений относительно того, что представляет собой "опасное антропогенное воздействие на климатическую систему". В то же время такие решения представляют собой субъективные оценки, разрабатываемые в ходе социально-политических процессов с учетом таких соображений, как развитие, справедливость и устойчивость, а также факторы неопределенности и риск. B1.1

Основные элементы, используемые для определения того, что представляет собой «опасное антропогенное воздействие», для разных регионов будут разными – в зависимости как от местной природы и последствий воздействия в результате изменения климата, так и от имеющегося у них адаптационного потенциала, позволяющего решать задачи, связанные с изменением климата, – и будут зависеть от способности принимать меры по смягчению последствий, поскольку в данном случае важное значение имеют как масштабы изменения, так и его темпы. В настоящее время какого-либо наиболее эффективного набора программных мер, которые можно было бы применить в универсальном масштабе, не существует; вместе с тем здесь важно учитывать как надежность различных программных мер по отношению к различным возможным сценариям развития мира, так и степень, в которой такие программные меры, конкретно ориентированные на климат, могут быть включены в более широкую политику в области устойчивого развития. B1.2

Третий доклад об оценке (ТДО) содержит оценку новых научных данных и фактов в качестве одного из исходных элементов, которые могут быть использованы лицами, определяющими политику, в ходе их работы по определению того, что представляет собой "опасное антропогенное воздействие на климатическую систему". Он содержит, во-первых, новые прогнозы в отношении будущих концентраций парниковых газов в атмосфере, глобальные и региональные тенденции изменений и темпы изменения B1.3-6

температурного режима, режима осадков и уровня моря, а также изменения в характере экстремальных климатических явлений. В нем также рассматриваются возможности резких и необратимых изменений в режиме циркуляции вод океана и крупнейших ледниковых покровов. Во-вторых, он содержит оценку биофизических и социально-экономических воздействий, обусловленных изменением климата, с точки зрения опасности для уникальных систем, находящихся под угрозой, связанной с экстремальными погодными условиями, распределения воздействий, совокупных воздействий и опасности крупномасштабных явлений со значительными последствиями. В-третьих, он содержит оценку потенциала достижения самых различных уровней концентрации парниковых газов в атмосфере посредством принятия соответствующих мер по смягчению и информацию относительно возможностей снижения уровня уязвимости за счет принятия мер по адаптации.

Общая схема изменения климата показывает динамику полного цикла взаимосвязанных причин и последствий по всем соответствующим секторам (см. рисунок РП-1). ТДО содержит новую информацию и данные, имеющие отношение к политике, по всем квадрантам рисунка РП-1. Крупный новый вклад со стороны Специального доклада “Сценарии выбросов” (СДСВ) состоит в изучении альтернативных путей развития и соответствующих тенденций выбросов парниковых газов, а ТДО содержит оценку

B1.7

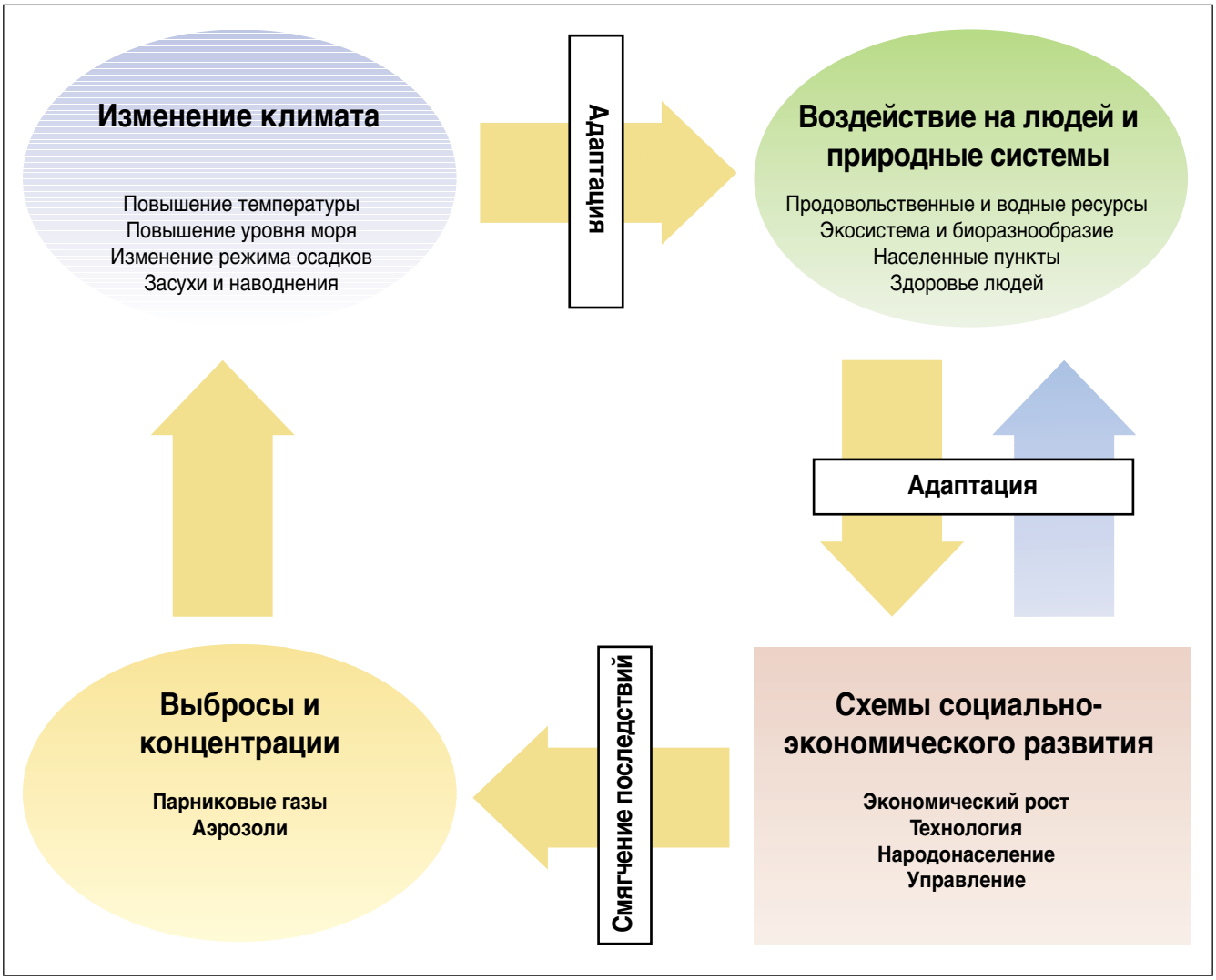


Рисунок РП-1: Изменение климата - общая схема. Схематическое и упрощенное изображение системы комплексной оценки в ходе рассмотрения антропогенного воздействия на изменение климата. Желтые стрелки показывают причинно-следственную связь между четырьмя квадрантами, изображенными на рисунке, а голубая стрелка указывает на реакцию общества на воздействие, обусловленное изменением климата. Развернутое описание этой системы см. в пояснении к рисунку 1-1.

B1 рисунок 1-1

предварительной работы по определению связи между адаптацией, мерами по смягчению последствий и схемами развития. Однако ТДО все же не дает полностью комплексной оценки изменения климата в связи с недостатком нужных сведений.

Принятие решений по проблематике изменения климата представляет собой в общем и целом последовательный процесс в условиях общей неопределенности. В процессе принятия решений необходимо учитывать различные факторы неопределенности, включая риск нелинейных и/или необратимых изменений, и находить нужный баланс между недостаточными или чрезмерными действиями, а также тщательно учитывать последствия (как экологические, так и экономические), вероятность их возникновения и отношение общества к возможному риску.

B1.8

Проблема изменения климата является одним из элементов более крупной проблемы устойчивого развития. В результате этого политика в области климата может быть более эффективной, если она будет включаться в последовательном порядке в более широкие стратегии, направленные на придание национальным и региональным схемам развития более устойчивого характера. Это объясняется тем, что воздействие изменчивости и изменения климата, мер реагирования на изменение климата и связанное с этим социально-экономическое развитие будут так или иначе сказываться на способности стран решать задачи по достижению устойчивого развития. И напротив, работа по решению этих задач будет, в свою очередь, сказываться на возможностях принятия мер, связанных с изменением климата, и их успешной реализации. В частности, социально-экономические и технологические характеристики различных схем развития будут оказывать существенное воздействие на выбросы, темпы и масштабы изменения климата, последствия изменения климата, адаптационный потенциал и способность принимать меры по смягчению последствий.

B1.9-10

ТДО содержит оценку имеющейся информации о сроках, возможностях, издержках, выгодах и последствиях реализации различных вариантов смягчения последствий и адаптации. Он указывает на то, что у всех стран, действующих как в индивидуальном порядке, так и в сотрудничестве с другими, есть возможности снизить расходы по смягчению последствий и адаптации и обеспечить выгоды, связанные с достижением устойчивого развития.

B1.11

Вопрос 2

B2

Каковы доказательства, причины и последствия изменений климатической системы Земли, произошедших с начала доиндустриальной эпохи?

(a) Изменялся ли климат Земли с начала доиндустриальной эпохи на региональном и/или глобальном уровне? Если изменялся, то какую часть наблюдаемых изменений, если таковые есть, можно отнести на счет антропогенного воздействия и какую часть - на счет природных явлений? Что лежит в основе такого отнесения?

(b) Что известно об экологических, социальных и экономических последствиях изменения климата, произошедших после доиндустриальной эпохи и особенно за последние 50 лет?

Совершенно очевидно, что климатическая система Земли изменялась после доиндустриальной эпохи как на глобальном, так и на региональном уровнях, причем некоторые из этих изменений следует отнести на счет антропогенной деятельности.

B 2.2

Антропогенная деятельность привела после доиндустриальной эпохи к повышению концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере. Атмосферная концентрация основных антропогенных парниковых газов (т.е. диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4),

B2.4-5

закиси азота (N_2O) и тропосферного озона (O_3)) достигла наивысшего зарегистрированного уровня в 90-е годы, что обусловлено, прежде всего, сжиганием ископаемых видов топлива, сельскохозяйственной деятельностью и изменениями в землепользовании (см. таблицу РП-1). Радиационное внешнее воздействие, обусловленное наличием антропогенных парниковых газов, является позитивным и характеризуется небольшим диапазоном неопределенности. Радиационное воздействие, обусловленное прямым воздействием аэрозолей, является негативным и более слабым; в то же время негативное внешнее воздействие, обусловленное косвенным действием аэрозолей на облака, возможно, является сильным, однако точному количественному определению не поддается.

Все большее и большее количество данных, полученных в ходе наблюдений, дает возможность нарисовать общую картину потепления климата Земли и других изменений климатической системы (см. таблицу РП-1). B2.6

В глобальном плане можно с весьма высокой степенью уверенности утверждать, что 90-е годы были самым теплым десятилетием, а 1998 год – самым теплым годом, как об этом свидетельствуют данные регистрации, полученные с помощью приборов (1861-2000 годы) (см. вставку РП-1). Повышение температуры поверхности в XX веке B2.7

Таблица РП-1 Изменения, произошедшие в атмосфере, климате и биофизической системе Земли в течение XX века.[a]

Показатель	***Наблюдаемые изменения***
Показатели концентрации	
Атмосферная концентрация CO_2	С 280 млн.$^{-1}$ за период с 1000 по 1750 год до 368 млн.$^{-1}$ в 2000 году (увеличение на 31 ± 4%).
Обмен CO_2 в земной биосфере	Кумулятивный источник выбросов в объеме приблизительно 30 Гт С в период с 1800 по 2000 год; в то же время в 90-е годы чистая абсорбция составила примерно 14 ± 7 Гт С.
Атмосферная концентрация CH_4	С 700 млрд.$^{-1}$за период с 1000 по 1750 год до 1 750 млрд.$^{-1}$ в 2000 году (увеличение на 151 ± 25%).
Атмосферная концентрация N_2O	С 270 млрд.$^{-1}$ за период с 1000 по 1750 год до 316 млрд.$^{-1}$ в 2000 году (увеличение на 17 ± 5%).
Тропосферная концентрация O_3	Увеличилась на 35 ± 15% в период с 1750 по 2000 годы; варьируется в зависимости от региона.
Стратосферная концентрация O_3	Снизилась в период с 1970 по 2000 год; варьируется в зависимости от высоты и широты.
Атмосферная концентрация ГФУ, ПФУ и SF_6	Увеличилась в глобальном масштабе в течение последних 50 лет.
Показатели погоды	
Средняя глобальная температура поверхности	Увеличилась на 0,6 ± 0,2°С в течение XX века; температура на суше повысилась больше, чем температура океана (*весьма вероятно*).
Температура на поверхности северного полушария	Увеличилась в течение XX века в большей степени, чем в течение любого другого века за последнюю тысячу лет; 90-е годы прошлого столетия оказались самым теплым десятилетием в этом тысячелетии (*вероятно*).
Диапазон дневной температуры на поверхности	Увеличился в период с 1950 по 2000 год на суше: темпы увеличения минимальных температур в ночное время превышали в два раза темпы увеличения максимальных дневных температур (*вероятно*).
Индекс жарких дней / жары	Увеличился (*вероятно*).
Индекс холодных / морозных дней	Снизился практически во всех районах суши в течение XX века (*весьма вероятно*).
Материковые осадки	Увеличились на 5%-10% в течение XX века в северном полушарии (*весьма вероятно*), хотя в некоторых регионах сократились (например в Северной и Западной Африке и некоторых районах Средиземноморья).
Случаи обильного выпадения осадков	Увеличились в средних и высоких широтах северного полушария (*вероятно*).
Частотность и суровость засухи	Увеличились масштабы аридизации в летнее время и связанная с нею распространенность засухи в ряде районов (*вероятно*). В отдельных регионах, таких, как некоторые части Азии и Африки, в последние десятилетия наблюдалось увеличение частотности и интенсивности засухи.

Таблица РП-1 Изменения, произошедшие в атмосфере, климате и биофизической системе Земли в течение XX века.[a]

Показатель	*Наблюдаемые изменения*
Биологические и физические показатели	
Глобальный и средний уровень моря	Увеличивался в среднем ежегодно на 1-2 мм в течение XX века.
Длительность ледостава на реках и озерах	Снизилась приблизительно на две недели в течение XX века в средних и высоких широтах северного полушария (*весьма вероятно*).
Протяженность и толщина льда арктических морей	В последние десятилетия стала тоньше на 40% в период с конца лета по начало осени (*вероятно*) и уменьшилась на 10-15% с 50-х годов прошлого столетия в весенний и летний периоды.
Неполярные ледники	Повсеместное отступление в течение XX века.
Снежный покров	Сократился по площади на 10% с момента введения в действие глобальной системы наблюдения с помощью спутников в 60-е годы (*весьма вероятно*).
Вечная мерзлота	Подтаяла, потеплела и деградировала в некоторых частях полярных, субполярных и горных районов.
Явления типа Эль-Ниньо	По сравнению с предыдущими ста годами в течение последних 20-30 лет стали более частыми, продолжительными и интенсивными.
Период роста	Удлинялся примерно на 1-4 дня за десятилетие в течение последних 40 лет в северном полушарии, в особенности в высоких широтах.
Границы произрастания растений и обитания животных	Сдвинулись в сторону полюса и вверх по высоте над уровнем моря в случае растений, насекомых, птиц и рыбы.
Размножение, цветение и миграция	Более раннее цветение, более ранний прилет птиц, более раннее наступление периода размножения и более раннее время появления насекомых в северном полушарии.
Обесцвечивание коралловых рифов	Частотность увеличилась, особенно в период явлений типа Эль-Ниньо.
Экономические показатели	
Экономические убытки, связанные с погодой	Масштабы глобальных убытков, скорректированных на инфляцию, в течение последних 40 лет увеличились (см. B2, рисунок 2-7). Эта наблюдаемая повышательная тенденция отчасти связана с социально-экономическими и отчасти с климатическими факторами.

[a] Эта таблица содержит примеры основных наблюдаемых изменений, перечень которых не является исчерпывающим. Она включает как изменения, относимые на счет изменения климата, вызванного антропогенной деятельностью, так и изменения, которые, возможно, вызваны естественными колебаниями или изменением климата, вызванным антропогенной деятельностью. Доверительные уровни указываются в тех случаях, в которых они были однозначно определены соответствующей Рабочей группой. В аналогичной таблице, содержащейся в обобщенном докладе, указаны перекрестные ссылки на доклады РГ I и РГ II.

в северном полушарии было, скорее всего, бульшим, чем в течение любого другого века за последнюю тысячу лет (см. таблицу РП-1). Нехватка данных за период до 1860 года по южному полушарию не дает возможности увязать нынешнее потепление с изменениями, которые произошли в течение последних тысячи лет. Изменения температуры в масштабах земного шара не следовали единообразной тенденции – они варьировались в зависимости от регионов и различных нижних слоев атмосферы.

B2.9-11

В настоящее время есть новые и более надежные данные, свидетельствующие о том, что наблюдавшееся в течение последних 50 лет потепление большей частью обусловлено деятельностью человека. В ходе исследований по обнаружению и объяснению различных явлений в климатических сводках за последние 35-50 лет постоянно обнаруживались данные, свидетельствующие о наличии антропогенного влияния. Эти исследования включают факторы неопределенности, связанные с внешним воздействием, обусловленным сульфат-аэрозолями антропогенного происхождения и природными факторами (вулканы и солнечное излучение), однако не учитывают воздействие других видов аэрозолей антропогенного происхождения и изменения в землепользовании. Внешнее воздействие сульфатов и природных факторов является негативным за этот период времени и не может являться причиной потепления; в то же время большинство из этих исследований обнаруживают, что в течение последних 50 лет предполагаемые темпы и масштабы потепления, обусловленные только увеличением выбросов парниковых газов, вполне сопоставимы с темпами и масштабами

Вставка РП-1	Заключение, касающееся доверительных уровней и вероятности.

В соответствующих случаях авторы Третьего доклада об оценке установили соответствующие доверительные уровни, которые представляют собой их коллективное суждение относительно достоверности того или иного вывода, сделанного на основе данных наблюдения, результатов моделирования и рассмотренных ими теоретических выкладок. В тексте обобщенного доклада и ТДО применительно к выводам РГ I используются следующие термины: *практически достоверно* (вероятность того, что вывод верен, составляет более 99%); *весьма вероятно* (вероятность 90-99%); *вероятно* (вероятность 66-90%); *средняя вероятность* (вероятность 33-66%); *маловероятно* (вероятность 10-33%); *весьма маловероятно* (вероятность 1-10%); и *практически невероятно* (вероятность менее 1%). Четко указанный предел неопределенности (±) представляет собой *вероятный* предел. Оценки доверительного уровня применительно к выводам РГ II являются: очень высокими (95% и выше), высокими (67-95%), *средними* (33-67%), *низкими* (5-33%) и *очень низкими* (5% и меньше). Доверительные уровни в отношении выводов РГ III не установлены.

B2 Вставка 2-1

наблюдаемого потепления или превышают их. Наиболее полное совпадение между результатами моделирования и наблюдения на протяжении последних 140 лет было обнаружено в тех случаях, когда все вышеупомянутые антропогенные и природные факторы внешнего воздействия действуют, как показано на рисунке РП-2, сообща.

B2.12-19

Изменения уровня моря, снежного покрова, масштабов ледяного покрова и режима осадков соответствуют закономерности потепления климата вблизи поверхности Земли. Примеры этих изменений включают более активный гидрологический цикл с более частыми случаями обильных осадков и изменениями в их режиме, повсеместное отступление неполярных ледников, повышение уровня моря и аккумулирование тепла океанами, а также уменьшение снежного покрова и сокращение масштабов ледяного покрова и его толщины (см. таблицу РП-1). Например, весьма вероятно, что потепление, которое произошло в XX веке, оказало значительное воздействие на наблюдаемое повышение уровня моря в результате теплового расширения морской воды и повсеместной убыли материкового льда. С учетом имеющихся факторов неопределенности результаты как наблюдения, так и моделирования однозначно указывают на то, что на протяжении XX века скорость повышения уровня моря была незначительной. Нет и подтвержденных изменений в общей площади ледяного покрова антарктических морей в период с 1978 по 2000 год. Кроме того, противоречивые результаты анализов и нехватка данных не позволяют оценить изменения в интенсивности тропических и внетропических циклонов и серьезных локальных штормовых явлений в средних широтах. Некоторые из наблюдаемых изменений носят региональный характер, а некоторые могут быть обусловлены скорее внутренними климатическими изменениями, внешним воздействием природных факторов или региональной деятельностью человека, нежели только глобальным воздействием антропогенной деятельности.

Наблюдаемые изменения в региональном климате сказались на многих физических и биологических системах, а также, по предварительным данным, на социально-экономических системах.

B2.20 и B2.25

B2.21-24

Произошедшие в последнее время региональные изменения климата, в частности повышение температуры, уже оказали определенное воздействие на гидрологические системы и земные и морские экосистемы в различных частях мира (см. таблицу РП-1). Наблюдаемые изменения в этих системах[1] носят относительно единообразный характер в самых разнообразных местах и/или регионах и соответствуют направлению ожидаемого воздействия региональных изменений температурного режима. Вероятность того, что наблюдаемые изменения в прогнозируемом направлении (без учета масштабов) могут произойти лишь только по воле случае, ничтожно мала.

B2.25-26

Увеличение социально-экономических издержек, связанных с ущербом, вызванным погодными условиями, и региональными колебаниями климата, предполагает

[1] На данный момент проведено 44 региональных исследования, охватывающих более 400 растений и животных, продолжительность которых варьировалась примерно от 20 до 50 лет и которые были проведены главным образом в Северной Америке, Европе и южной части полярного региона. Кроме того, проведено 16 региональных исследований, охватывающих около 100 физических процессов в большинстве регионов мира, продолжительность которых варьировалась приблизительно от 20 до 150 лет.

усиление подверженности климатическим изменениям. Предварительные данные дают основание сделать вывод о том, что произошедшее в последнее время увеличение масштабов наводнений и засух отрицательно сказалось на некоторых социально-экономических системах, что привело к увеличению экономических убытков в результате катастрофических погодных явлений. Однако в связи с тем, что на эти системы отрицательное воздействие оказывает также изменение социально-экономических факторов, таких, как изменение демографической структуры населения и изменения в землепользовании, количественно определить воздействие, обусловленное изменением климата (в силу антропогенного или природного воздействия) и социально-экономическими факторами, трудно.

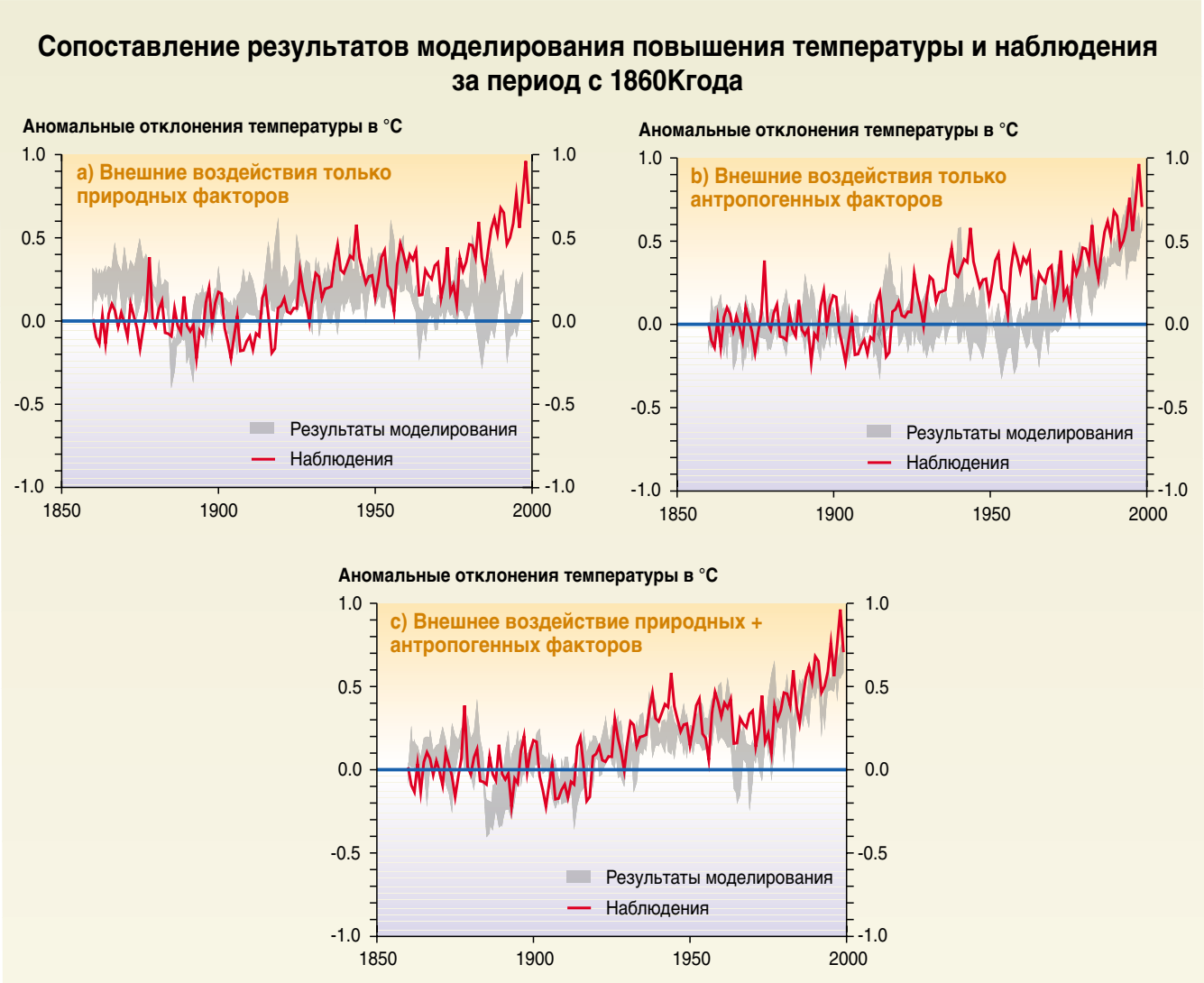


Рисунок РП-2: Моделирование изменений температуры Земли (°C) и сопоставление полученных результатов с результатами изменений, определенных на основе замеров, может дать представление о причинах, лежащих в основе важнейших изменений. Для моделирования изменений температуры, которые вызваны как природными, так и антропогенными причинами, можно использовать соответствующую климатическую модель. Результаты моделирования, представленные полосой на графике (a), были получены с использованием внешнего воздействия только природных факторов - вариации солнечного излучения и вулканической деятельности. Результаты, изображенные в виде полосы на графике (b), были получены с использованием внешнего воздействия антропогенных факторов - парниковых газов и предполагаемого воздействия сульфат-аэрозолей. И наконец, результаты, изображенные в виде полосы на графике (c), были получены с использованием внешнего воздействия как природных, так и антропогенных факторов. Из графика (b) можно видеть, что включение внешнего воздействия антропогенных факторов позволяет правдоподобно объяснить существенную часть наблюдаемых изменений температуры в течение последнего века, однако наиболее полное совпадение с результатами наблюдений получено на графике (c), где учтены как природные, так и антропогенные факторы. Эти результаты показывают, что включенное в расчеты внешнее воздействие достаточно достоверно объясняет наблюдаемые изменения, но не исключает при этом возможности того, что эти изменения были частично обусловлены какими-то другими внешними воздействиями.

B2 рисунок 2-4

Вопрос 3

B3

Что известно о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях через 25, 50 и 100 лет, ассоциируемых с выбросами парниковых газов в некотором диапазоне, заложенном в сценариях, использованных в ТДО (прогнозы, которые предполагают отсутствие программных мер вмешательства в связи с изменением климата)?

По возможности, оценить:
- прогнозируемые изменения атмосферных концентраций, климата и уровня моря;
- воздействия и экономические расходы и выгоды, обусловленные изменением климата и состава атмосферы, с точки зрения здоровья людей, разнообразия и продуктивности экологических систем и социально-экономических секторов (в особенности сельского хозяйства и водопользования);
- ряд вариантов по адаптации, включая расходы, выгоды и задачи;
- вопросы развития, устойчивости и справедливости, связанные с воздействием и адаптацией на региональном и глобальном уровнях.

Согласно прогнозам, полученным на основе всех сценариев выбросов МГЭИК, концентрации диоксида углерода, средняя температура поверхности Земли в глобальном масштабе и уровень моря должны в XXI веке увеличиться[2].

B3.2

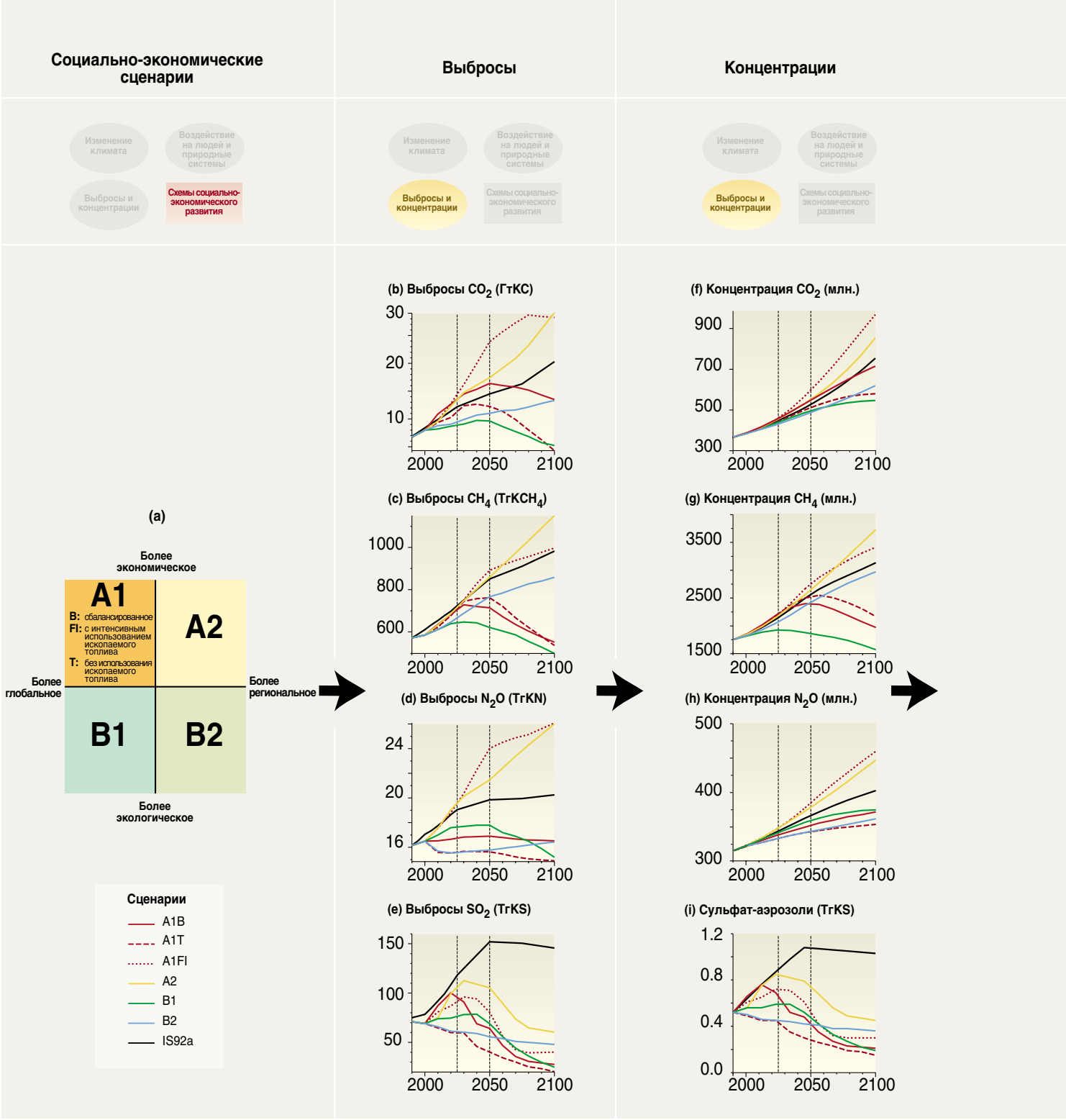
Для шести иллюстративных сценариев выбросов, изложенных в СДСВ, прогнозируемая концентрация CO_2 в 2100 году будет составлять 540-970 млн.$^{-1}$ против приблизительно 280 млн.$^{-1}$ в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368 млн.$^{-1}$ в 2000 году. Различные социально-экономические допущения (демографические, социальные, экономические и технологические) дают различные уровни выбросов парниковых газов и аэрозолей в будущем. Дальнейшие факторы неопределенности, прежде всего касающиеся устойчивости нынешних процессов абсорбции (поглотителей углерода) и масштабов воздействия климата на земную биосферу, обуславливают колебания концентрации в 2100 году в пределах от –10 до +30% по каждому сценарию. В этой связи общие пределы составляют 490-1260 млн.$^{-1}$ (75-350% по сравнению с концентрацией 1750 года (в доиндустриальную эпоху)). Концентрации основных парниковых газов, кроме CO_2, в 2100 году прогнозируются в широком диапазоне по всем шести иллюстративным сценариям, содержащимся в СДСВ (см. рисунок РП-3).

B3.3-5

Рисунок РП-3: Различные социально-экономические допущения, на которых строятся сценарии СДСВ, обуславливают различные уровни будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей. Эти выбросы в свою очередь приводят к изменению концентрации этих газов и аэрозолей в атмосфере и, как следствие, к изменению радиационного внешнего воздействия на климатическую систему. Радиационное воздействие, предусмотренное в сценариях СДСВ, обуславливает прогнозируемое повышение температуры и уровня моря, что в свою очередь вызывает соответствующие воздействия. Сценарии СДСВ построены без учета дополнительных инициатив, связанных с изменением климата, и без указания степени вероятности наступления тех или иных событий. Поскольку сценарии СДСВ были получены практически накануне подготовки ТДО, приведенные здесь оценки воздействий разработаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например 2xCO_2), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). В свою очередь воздействие может отрицательно сказаться на схемах социально-экономического развития в результате, например, принятия мер по адаптации и смягчению последствий. Выделенные элементы в верхней части рисунка иллюстрируют взаимосвязь между различными аспектами и комплексной схемой оценки, используемой для анализа изменения климата (см. рисунок РП-1).

B3 рисунок 3-1

[2] Прогнозируемые изменения степени изменчивости климата, экстремальные явления и резкие/нелинейные изменения рассматриваются в вопросе 4.



A1FI, A1T и A1B

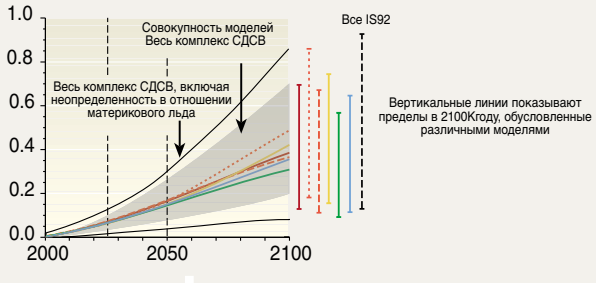
Группа сценариев и сюжетных линий развития A1 описывает будущий мир, характеризующийся весьма быстрыми темпами экономического роста, численностью глобального населения, пик которого приходится на середину столетия и которое затем постепенно сокращается, и быстрыми темпами внедрения новых и более эффективных технологий. Основными направлениями является сглаживание различий между регионами, создание потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей, а также существенное сокращение региональных различий в доходе на душу населения. Группа сценариев A1 подразделяется на три подгруппы, которые описывают альтернативные направления технологических изменений в системе энергетики. Эти подгруппы отличаются друг от друга технологической направленностью: интенсивное использование ископаемых видов энергии (A1FI), использование источников энергии, помимо ископаемых видов топлива (A1T), или сбалансированное использование всех источников (A1B) (где сбалансированность определяется как не слишком интенсивное использование какого-либо одного конкретного источника энергии при условии, что работа по совершенствованию всех технологий энергоснабжения и конечного использования проводится в одинаковой степени).

Внешнее радиационное воздействие

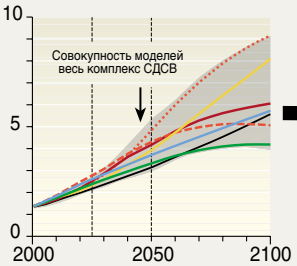
Изменение температуры и уровня моря

Причины для беспокойства

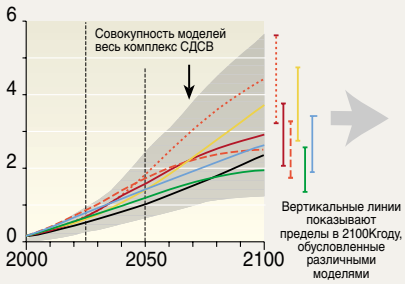
(l) Повышение уровня моря (м)



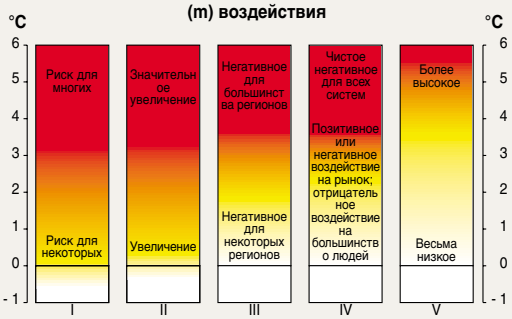
(j) Радиационное внешнее воздействие (Втм$^{-2}$)



(k) Изменение температуры (°C)



Причины для беспокойства (m) воздействия



I Риск для уникальных систем и систем, находящихся под угрозой
II Риск в результате экстремальных климатических явлений
III Распределение воздействий
IV Совокупное воздействие
V Риск в результате будущих крупномасштабных нарушений

Сценарии

- A1B
- A1T
- A1FI
- A2
- B1
- B2
- IS92a

A2

Группа сценариев и сюжетных линий A2 описывает весьма разнообразные условия в мире. Основной момент заключается в опоре на собственные силы и сохранении местной самобытности. Коэффициенты рождаемости по регионам выравниваются очень медленно, что приводит к постоянному росту численности населения. Экономическое развитие ориентировано в первую очередь на уровне регионов, а экономический рост и технический прогресс в расчете на душу населения носит более разобщенный и медленный характер, нежели в случае других сюжетных линий.

B1

Группа сценариев и сюжетных линий B1 описывает условия развития мира с выравниванием характеристик при том же общем количестве населения, что и в случае сюжетной линии A1, пик роста которого приходится на середину столетия с последующим снижением, однако в условиях более быстрого изменения экономических структур в сторону экономики, ориентированной на обслуживание и информационные технологии, а также сокращение материалоемкости и внедрения чистых и ресурсоэффективных технологий. Акцент в этой группе сценариев сделан на глобальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости, включая укрепление справедливости, но без дополнительных инициатив, связанных с изменением климата.

B2

Группа сценариев и сюжетных линий B2 описывает условия развития мира, в котором акцент сделан на локальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно растущей численностью общего населения Земли, темпы которого ниже, чем в случае A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрым и более разнообразным техническим прогрессом, чем в случае сюжетных линий B1 и A1. Хотя этот сценарий также ориентирован на защиту окружающей среды и повышение социальной справедливости, он, тем не менее, ограничивается главным образом местным и региональным уровнями.

Прогнозы, рассчитанные на основе сценариев выбросов, содержащихся в СДСВ, в соответствии с целым рядом моделей изменения климата, свидетельствуют о повышении средней температуры поверхности Земли в глобальном масштабе в пределах от 1,4 до 5,8°С в период с 1990 по 2100 год. Это приблизительно в двадесять раз выше средней величины потепления, наблюдавшегося в течение XX века, причем прогнозируемые темпы потепления вполне могут оказаться, если исходить из палеоклиматических данных, самыми высокими, по крайней мере, за последние 10 000 лет. По этим прогнозам, повышение температуры будет более существенным по сравнению с прогнозами, содержащимися во Втором докладе об оценке (ВДО), в соответствии с которыми оно должно составлять, согласно шести сценариям IS92, 1-3,5°С. Более высокие прогнозируемые температуры и более широкий диапазон обусловлены в первую очередь более низким прогнозируемым уровнем выбросов двуокиси серы (SO_2) в сценариях, содержащихся в СДСВ, по сравнению со сценариями IS92. В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое увеличение составит 0,4-1,1°С и 0,8-2,6°С соответственно. К 2100 году диапазон изменения температуры поверхности в соответствии с различными климатическими моделями для одного и того же сценария выбросов сопоставим с диапазоном, рассчитанным на основе различных сценариев выбросов для одной климатической модели. Из рисунка РП-3 ясно, что содержащиеся в СДСВ сценарии, предусматривающие самые высокие уровни выбросов, предполагают самое большое прогнозируемое повышение температуры. Вполне вероятно, что температура во всех районах суши будет выше, чем эти глобальные средние показатели, в особенности в северных высоких широтах в зимнее время.

B3.6-7 и B3.11

Глобальный среднегодовой уровень осадков в XXI веке должен, по прогнозам, увеличиться, хотя в региональном масштабе прогнозируется как увеличение, так и уменьшение, в общем и целом, на 5-20%. Вполне вероятно, что уровень осадков увеличится в регионах, расположенных в высоких широтах, как в летнее, так и в зимнее время. Увеличение также прогнозируется в средних широтах северного полушария, тропической Африке и Антарктике в зимнее время и в южной и восточной части Азии в летнее время. Что касается Австралии, Центральной Америки и южной части Африки, то, по прогнозам, уровень осадков в зимнее время в виде дождя будет постоянно снижаться. Вполне вероятно, что в большинстве районов, в которых прогнозируется увеличение среднего уровня осадков, будут наблюдаться более широкие годовые колебания в режиме осадков.

B3.8 и B3.12

Ледники, по прогнозам, будут постоянно отступать в течение всего XXI века. Снежный покров, вечная мерзлота и площадь морских льдов в северном полушарии будет, по прогнозам, сокращаться и впредь. Предполагается, что антарктический ледяной покров будет увеличиваться, в то время как ледяной покров Гренландии будет скорее всего уменьшаться (см. вопрос 4).

B3.14

Глобальный средний уровень моря в период с 1990 по 2100 год, должен, по прогнозам, повыситься в пределах 0,09-0,88 м в соответствии со всеми сценариями, содержащимися в СДСВ, но с учетом значительных региональных колебаний. Это повышение обусловлено в первую очередь тепловым расширением океанов и таянием ледников и ледяных шапок. В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое повышение составит 0,03-0,14 м и 0,05-0,32 м соответственно.

B3.9 и B3.13

Прогнозируемое изменение климата будет оказывать благотворное и отрицательное влияние как на экологические, так и на социально-экономические системы, однако чем больше будут изменения и темпы изменений климата, тем сильнее будут проявляться отрицательные последствия.

B3.15

Отрицательные последствия будут более сильными в случае более существенных суммарных выбросов парниковых газов и связанного с этим изменения климата (*средний доверительный уровень*). Если в случае небольшого изменения климата можно прогнозировать его благотворное воздействие на некоторые регионы и сектора, то это воздействие, как ожидается, будет уменьшаться по мере увеличения масштабов изменения

B3.16

климата. И напротив, многие прогнозируемые отрицательные последствия должны, по прогнозам, усилиться как с точки зрения масштабов, так и интенсивности с повышением степени изменения климата. Что касается проявления отрицательных последствий по регионам, то, в соответствии с прогнозами, они будут превалировать во многих районах мира, но в особенности в тропиках и субтропиках.

В общем и целом, изменение климата должно, по прогнозам, привести к увеличению опасности для здоровья людей, прежде всего в группах населения с более низким уровнем дохода, преимущественно в тропических/субтропических странах. Изменение климата может оказать прямое отрицательное воздействие на здоровье людей (например снижение стресса под воздействием холода в странах с умеренным климатом, но увеличение стресса под воздействием жары, гибель людей в результате наводнений и штормов) и косвенное воздействие в результате изменения в распространенности переносчиков болезней (например комаров),[3] патогенных микроорганизмов, являющихся переносчиками болезней посредством воды, а также в результате изменения качества воды, качества воздуха и наличия и качества продовольствия (*средний – высокий доверительный уровень*). Фактическое воздействие на здоровье будет в значительной мере зависеть от местных экологических условий и социально-экономических обстоятельств, а также от комплекса социальных, институциональных, технологических и поведенческих мер по адаптации, принятых в целях сокращения всех видов опасностей для здоровья.

B3.17

В результате изменения климата и повышения уровня моря изменится экологическая продуктивность и биоразнообразие с сопутствующим увеличением опасности исчезновения некоторых уязвимых видов (*высокий – средний доверительный уровень*). Как ожидается, произойдет существенное нарастание случаев нарушений функционирования экосистем в результате таких негативных явлений, как пожары, засуха, нашествие вредителей, инвазия чужеродных видов, штормы и обесцвечивание кораллов. Когда стрессы, вызванные изменением климата, действуют на экологические системы одновременно с другими стрессами, они создают угрозу нанесения значительного ущерба или полного разрушения некоторых уникальных систем и вымирания некоторых находящихся под угрозой видов. Эффект увеличения концентрации CO_2 приведет к повышению чистой первичной продуктивности растений, однако климатические изменения и изменения в закономерности нарушений, связанных с этими изменениями, могут привести либо к увеличению, либо к снижению чистой продуктивности экосистем (*средний доверительный уровень*). Некоторые глобальные модели позволяют предположить, что чистая абсорбция углерода земными экосистемами в первой половине XXI столетия будет повышаться, затем стабилизируется или начнет снижаться.

B3.18-20

Модели производства зерновых культур показывают, что в некоторых районах с умеренным климатом потенциальный сбор урожая увеличится в случае небольшого увеличения температуры, но снизится в случае значительных температурных изменений (*средний – низкий доверительный уровень*). В большинстве тропических и субтропических регионов потенциальный сбор урожая должен, по прогнозам, снизиться в случае всех прогнозируемых вариантов повышения температуры (*средний доверительный уровень*). В тех случаях, когда в субтропических и тропических системах неорошаемого земледелия также прогнозируется существенное снижение уровня осадков в виде дождей, урожай зерновых снизится даже в еще большей степени. Эти оценки разработаны с учетом некоторых мер по адаптации со стороны фермеров и благотворного воздействия в результате удобрения почвы за счет CO_2, однако без учета прогнозируемого увеличения масштабов нашествия вредителей и изменений в характере экстремальных климатических явлений. Способность животноводов адаптировать поголовье скота к физиологическим стрессам, обусловленным изменением климата, изучено плохо. По прогнозам, потепление на несколько (“a few”) ?C приведет к повышению цен на

B3.21

[3] Воздействие изменения климата на эти болезни было смоделировано в восьми исследованиях, в т.ч. в пяти по малярии и трех по тропической лихорадке. В семи из них использовался биологический подход или подход на основе физических процессов, в одном – эмпирический и статистический подход.

продовольствие в мировом масштабе и может создать опасность голода среди уязвимых групп населения.

Изменение климата приведет к обострению проблемы нехватки воды во многих районах мира со скудными водными ресурсами. Спрос на воду обычно увеличивается в силу увеличения численности населения и экономического развития, однако в некоторых странах снижается в связи с повышением эффективности использования. По прогнозам, изменение климата приведет к существенному снижению объема имеющихся водных ресурсов (как отражение прогнозируемого стока) во многих районах мира со скудными водными ресурсами, однако увеличится в ряде районов (*средний доверительный уровень*)

ВЗ.22

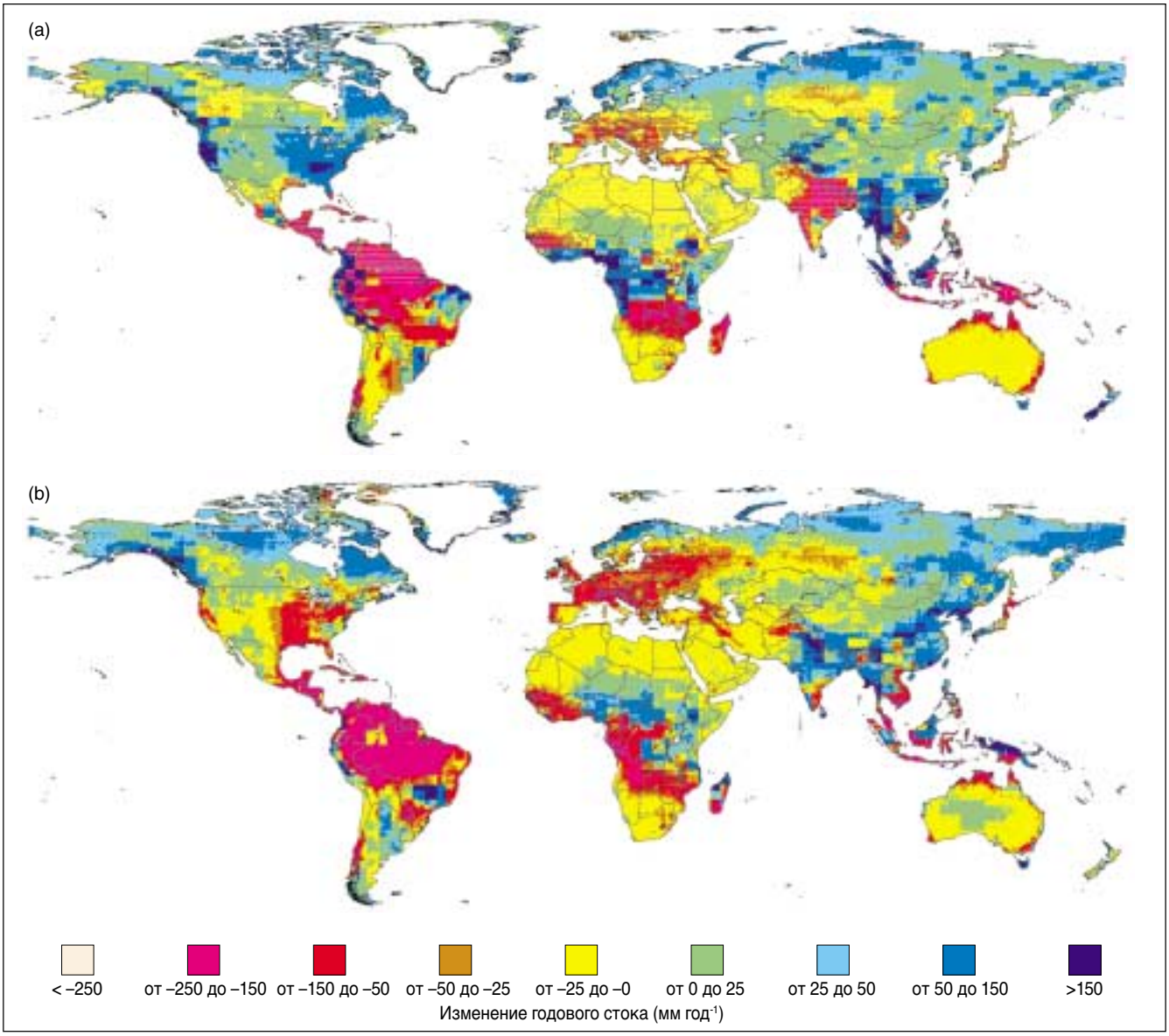


Рисунок РП-4: Прогнозируемые изменения среднего годового стока к 2050 году по сравнению со средним стоком за период с 1961 по 1990 год практически полностью совпадают с прогнозируемыми изменениями в режиме осадков. Изменения стока рассчитаны на основе гидрологической модели с использованием входных данных климатических прогнозов, полученных с помощью двух вариантов общей модели циркуляции в системе «атмосфера-океан» (AOGCM), разработанных Центром Хэдли для сценария, предусматривающего увеличение фактической концентрации CO_2 в атмосфере на 1% в год: a) усредненный вариант HADCM2 и b) HADCM3. Прогнозируемое увеличение стока в высоких широтах и юго-восточной части Азии и снижение в центральной части Азии, в районе Средиземноморья, южной части Африки и Австралии в общем и целом соответствует экспериментам, проведенным Центром Хэдли, и прогнозам в области осадков, рассчитанным на основе других экспериментов AOGCM. В случае других районов мира изменения режима осадков и стока зависят от сценария используемой модели.

ВЗ рисунок 3-5

(см. рисунок РП-4). Качество пресной воды, в общем и целом, будет снижаться в результате повышения температуры воды (*высокий доверительный уровень*), однако в некоторых районах это явление может быть компенсировано за счет увеличения потоков.

Совокупное воздействие на рыночный сектор, измеренное в виде изменения валового внутреннего продукта (ВВП), будет, по оценкам, негативным для многих развивающихся стран в случае всех проанализированных масштабов повышения средней глобальной температуры (*низкий доверительный уровень*) и как негативным, так и позитивным для развитых стран в случае потепления на несколько ("a few") °C (*низкий доверительный уровень*) и негативным в случае потепления на больше чем на несколько ("a few") градусов (*средний – низкий доверительный уровень*). Эти оценки разработаны, как правило, без учета воздействия изменений в системе изменчивости климата и экстремальных явлений, без учета воздействия различных темпов изменения климата, отчасти с учетом воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли, и на основе допущения, в соответствии с которым выгоды для одних компенсируются убытками для других. B3.25

Население, проживающее на небольших островах и/или в низинных прибрежных районах, подвержено особой опасности проявления отрицательных социально-экономических воздействий в результате повышения уровня моря и штормовых приливов. Многие населенные пункты будут подвержены повышенной опасности затопления и эрозии прибрежных зон, и десятки миллионов людей, проживающих в дельтах, низинных прибрежных районах и на небольших островах, столкнутся с угрозой выселения. Ресурсы, которые имеют жизненно важное значение для населения, проживающего на островах и в прибрежных районах, такие, как пляжи, пресноводные источники, рыболовные промыслы, коралловые рифы и атоллы, а также места обитания диких животных и произрастания диких растений также могут оказаться под угрозой. B3.23

Воздействия, обусловленные изменением климата, лягут непропорционально тяжелым бременем на развивающиеся страны и неимущие группы населения во всех странах и, тем самым, приведут к усилению неравенства с точки зрения охраны здоровья и доступа к адекватным продуктам питания, чистой воде и другим ресурсам. Население развивающихся стран, как правило, подвержено относительно высокой опасности воздействий, обусловленных изменением климата. Кроме того, нищета и действие других факторов приведут к снижению адаптационного потенциала в большинстве развивающихся стран. B3.33

Адаптация может привести к ослаблению отрицательных последствий изменения климата и зачастую может обеспечить вспомогательные выгоды, однако весь ущерб предотвратить не сможет. B3.26

В целях реагирования на изменения климата были определены многочисленные возможные варианты адаптации, которые могут привести к ослаблению отрицательных и усилению положительных последствий изменения климата, но которые связаны с расходами. Количественная оценка выгод и расходов и их изменение по регионам и субъектам деятельности не завершена. B3.27

Более существенное и более быстрое изменение климата может создать более значительные проблемы в плане адаптации и бульшую опасность ущерба, чем это может иметь место в случае менее значительного и более замедленного процесса изменения. Природные и антропогенные системы выработали соответствующий потенциал, позволяющий им противостоять изменчивости климата в определенном диапазоне, в пределах которого риск ущерба относительно невелик, а способность к восстановлению высока. Однако изменения в климатической системе, которые приводят к увеличению частотности явлений, не вписывающихся в исторический диапазон, в пределах которого системы могли противостоять изменениям, увеличивают опасность нанесения серьезного ущерба и неполного восстановления или разрушения системы. B3.28

Вопрос 4

B4

Что известно о воздействии повышенных атмосферных концентраций парниковых газов и аэрозолей и прогнозируемого изменения климата под воздействием антропогенной деятельности на региональном и глобальном уровне на:

a. частоту и амплитуду колебаний климата, включая его суточную, сезонную, межгодовую и десятилетнюю изменчивость, таких, как циклы южных колебаний типа Эль-Ниньо и другие явления;
b. продолжительность, локализацию, частотность и интенсивность экстремальных явлений, таких, как волны тепла, засухи, наводнения, ливневые дожди, лавины, штормы, смерчи и тропические циклоны;
c. опасность резких/нелинейных изменений, в частности в источниках и поглотителях парниковых газов, циркуляции вод океана и площади полярного льда и вечной мерзлоты; можно ли определить эту опасность количественно;
d. опасность резких или нелинейных изменений в экологических системах?

Прогнозами предусматривается усиление изменчивости климата и некоторых экстремальных явлений. B4.2-8

В соответствии с прогнозами, построенными на основе моделей, увеличение атмосферных концентраций парниковых газов приведет к усилению суточной, сезонной, межгодовой и десятилетней изменчивости климата. В настоящее время прогнозируется снижение диапазона дневных температур во многих районах, снижение дневной изменчивости температуры воздуха на поверхности Земли в зимнее время и увеличение дневной изменчивости в летнее время в материковых районах северного полушария. Согласно многим моделям, в тропических районах Тихого океана будут чаще возникать условия для таких явлений, как Эль-Ниньо. Что касается изменений в частотности и структуре естественных процессов циркуляции в системе «атмосфера-океан», таких, как североатлантическое колебание (САК), то единого мнения на этот счет нет. B4.3-8

В соответствии с прогнозами, построенными на некоторых моделях, повышение атмосферных концентраций парниковых газов приведет к изменению в частотности, интенсивности и продолжительности экстремальных явлений, таких, как увеличение числа жарких дней, волны тепла, явления, связанные с сильными осадками, и сокращение числа холодных дней. Многие из этих прогнозируемых изменений могут привести к повышению опасности наводнений и засух во многих регионах и обусловить преимущественно отрицательное воздействие на экологические системы, социально-экономические сектора и здоровье людей (более подробно см. в таблице РП-2). Исследования с применением моделей высокой разрешающей способности позволяют предположить, что пиковое значение силы ветра и интенсивность осадков, вызванных тропическими циклонами, может увеличиться в пределах некоторых районов. Что касается весьма мелкомасштабных экстремальных погодных явлений (например гроз, смерчей, града и молний), то в связи с недостатком информации прогнозировать их изменения трудно. B4.2-7

Внешнее воздействие парникового газа в XXI веке может привести к крупномасштабным, сильнодействующим, нелинейным и потенциально резким изменениям в физических и биологических системах в течение периода с начала ближайших десятилетий и до нескольких тысячелетий с вероятностью возникновения многочисленных связанных с этим явлений. B4.9

Таблица РП-2 Примеры изменчивости климата и экстремальных климатических явлений и примеры их воздействий (РГII ТДО, таблица РП-1).

Прогнозируемые изменения экстремальных климатических явлений и вероятности их возникновения в XXI веке	***Типичные примеры прогнозируемых воздействий[a] (высокий доверительный уровень возникновения всех явлений в некоторых районах)***
Повышение максимальных температур, увеличение числа жарких дней и приливов жары[b] в пределах практически всех материковых участков (*весьма вероятно*)	Увеличение распространенности летальных исходов и серьезных заболеваний в группах населения старшего возраста и среди неимущих слоев городского населения. Увеличение теплового стресса удомашнего скота и диких животных и растений. Изменение туристических направлений. Повышение опасности нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур. Повышение спроса на холодильное электрооборудование и снижение надежности энергоснабжения.
Повышение минимальных температур, снижение числа холодных дней, морозных дней и приливов холода в пределах практически всех материковых районов (*весьма вероятно*)	Снижение заболеваемости и смертности людей в связи с холодом. Снижение опасности нанесения ущерба одним сельскохозяйственным культурам и повышение опасности нанесения ущерба другим культурам. Расширение распространенности и усиление активности некоторых вредителей и переносчиков болезней. Снижение спроса на энергию для отопления.
Более интенсивные явления осадков (*весьма вероятно*, во многих районах)	Увеличение ущерба, связанного с наводнениями, оползнями, лавинами и селевыми потоками. Усиление эрозии почвы. Усиление стока паводковой воды может привести к подпитке грунтовых вод в поймах некоторых рек. Увеличение числа страховых требований к государственным и частным системам страхования ущерба от наводнений и спроса на помощь в чрезвычайных обстоятельствах.
Повышение степени летней аридизации в пределах большинства средних широт внутри континентов и связанной с этим опасности засухи (*вероятно*)	Снижение урожая сельскохозяйственных культур. Увеличение ущерба фундаментам зданий в результате усадки грунта. Снижение количества и качества водных ресурсов. Увеличение опасности лесных пожаров.
Увеличение пиковых значений силы ветра, средних и пиковых значений осадков в районе тропических циклонов (*вероятно*, в некоторых районах)[c]	Увеличение опасности для жизни людей, опасности эпидемий инфекционных заболеваний и многих других опасностей. Усиление эрозии прибрежных зон и ущерба сооружениям и инфраструктуре в прибрежных районах. Увеличение ущерба прибрежным экосистемам, таким, как коралловые рифы и мангровые леса.
Усиление засухи и наводнений, связанных с явлениями типа Эль-Ниньо, во многих различных районах (*вероятно*) (см. также позицию, касающуюся засух и сильных осадков)	Снижение продуктивности сельскохозяйственных и пастбищных угодий в регионах, подверженных засухе и наводнениям. Снижение гидроэлектрического потенциала в регионах, подверженных засухе.
Увеличение изменчивости режима осадков во время летних муссонов в Азии (*вероятно*)	Увеличение масштабов наводнений и засух и опасности ущерба в районах Азии с умеренным и тропическим климатом.
Увеличение силы штормов в средних широтах (нынешние модели не очень согласуются между собой)[b]	Увеличение опасности для жизни и здоровья людей. Увеличение числа случаев разрушения имущества и инфраструктуры. Увеличение ущерба прибрежным экосистемам.

[a] Эти воздействия можно ослабить путем принятия соответствующих мер реагирования.
[b] Данные взяты из технического резюме РГI ТДО (раздел F.5).
[c] Изменения в региональном распределении тропических циклонов возможны, однако не доказаны.

Некоторые из прогнозируемых резких/нелинейных изменений в физических системах и естественных источниках и поглотителях парниковых газов могут оказаться необратимыми, однако понять некоторые из процессов, лежащих в основе этих изменений, пока не удается. Вероятность прогнозируемых изменений, как ожидается, будет увеличиваться по мере увеличения темпов, масштабов и продолжительности изменений климата. Примеры этих видов изменений включают:

B4.10-16

- возможность крупных изменений, вызванных климатическими факторами, в составе почв и растительности, которые могут привести к дальнейшему изменению климата в результате эмиссии парниковых газов растениями и почвой и изменения характеристик поверхности (например альбедо);

- большинство моделей дают возможность предположить ослабление термохалинной циркуляции вод океана в результате пониженного переноса тепла в высокие широты Европы, однако ни одна из них не свидетельствует о возможности резкого прекращения этого явления к концу XXI века. Вместе с тем, согласно некоторым моделям, после 2100 года термохалинная циркуляция может полностью и, возможно, окончательно прекратиться и в том и в другом полушарии, если изменения в радиационном внешнем воздействии будут достаточно сильными и достаточно продолжительными;
- масса антарктического ледяного покрова в XXI веке может увеличиться, однако после устойчивого потепления ледяной покров может потерять значительную массу, в результате чего прогнозируемое повышение уровня моря в течение следующей тысячи лет может увеличиться на несколько метров;
- в противовес антарктическому ледяному покрову, масса ледяного покрова в Гренландии может в XXI веке уменьшится, что будет способствовать повышению уровня моря на несколько дополнительных сантиметров. Ледяной покров будет и впредь реагировать на потепление климата и способствовать повышению уровня моря в течение нескольких тысяч лет после стабилизации климата. Климатические модели показывают, что местное потепление в районе Гренландии, как представляется, в 1-3 раза превышает средний глобальный показатель. Модели изменения ледяного покрова позволяют сделать предположение о том, что местное потепление более чем на 3°C, если оно будет продолжаться в течение нескольких тысячелетий, может привести к практически полному таянию ледяного покрова Гренландии, в результате чего уровень моря поднимется приблизительно на 7 метров. Местное потепление примерно на 5,5°C, если оно будет продолжаться в течение тысячи лет, может привести к дополнительному увеличению уровня моря за счет ледников Гренландии на 3 метра;
- продолжающийся процесс потепления может обусловить таяние вечной мерзлоты в полярных, субполярных и горных районах и приведет к тому, что во многих случаях эти земли будут подвержены просадке и оползням, что отрицательно скажется на инфраструктуре, водотоках и водно-болотистых экосистемах.

Изменения климата могут привести к опасности резких и нелинейных изменений во многих экосистемах, что в свою очередь может привести к нарушению их функций, биоразнообразия и продуктивности. Чем больше масштабы и темпы изменений, тем больше опасность возникновения негативных воздействий. Например:

B4.17-19

- изменения закономерности нарушений и смещение мест расположения сред обитания, определяемых подходящими климатическими условиями, могут привести к резким нарушениям земных и морских экосистем и, как следствие, к существенным изменениям в их составе и функции и повышенной опасности исчезновения;
- устойчивое повышение температуры воды всего лишь на 1°C, само по себе или в сочетании с каким-либо одним или несколькими видами стресса (например чрезмерное загрязнение и заиливание), может привести к выбрасыванию кораллами находящихся в них водорослей (обесцвечивание кораллов) и возможной гибели некоторых из них;
- повышение температуры выше определенной пороговой величины, которая варьируется в зависимости от культуры и сорта, может отрицательно сказаться на некоторых основных стадиях развития ряда культур (например стерильность вторичных колосков риса, потеря жизнестойкости пыльцы кукурузы, замедление роста клубней картофеля), и, тем самым, на сборе урожая. Потеря урожайности некоторых сельскохозяйственных культур может оказаться достаточно сильной, если температуры будут превышать некоторые критические уровни даже в течение коротких периодов.

Вопрос 5

B5

Что известно об инерции и временных шкалах, связанных с изменениями климатической системы, экологических систем, социально-экономических секторов и их воздействия?

Инерция является широко распространенной характеристикой, присущей взаимодействию климатических, экологических и социально-экономических систем. Так, некоторые воздействия в результате изменения климата, вызванного антропогенными факторами, могут быть очень медленными и поэтому незаметными, а некоторые из них могут оказаться необратимыми, если не ограничить темпы и масштабы изменения климата до достижения ими соответствующих пороговых уровней, величина которых может оказаться практически неизвестной.

B5.1-4, B5.8, B5.10-12 и B5.14-17

Инерция климатических систем.

Стабилизация выбросов CO_2 на уровнях, близких к нынешним, не приведет к стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере, в то время как стабилизация выбросов парниковых газов с более коротким циклом жизни, таких, как CH_4, может привести, в течение нескольких десятилетий, к стабилизации их атмосферной концентрации. Стабилизация концентраций CO_2 на любом уровне предполагает необходимость соответствующего сокращения глобальных чистых выбросов CO_2 до небольшой доли от нынешнего уровня выбросов. Чем ниже выбранный уровень стабилизации, тем быстрее должно начаться снижение глобальных чистых выбросов CO_2 (см. рисунок РП-5).

B5.3 и B5.5

После стабилизации атмосферных концентраций CO_2 и других парниковых газов температура воздуха на поверхности Земли будет, по прогнозам, продолжать

B5.4

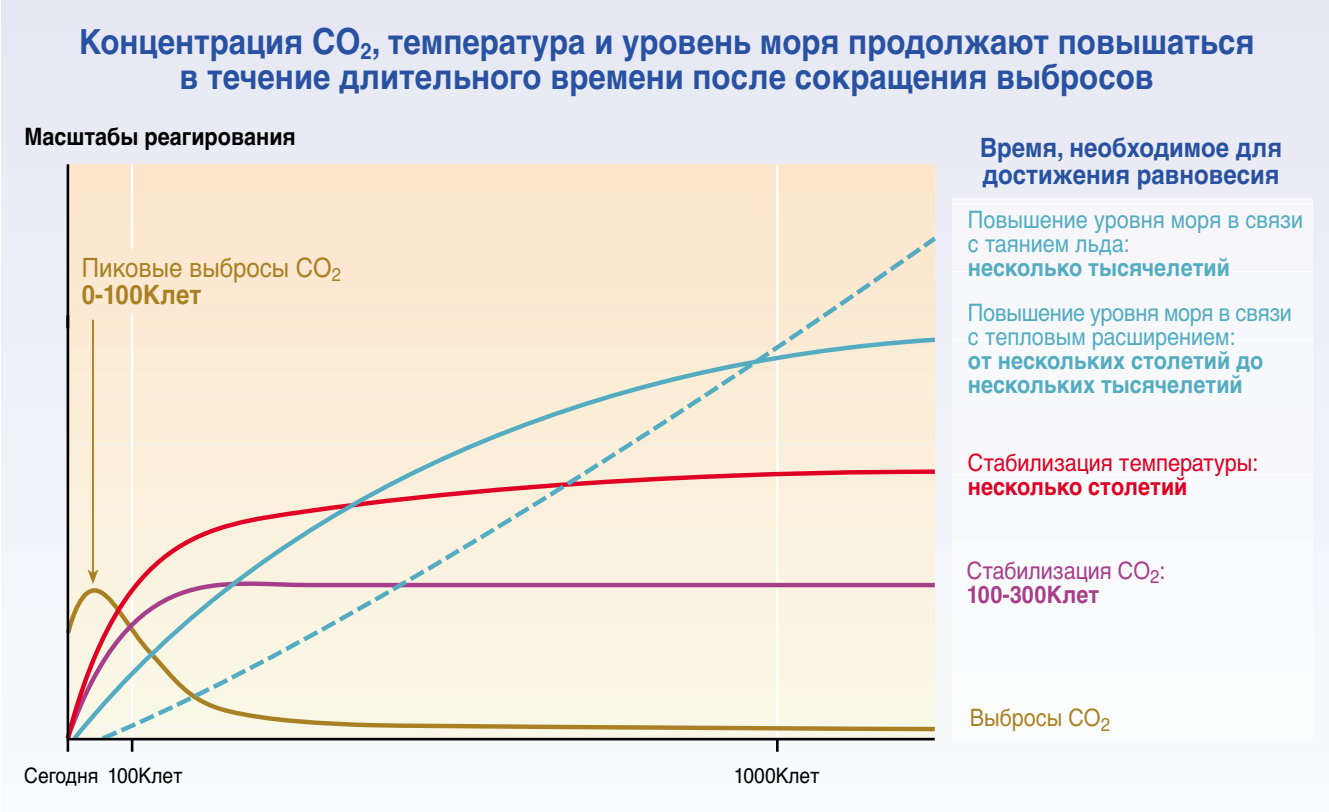


Рисунок РП-5: После сокращения выбросов CO_2 и стабилизации его концентрации в атмосфере температура воздуха на поверхности Земли будет продолжать медленно повышаться в течение столетия или больше. Тепловое расширение океана будет продолжаться в течение длительного времени после сокращения выбросов CO_2, а таяние ледяных покровов будет продолжать способствовать повышению уровня моря в течение многих столетий. Этот рисунок представляет собой типовую иллюстрацию процесса стабилизации на любом уровне в пределах от 450 до 1000 млн.$^{-1}$, поэтому вертикальная ось в единицах измерения не проградуирована. Величина реагирования в зависимости от стабилизации в этом диапазоне показывает приблизительно одну и ту же закономерность во времени, однако при более высоких концентрациях CO_2 воздействия будут проявляться все сильнее и сильнее.

B5 рисунок 5-2

повышаться на несколько десятых градуса в столетие в течение периода продолжительностью сто лет или более, а уровень моря, по тем же прогнозам, будет продолжать повышаться в течение многих столетий (см. рисунок РП-5). Медленный перенос тепла в океаны и медленное реагирование ледяных покровов означает, что для достижения новой климатической системой равновесия потребуется длительный период времени.

Некоторые изменения климатической системы, которые могут сохраниться после XXI века, могут оказаться фактически необратимыми. Например, процессы сильного подтаивания ледяных покровов (см. вопрос 4) и радикальных изменений в схеме циркуляции вод океана (см. вопрос 4), могут быть обращены вспять лишь через многие поколения людей. Пороговое значение, при котором могут произойти фундаментальные изменения в схеме циркуляции вод океана, может быть достигнуто при более низкой температуре потепления, если это потепление произойдет не постепенно, а быстро.

B5.4 и B5.14-16

Инерция экологических систем

Некоторые экосистемы реагируют на изменения климата быстро, в то время как другие более медленно. Например, обесцвечивание кораллов может произойти в течение одного исключительно горячего сезона, в то время как долгоживущие организмы, например деревья, могут быть в состоянии противостоять изменению климата в течение нескольких десятилетий, но не в состоянии восстановиться. Экосистемы, в том случае, если они подвержены изменению климата, включая изменения в частотности экстремальных явлений, могут быть нарушены вследствие различий во времени реагирования конкретных видов.

B5.8 и B3 таблица 3-2

В соответствии с некоторыми моделями, построенными на основе круговорота углерода, чистое глобальное поглощение углерода земными экосистемами достигает пикового значения в XXI веке, после чего оно стабилизируется или снижается. Нынешнее чистое глобальное поглощение CO_2 земными экосистемами отчасти объясняется временными интервалами между усиленным ростом растений и их гибелью и разложением. Нынешний усиленный рост растений частично обусловлен эффектом удобрения почвы за счет более существенных отложений CO_2 и азота, изменением климата и практики землепользования. Поглощение начнет снижаться, после того как леса достигнут зрелости, эффект удобрения достигнет уровня насыщения, а процесс разложения догонит процесс роста. Как представляется, изменение климата должно привести к дальнейшему снижению чистого поглощения углерода земными экосистемами в глобальном масштабе. Хотя потепление приводит к снижению поглощения CO_2 океанами, тем не менее в условиях повышения атмосферной концентрации CO_2 абсорбционная способность океанов по отношению к углероду будет, по прогнозам, оставаться на том же уровне по крайней мере на протяжении XXI века. Движение углерода с поверхности в океанские глубины занимает столетия, а достижение им равновесного состояния с океаническими отложениями занимает тысячелетия.

B5.6-7

Инерция социально-экономических систем

В отличие от климатических и экологических систем, инерция антропогенных систем не является стабильной. Ее можно изменить посредством соответствующей политики и мер, принятых отдельными лицами. Способность осуществления программных мер, связанных с изменением климата, зависит от взаимодействия между социальными и экономическими структурами и ценностями, учреждениями, технологиями и созданной инфраструктурой. Комбинированная система, как правило, развивается относительно медленно. Она может быстро реагировать под соответствующим нажимом, хотя иногда это может быть связано с высокими расходами (например в том случае, если основные фонды выводятся из эксплуатации до срока). Если изменение проходит медленнее, то расходы в связи с техническими улучшениями или в связи с тем, что основные фонды полностью амортизированы, могут быть ниже. Обычно между моментом осознания необходимости отреагировать на какую-либо крупную проблему, планированием, исследованиями и разработкой ее решения и его осуществлением проходят годы, а то и десятилетия.

B5.10-13

Упреждающие действия, основанные на осознанном суждении, могут повысить вероятность того, что соответствующая технология будет готова в нужный момент.

Разработку и использование новых технологий можно ускорить с помощью передачи технологий и стимулирующей финансовой и исследовательской политики. В случае "замкнутых на себя" систем, которые пользуются рыночными преимуществами, обусловленными наличием соответствующих учреждений, системой услуг, инфраструктурой и имеющимися ресурсами, обновление технологии может задерживаться. Заблаговременное внедрение быстро совершенствующихся технологий позволяет снизить расходы на изучение соответствующих закономерностей.

B5.10 и B5.21

Последствия инерции для политики

Инерция и неопределенность функционирования климатических, экологических и социально-экономических систем предполагают, что при разработке стратегий, определении целей и установлении сроков необходимо рассмотреть соответствующие пределы безопасности, с тем чтобы избежать воздействия на климатическую систему в опасных масштабах. На решении задачи по стабилизации уровней, например атмосферной концентрации CO_2, температуры или уровня моря может сказаться:

- инерция климатической системы, вследствие которой изменение климата будет продолжаться в течение определенного периода после осуществления мер по смягчению последствий;
- неопределенность в отношении возможных пороговых величин, по достижении которых изменение приобретает необратимый характер, и неопределенность поведения системы при приближении к этим величинам;
- интервал запаздывания между утверждением целей в области смягчения последствий и их достижением.

Аналогичным образом, на адаптации могут сказаться задержки во времени, связанные с выявлением воздействий, обусловленных изменением климата, разработкой эффективных стратегий в области адаптации и реализацией адаптационных мер.

B5.18-20 и B5.23

Инерция климатических, экологических и социально-экономических систем приводит к тому, что адаптация становится неизбежной, а в некоторых случаях уже необходимой; кроме того, инерция оказывает влияние на оптимальное сочетание стратегий по адаптации и смягчению последствий. В случае адаптации инерция сказывается по-иному, чем в случае смягчения последствий. Если адаптация в первую очередь ориентирована на нейтрализацию локализованных воздействий изменения климата, то смягчение последствий направлено на нейтрализацию воздействия на климатическую систему. Эти последствия оказывают соответствующее воздействие на выбор более экономичного и справедливого набора программных вариантов. Стратегии ограничения и принятия последовательных решений (повторные меры, оценка и пересмотр мер) могут явиться подходящими подходами в условиях сочетания инерции и неопределенности. Что касается инерции, то хорошо обоснованные действия по адаптации к изменению климата или смягчению его последствий более эффективны, а в некоторых обстоятельствах, возможно, и более дешевы, если они предпринимаются на более раннем, а не на более позднем этапе.

B5.18 и B5.21

Распространенность явления инерции и возможность необратимости процессов в условиях взаимодействия климатических, экологических и социально-экономических систем являются основными причинами, которые придают упреждающим мерам по адаптации и смягчению последствий благотворный характер. В случае задержки с принятием мер некоторые возможности по осуществлению на практике соответствующих вариантов работы по адаптации и смягчению последствий могут быть упущены.

B5.24

Вопрос 6

B6

a) Каким образом масштабы и сроки осуществления ряда мер по сокращению выбросов определяют темпы, уровень и последствия изменения климата и как они сказываются на них; каким образом они воздействуют на глобальную и региональную экономику с учетом прошлых и нынешних выбросов?

b) Что удалось узнать в результате исследований чувствительности о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов (в эквиваленте диоксида углерода) в пределах от сегодняшних уровней до уровней, превышающих сегодняшний в два или более раза, с учетом, по возможности, воздействия аэрозолей? Для каждого сценария стабилизации, включая различные схемы стабилизации, оценить диапазон расходов и выгод применительно к группе сценариев, рассмотренных в вопросе 3, с точки зрения:

- прогнозируемых изменений атмосферной концентрации, климата и уровня моря, включая изменения, которые произойдут по прошествии ста лет;
- воздействия и экономических издержек и выгод, обусловленных изменением климата и составом атмосферы, для здоровья людей, биоразнообразия и продуктивности экологических систем и для социально-экономических секторов (в особенности для сельского хозяйства и водопользования);
- различных вариантов мер по адаптации, включая издержки, выгоды и проблемы;
- различных технологий, политики и видов практики, которые можно было бы использовать в целях достижения каждого из принятых уровней стабилизации с оценкой национальных и глобальных издержек и выгод и с анализом метода сопоставления этих издержек и выгод – в качественном или количественном плане – с предотвращенным экологическим ущербом в результате сокращения выбросов;
- вопросов развития, устойчивости и справедливости, связанных с воздействием, адаптацией и мерами по смягчению последствий на региональном и глобальном уровнях.

Прогнозируемые темпы и масштабы потепления и повышения уровня моря могут быть уменьшены за счет сокращения выбросов парниковых газов.

B6.2

Чем больше уровень сокращения выбросов и чем раньше оно будет произведено, тем меньшим и более медленным будет прогнозируемое потепление и повышение уровня моря. Будущее изменение климата определяется прошлыми, нынешними и будущими выбросами. Различия в прогнозируемых изменениях температуры между сценариями, которые построены с учетом сокращения выбросов парниковых газов, и сценариями, которые построены без учета этих выбросов, как правило, невелики для первых нескольких десятилетий, после чего, если эти сокращения носят устойчивый характер, различия начинают со временем увеличиваться.

B6.3

Для стабилизации радиационного внешнего воздействия необходимо обеспечить сокращение выбросов парниковых газов и газов, которые определяют их концентрацию. Например, для большинства важнейших парниковых газов антропогенного происхождения модели изменения круговорота углерода показывают, что стабилизация

B6.4

атмосферных концентраций CO_2 на уровне 450, 650 или 1000 млн.$^{-1}$ предполагает необходимость снижения глобальных антропогенных выбросов CO_2 до уровней, которые были бы ниже уровней 1990 года, в течение нескольких десятилетий, приблизительно одного столетия или приблизительно двух столетий, соответственно, и дальнейшего устойчивого их снижения по прошествии этих периодов (см. рисунок РП-6). Эти модели иллюстрируют тот факт, что выбросы достигнут пиковых величин через одно-два десятилетия (450 млн.$^{-1}$) и приблизительно через сто лет (1000 млн.$^{-1}$), считая с сегодняшнего дня. Вполне возможно, что уровень выбросов CO_2 должен снизиться на очень небольшую долю от нынешнего уровня выбросов. Выгоды от достижения различных уровней стабилизации анализируются выше в Вопросе 6, а расходы по достижению этих уровней стабилизации – в Вопросе 7.

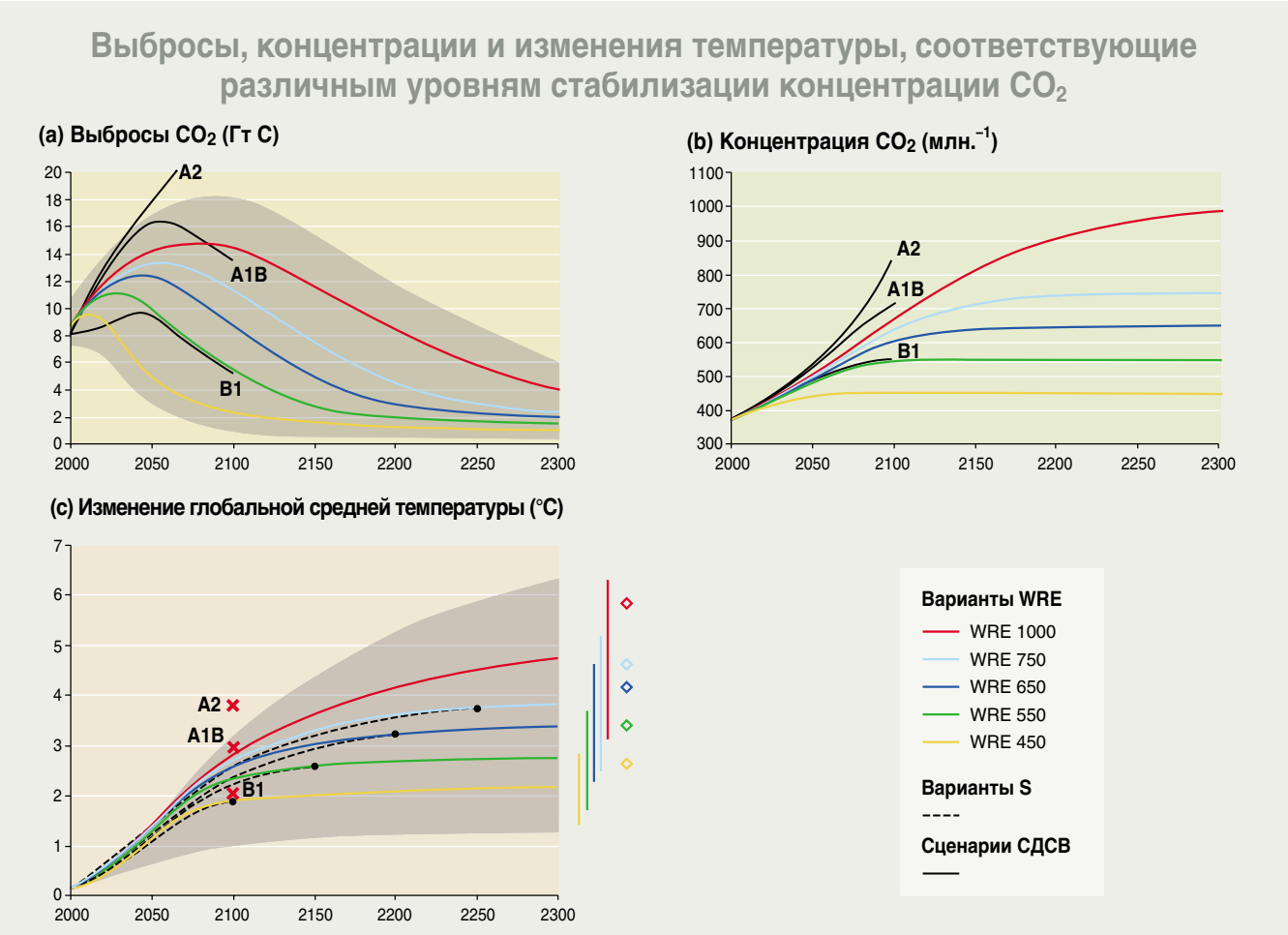


Рисунок РП-6: Стабилизация концентрации CO_2 предполагает необходимость существенного сокращения выбросов ниже нынешних уровней и может привести к замедлению скорости потепления.

B6 рисунок 6-1

a) *Выбросы CO_2.* Схемы изменения объема выбросов CO_2 во времени, которые приведут к стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере на различных уровнях, оцениваются по вариантам стабилизации WRE с использованием моделей изменения круговорота углерода. Затененный участок представляет собой диапазон неопределенности.

b) *Концентрации CO_2.* На графике показаны концентрации CO_2, определенные для вариантов WRE.

c) *Изменения глобальной средней температуры.* Изменения температуры оцениваются с использованием простой климатической модели для уровней стабилизации WRE. Процесс потепления продолжается после того момента, в который концентрация CO_2 стабилизируется (показано черными точками), однако гораздо более низкими темпами. Предполагается, что выбросы газов, помимо CO_2, следуют прогнозу A1B СДСВ до 2100 года, после чего сохраняются на постоянном уровне. Этот сценарий был выбран по той причине, что он занимает среднее положение в группе сценариев СДСВ. Пунктирные линии показывают прогнозируемые изменения температуры для уровней S (на графиках (a) и (b) не показаны). Затененный участок представляет собой диапазон чувствительности климата по пяти вариантам стабилизации. Цветные линии с правой стороны показывают пределы неопределенности по каждому варианту стабилизации в 2300 году. Ромбики с правой стороны показывают среднее устойчивое (на весьма дальнюю перспективу) потепление применительно к каждому варианту стабилизации CO_2. Для сравнения также показаны выбросы CO_2, концентрации и изменение температуры в соответствии с тремя сценариями СДСВ.

На сегодняшний день степень потепления, которая будет обусловлена любой стабилизированной концентрацией парниковых газов, характеризуется широким диапазоном неопределенности. Это обусловлено фактором наличия трех неопределенностей в отношении чувствительности климата к повышению концентрации парниковых газов[4]. На рисунке РП-7 показаны возможные уровни стабилизации и соответствующий диапазон прогнозируемого изменения температуры в 2100 году в условиях стабилизации концентрации. B6.5

Сокращения выбросов, которые могут обусловить стабилизацию атмосферной концентрации CO_2 на уровне ниже 1000 млн.$^{-1}$ в соответствии с уровнями, показанными на рисунке РП-6, и при условии, что выбросы газов, помимо CO_2, соответствуют прогнозу A1B СДСВ до 2100 года и после этого приобретают устойчивый характер, приведут, по оценкам, к ограничению повышения глобальной средней температуры до 3,5 °C или ниже за период до 2100 года. Глобальная средняя температура на поверхности Земли должна, по прогнозам, увеличиться на 1,2-3,5°C к 2100 году в соответствии с вариантами, которые должны, по идее, привести к стабилизации концентрации CO_2 на уровнях 450-1000 млн.$^{-1}$. Таким образом, хотя все проанализированные варианты стабилизации концентрации CO_2 должны в значительной мере воспрепятствовать потеплению в течение XXI века, соответствующему верхней части кривой прогноза в СДСВ (1,4-5,8°C к 2100 году), следует отметить, что в случае большинства вариантов концентрация CO_2 будет повышаться и после 2100 года. Температура будет повышаться многие сотни лет, прежде чем она достигнет стабильной величины и установится – в случае стабилизации на уровне 450 млн.$^{-1}$ – в пределах 1,5-3,9°C выше уровней 1990 года и – в случае стабилизации на уровне 1000 млн.$^{-1}$ – в пределах 3,5-8,7°C выше уровней 1990 года[5]. Кроме того, для каждого конкретного целевого показателя стабилизации температуры существует весьма широкий диапазон неопределенности, связанной с требуемым уровнем стабилизации концентрации парниковых газов (см. рисунок РП-7). Уровень, на котором требуется стабилизировать концентрацию CO_2 для достижения данного температурного показателя, также зависит от уровней концентрации других газов, помимо CO_2. B6.6

Уровень моря и ледяные покровы будут продолжать реагировать на потепление в течение многих столетий после стабилизации концентрации парниковых газов. Прогнозируемый диапазон повышения уровня моря в связи с тепловым расширением, достигшим равновесного состояния, составляет 0,5-2 м в случае повышения концентрации CO_2 с 280 млн.$^{-1}$, что соответствует доиндустриальному уровню, до 560 млн.$^{-1}$ и 1-4 м в случае увеличения концентрации CO_2 с 280 до 1120 млн.$^{-1}$. Зарегистрированное повышение в течение XX века составило 0,1-0,2 м. Прогнозируемое повышение будет бльшим, если учесть воздействие повышения концентрации других парниковых газов. Кроме того, повышению уровня моря способствуют и другие факторы, действие которых по шкале времени составляет от нескольких сот до нескольких тысяч лет. По прогнозам, рассчитанным на основании моделей, проанализированных в ТДО, уровень моря повысится на несколько метров в результате таяния полярных ледяных покровов (см. Вопрос 4) и материкового льда даже в случае стабилизации парниковых газов в эквиваленте CO_2 на уровне 550 млн.$^{-1}$. B6.8

Сокращение выбросов парниковых газов в целях стабилизации их атмосферных концентраций приведет к задержке и снижению ущерба, вызванного изменением климата. B6.9

[4] В качестве своего рода мерила воздействия на климат зачастую используется сбалансированная реакция глобальной средней температуры на удвоение концентрации атмосферного CO_2. Температура, показанная на рисунках РП-6 и РП-7, выведена из простой модели, откалиброванной таким образом, чтобы она прогнозировала ту же реакцию, что и ряд сложных моделей, в случае которых воздействие на климат варьируется в пределах от 1,7 до 4,2°C. Этот диапазон температур в общем и целом сопоставим с общепринятым диапазоном от 1,5 до 4,5°C.

[5] Для всех этих сценариев «вклад» в устойчивое потепление со стороны других парниковых газов и аэрозолей составит 0,6°C в случае низкого уровня чувствительности климата и 1,4°C в случае высокого уровня чувствительности. Сопутствующее повышение радиационного внешнего воздействия эквивалентно повышению, которое произойдет в случае дополнительного повышения конечных концентраций CO_2 на 28%.

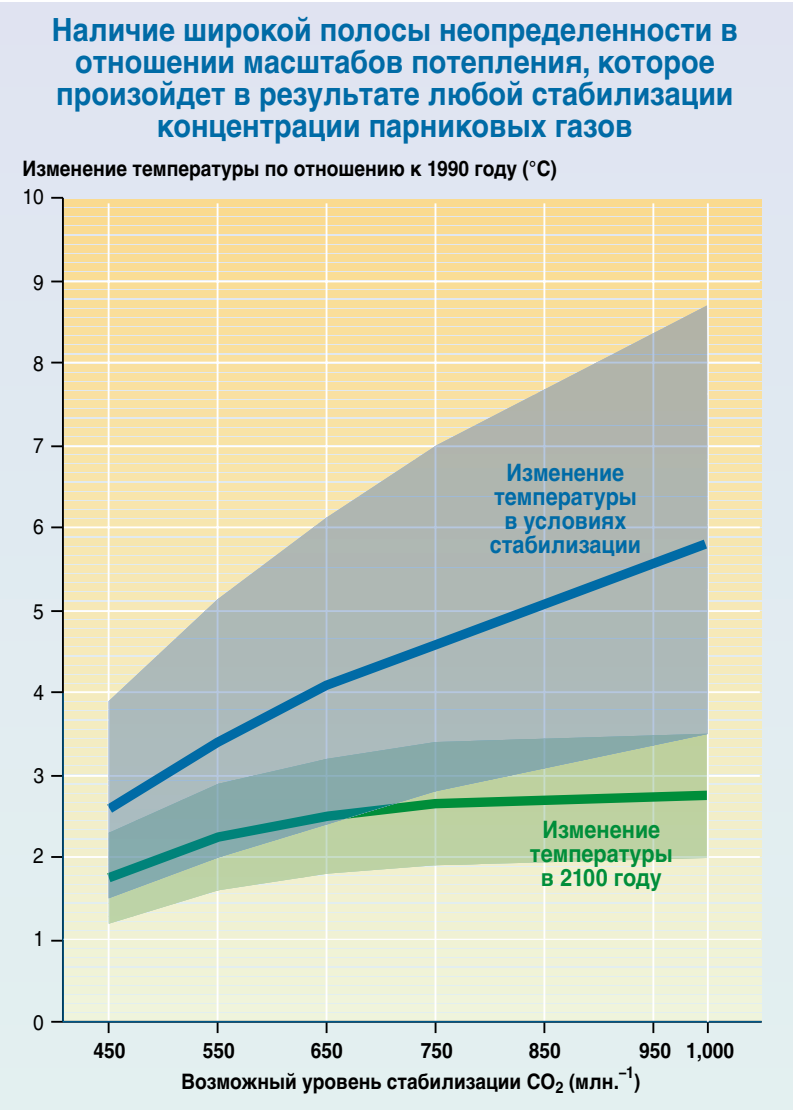


Рисунок РП-7: Стабилизация концентрации CO_2 приведет к снижению уровня потепления, однако пределы этого снижения неопределенны. Изменения температуры по сравнению с 1990 годом в (a) 2100 году и (b) в стабилизированном состоянии рассчитаны с использованием простой климатической модели для вариантов WRE, как и на рисунке РП-6. Самая низкая и самая высокая оценка по каждому уровню стабилизации определены на основе допущения о том, что воздействие на климат составляет 1,7 и 4,2°C соответственно. Центральная линия представляет собой среднее значение самой низкой и самой высокой оценок.

B6 рисунок 6-2

Меры по сокращению выбросов парниковых газов (смягчению последствий) приведут к снижению нагрузки на природные и антропогенные системы, обусловленной изменением климата. Более медленные темпы повышения глобальной средней температуры и уровня моря дадут больше времени на адаптацию. В этой связи меры по смягчению последствий должны привести, как ожидается, к задержке и снижению ущерба, вызванного изменением климата и, тем самым, к обеспечению экологических и социально-экономических выгод. Меры по смягчению последствий и связанные с ними расходы анализируются в ответе на вопрос 7.

B6.10

Меры по смягчению последствий в целях стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов на более низких уровнях обеспечат более существенные выгоды, обусловленные меньшим ущербом. Стабилизация на более низких уровнях снижает опасность превышения температурных пороговых уровней в биофизических системах, для которых они известны. Стабилизация CO_2, например, на уровне 450 млн.$^{-1}$ приведет, по оценкам, к некоторому повышению глобальной средней температуры в 2100 году, которое примерно на 0,75-1,25°C ниже прогнозируемого повышения в случае стабилизации на уровне 1000 млн.$^{-1}$ (см. рисунок РП-7). В случае достижения сбалансированного уровня эта разница составит примерно 2-5°C. Географическая распространенность ущерба природным системам или их гибель, а также число затронутых систем, которое увеличивается с увеличением масштабов и темпов климатических изменений, будет меньше в случае более низкого уровня стабилизации. Аналогичным

B6.11

образом, более низкий уровень стабилизации приведет, по прогнозам, к менее серьезному ущербу, неблагоприятное чистое воздействие на рыночной сектор будет проявляться в меньшем числе регионов, глобальное совокупное воздействие будет меньшим, равно как меньшим будет и риск возникновения крупномасштабных явлений, характеризующихся высокой степенью воздействия.

Всесторонние количественные оценки выгод, полученных в результате стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов на различных уровнях, пока еще не разработаны. Некоторые успехи достигнуты в понимании качественного характера воздействий, обусловленных изменением климата. В связи с неопределенностью в отношении воздействия на климат и неопределенностью в отношении географических и сезонных закономерностей прогнозируемых изменений температуры, осадков и других климатических переменных и явлений определить однозначно воздействие, обусловленное изменением климата, для отдельных сценариев выбросов невозможно. Существуют также неопределенности в отношении ключевых процессов, а также чувствительности и адаптационной способности систем к климатическим изменениям. Кроме того, такие воздействия, как изменение состава и функции экологических систем, исчезновение видов и изменения в состоянии здоровья людей, а также неравномерность распределения воздействий по различным группам населения пока что не могут быть легко выражены в денежных или других общепринятых единицах. В силу этих трудностей выгоды, обусловленные различными мерами по сокращению выбросов парниковых газов, в том числе мерами по стабилизации концентрации парниковых газов на установленных уровнях, описаны неточно и не поддаются непосредственному сопоставлению с расходами по смягчению последствий в целях оценки чистого экономического эффекта, связанного с такими мерами по смягчению последствий.

B6.12

Адаптация является необходимой стратегией на всех уровнях в целях дополнения усилий по смягчению последствий изменения климата. Вместе они могут способствовать достижению целей устойчивого развития.

B6.13

Адаптация может использоваться в порядке дополнения мер по смягчению последствий в рамках затратоэффективной стратегии и привести к уменьшению опасностей, связанных с изменением климата. Сокращение выбросов парниковых газов и даже стабилизация их концентраций в атмосфере на низком уровне не сможет ни полностью предотвратить изменение климата или повышение уровня моря, ни целиком предотвратить их воздействие. В порядке реакции на изменения климата и повышение уровня моря будут приниматься многочисленные ответные меры по адаптации, которые в ряде случаев уже принимаются. Кроме того, в целях ослабления воздействий, связанных с изменением климата, можно разработать стратегии плановой адаптации в целях упреждения опасности и использования имеющихся возможностей в порядке дополнения работы по смягчению последствий. Однако адаптация повлечет за собой расходы и не сможет предотвратить все виды ущерба. Расходы по адаптации можно сократить посредством проведения работы по смягчению последствий, которая позволит ограничить и замедлить процесс климатических изменений, которому в противном случае будут подвергаться эти системы.

B6.14-15

По прогнозам, воздействие, обусловленное изменением климата, будет сказываться по-разному как внутри стран, так и между ними. Решение проблемы изменения климата поднимает важный вопрос справедливости. В целом работа по смягчению последствий и адаптации, если ее правильно спланировать, будет содействовать устойчивому развитию и обеспечению справедливости как внутри, так и между странами, а также между поколениями. Ограничение прогнозируемого увеличения масштабов экстремальных климатических явлений будет выгодно, как ожидается, для всех стран, в особенности для развивающихся, которые, как считается, в большей степени подвержены изменению климата, нежели развитые страны. Смягчение последствий изменения климата также приведет к уменьшению опасности для будущих поколений, сопряженной с действиями нынешнего поколения.

B6.16-18

Вопрос 7

B7

Что известно о потенциале, расходах, выгодах и временных рамках сокращения выбросов парниковых газов?

Каковы будут экономические и социальные издержки и выгоды и последствия с точки зрения справедливости тех или иных вариантов политики и мер, а также механизмов, предусмотренных Киотским протоколом, которые, как можно считать, направлены на решение проблемы изменения климата на региональном и глобальном уровне?

Какой можно было бы рассмотреть набор вариантов исследований и разработок, инвестиций и других программных мер, которые были бы наиболее эффективны в плане активизации разработки и применения технологий, позволяющих решить проблему изменения климата?

Какой можно было бы рассмотреть вид экономических и других программных вариантов для устранения существующих и потенциальных барьеров, стимулирования передачи технологии и ее применения в различных странах и какое воздействие могут оказать эти меры на прогнозируемые выбросы?

Каким образом скажутся сроки реализации вышеупомянутых вариантов на соответствующих экономических расходах и выгодах и на атмосферных концентрациях парниковых газов на протяжении следующего столетия и в последующий период?

В настоящее время есть много возможностей, включая технологические варианты, для сокращения выбросов в ближайшее время, однако их реализации препятствуют различные барьеры.

B7.2-7

С момента подготовки ВДО в 1995 году достигнут существенный технический прогресс, связанный с возможностью сокращения выбросов парниковых газов, и этот прогресс оказался более быстрым, чем предполагалось. Чистое сокращение выбросов можно обеспечить с помощью соответствующего набора технологий (например более эффективное преобразование в процессе выработки и использования энергии, переход на технологии с низким или нулевым выбросом парниковых газов, абсорбция и хранение углерода, совершенствование системы землепользования, изменений в землепользовании и практике лесного хозяйства). Прогресс наблюдается в широком спектре технологий на различных стадиях разработки и варьируется от коммерческого внедрения ветряных турбин и быстрого устранения промышленных побочных газов до совершенствования технологии топливных батарей и доказательства возможности подземного хранения CO_2.

B7.3

Для успешной реализации вариантов смягчения последствий, связанных с выбросом парниковых газов, потребуется преодолеть технические, экономические, политические, культурные, социальные, поведенческие и/или институциональные барьеры, которые препятствуют всестороннему использованию технологических, экономических и социальных возможностей этих вариантов. Потенциальные возможности смягчения последствий и виды барьеров варьируются в зависимости от регионов и секторов, а также во времени. Это обусловлено широким разнообразием потенциала в области смягчения последствий. В большинстве случаев страны могут воспользоваться новаторскими системами финансирования, социального просвещения и инновационной деятельности, институциональных реформ, устранения барьеров на пути торговли и искоренения нищеты. Кроме того, в промышленно развитых странах будущие возможности заключаются, в первую очередь, в устранении социальных и поведенческих барьеров, в странах с переходной экономикой – в рационализации цен, а в развивающихся странах – в рационализации цен, расширении доступа к данным и информации, наличии передовых технологий, обеспечении финансовых ресурсов, профессиональной подготовке и создании потенциала. Вместе с тем возможности для любой данной страны могут заключаться в устранении этих барьеров в любой их комбинации.

B7.6

Меры реагирования на изменение климата на национальном уровне могут быть более эффективными, если они представляют собой своего рода набор программных инструментов, нацеленных на ограничение или сокращение чистых выбросов парниковых газов. Этот набор может включать – в зависимости от национальных обстоятельств – налоги на выбросы/углерод/энергоносители, передаваемые или непередаваемые лицензии, политику в области землепользования, предоставление и/или прекращение субсидий, системы депозитов/возмещения, технические или эксплутационные стандарты, обязательное использование различных видов энергии, запрет на некоторые виды продукции, добровольные соглашения, государственные расходы и инвестиции и поддержку исследований и разработок.

B7.7

Оценки расходов в разбивке по различным моделям и исследованиям варьируются по многих причинам.

B7.14-19

По целому ряду причин конкретные количественные оценки расходов, связанных со смягчением последствий, характеризуются значительными различиями и неопределенностью. Различия в оценках расходов обусловлены (a) методологией[6], используемой в анализе, и (b) факторами и допущениями, на которых строится этот анализ. Включение одних факторов может привести к занижению оценок, а других – к завышению. Учет многих парниковых газов, поглотителей, вынужденных технических изменений и торговли выбросами[7] может привести к снижению предполагаемых расходов. Кроме того, проведенные исследования предполагают, что социальные издержки, связанные с ограничением выбросов парниковых газов из некоторых источников, могут быть нулевыми или негативными в той степени, в которой программные меры разрабатываются с учетом “беспроигрышных” вариантов, таких, как корректировка рыночных перекосов, включение дополнительных выгод и эффективное “рециклирование” налоговых поступлений. Международное сотрудничество, которое способствует затратоэффективному сокращению выбросов, может привести к снижению расходов, связанных с мерами по смягчению последствий. С другой стороны, учет потенциальных краткосрочных потрясений на уровне макроэкономики, ограничение использования внутренних и международных рыночных механизмов, высокие трансакционные расходы, включение дополнительных расходов и неэффективные меры по “рециклированию” налоговых поступлений могут привести к повышению расходов. Поскольку ни один анализ не учитывает всех соответствующих факторов, сказывающихся на расходах по смягчению последствий, прогнозируемые расходы, возможно, неточно отражают фактические расходы, связанные с реализацией действий по смягчению последствий.

B7.14 и B7.20

Исследования, проанализированные в ТДО, позволяют сделать вывод о наличии существенных возможностей снижения расходов, связанных со смягчением последствий.

B7.15-16

Индуктивные исследования указывают на наличие широких возможностей снижения расходов, связанных со смягчением последствий. В соответствии с индуктивными исследованиями, глобальное сокращение выбросов в размере 1,9-2,6 Гт $C_{эк}$ (гигатонны углеродного эквивалента) и 3,6-5,0 Гт $C_{эк}$ в год[8] могут быть достигнуты соответственно к 2010 и к 2020 году. Половина этого потенциального сокращения выбросов может быть достигнута к 2020 году в условиях превышения прямых выгод (в виде сэкономленной энергии)

B7.15 и B7, таблица 7-1

[6] В ВДО описываются две категории подходов к расчету расходов: индуктивные подходы, которые строятся на основе оценки конкретных технологий и секторов, и дедуктивные исследования на основе моделирования, в основе которых лежат макроэкономические отношения. См. вставку 7-1 в основном докладе.

[7] Рыночный подход к достижению экологических целей, который позволяет тем, кто снижает выбросы парниковых газов ниже требуемого уровня, использовать или продавать избыточное сокращение в целях компенсации выбросов из другого источника внутри страны или за ее пределами. Здесь этот термин используется широко и включает торговлю разрешениями на выбросы и сотрудничество в рамках соответствующих проектов.

[8] Прогнозируемые ограничения выбросов соответствуют базовой тенденции, которая аналогична по своим масштабам сценарию B2 СДСВ.

над прямыми расходами (в виде чистого капитала, эксплуатационных расходов и расходов на техническое обслуживание), а другая половина за счет чистых прямых расходов в размере 100 долл. США на т $C_{эк}$ (по ценам 1998 года). Эти оценки чистых прямых расходов получены с использованием коэффициентов дисконтирования в пределах 5-12%, что соответствует коэффициентам дисконтирования, используемым в государственном секторе. Внутренние коэффициенты окупаемости в частном секторе варьируются в весьма широких пределах и зачастую значительно выше, что отрицательно сказывается на темпах применения этих технологий частными субъектами хозяйствования. Исходя из данного сценария выбросов, можно сделать вывод о том, что чистые прямые расходы по ограничению глобальных выбросов в 2010-2020 годах ниже уровней 2000 года будут соответствовать этим оценкам. Реализация указанных сокращений предполагает дополнительные расходы по осуществлению, которые в ряде случаев могут быть существенными, возможно, потребность в программной поддержке, расширение исследований и разработок, эффективную передачу технологии и преодоление других барьеров. Различные глобальные, региональные, национальные, отраслевые и проектные исследования, проанализированные в разделе ТДО, подготовленном РГIII, охватывают иной круг вопросов и построены на иных допущениях. Исследования проведены не по каждому сектору и региону.

Леса, сельскохозяйственные угодья и другие земные экосистемы обладают существенным потенциалом в области смягчения последствий, связанных с выбросом углерода. Хранение и секвестрация углерода, хотя и не обязательно на постоянной основе, может дать время для доработки и осуществления других вариантов. Для смягчения последствий с помощью биологических методов можно использовать три способа: a) сохранение существующих углеродных пулов, b) секвестрацию посредством увеличения размера углеродных пулов[9] и c) замену устойчиво производимых биологических продуктов. Прогнозируемый глобальный потенциал вариантов смягчения последствий биологическими методами составляет порядка 100 Гт С (в совокупности) на период до 2050 года, что эквивалентно 10-20% прогнозируемых выбросов в результате сжигания ископаемых видов топлива в этот период, хотя для этого прогноза характерны существенные неопределенности. Реализация этого потенциала зависит от наличия земельных угодий и водных ресурсов, а также от темпов применения соответствующей практики землепользования. Самым крупным биологическим потенциалом в области поглощения атмосферного углерода обладают субтропические и тропические регионы. Известные на сегодняшний день расчеты расходов по смягчению последствий биологическими методами варьируются в широких пределах: от 0,1 долл. США до примерно 20 долл. США в расчете на т С в некоторых тропических странах и от 20 долл. США до 100 долл. США в расчете на т С в нетропических странах. Методы финансового анализа и учета углерода несопоставимы. Кроме того, калькуляция расходов во многих случаях не охватывает, в частности, расходы на инфраструктуру, соответствующее дисконтирование, мониторинг, сбор данных и осуществление, альтернативные расходы, связанные с использованием земли и техническим обслуживанием, и другие повторяющиеся расходы, которые зачастую исключаются или не учитываются. По оценкам, нижняя часть этого диапазона занижена, однако со временем понимание и учет этих расходов улучшается. Варианты смягчения последствий биологическими методами могут привести к сокращению или повышению выбросов других парниковых газов, помимо CO_2.

B7.4 и B7.16

Прогнозируемые расходы по осуществлению Киотского протокола стран, включенных в приложение B, варьируются в зависимости от исследований и регионов и в значительной степени определяются, помимо всего прочего, допущениями в отношении использования киотских механизмов и их взаимодействия с национальными мерами (для сопоставления расходов по смягчению последствий стран, включенных в приложение II, в разбивке по регионам, см. рисунок РП-8).

B7.17-18

[9] Изменение методов землепользования может повлиять на атмосферную концентрацию CO_2. Гипотетически если бы весь углерод, выброшенный в результате изменения методов землепользования в прошлом, можно было вернуть в земную биосферу в течении нынешнего столетия (например посредством лесовосстановления), то концентрация CO_2 снизилась бы на 40-70 млн.$^{-1}$.

Прогнозируемое снижение ВВП и предельных расходов в странах, включенных в приложениеKII, в 2010Kгоду, рассчитанное на основе глобальных моделей

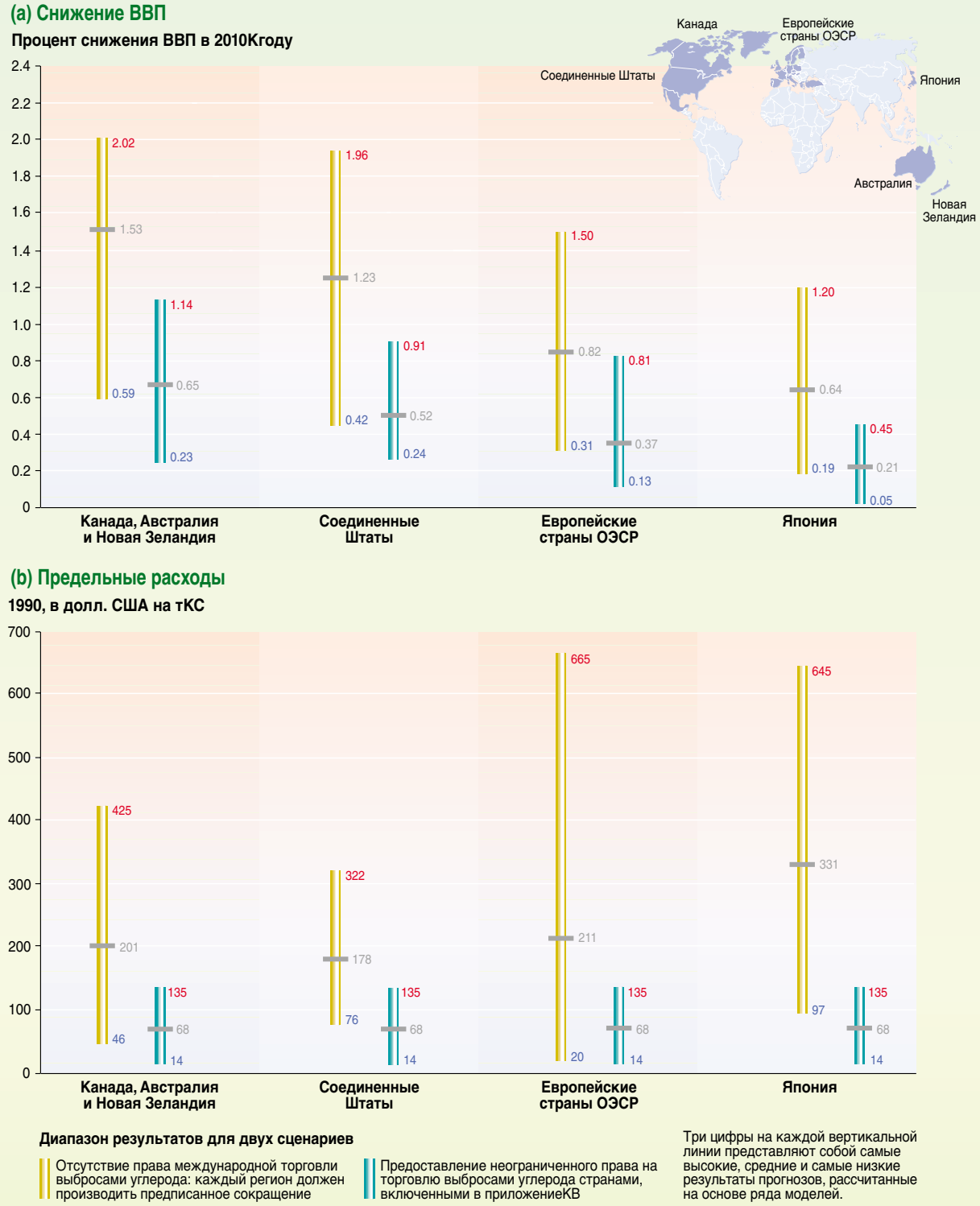


Рисунок РП-8: Прогнозируемое снижение ВВП и предельных расходов в 2010 году в странах, включенных в приложение II, рассчитанное на основе глобальных моделей: (a) снижение ВВП и (b) предельные расходы. Сокращение прогнозируемого ВВП рассчитано на 2010 год по базовому случаю расчета ВВП на основе имеющихся моделей. Эти прогнозы основаны на результатах, полученных девятью группами по моделированию, которые участвовали в исследовании в рамках Форума по моделированию энергетики. Эти прогнозы, отраженные в цифрах, относятся к четырем регионам, образующим приложение II. В моделях рассматриваются два сценария. В первом каждый регион производит предписанное сокращение с учетом только внутренней торговли выбросами углерода. Во втором допускается торговля между странами, включенными в приложение B, поэтому предельные расходы по всем регионам одинаковы. Ключевые факторы, допущения и неопределенности, на которых строились эти исследования, см. в таблице 7-3 и вставке 7-1 в основном докладе.

B5 рисунок 5-2

В огромном большинстве глобальных исследований, в которых рассматриваются и сопоставляются эти расходы, используются международные энергетическо-экономические модели. В девяти из этих исследований сделаны следующие выводы по поводу воздействия на ВВП. В случае отсутствия торговли выбросами между странами, включенными в приложение B, прогнозируемый ВВП[10] этих стран, согласно этим исследованиям, снизится примерно на 0,2-2% в 2010 году для различных групп стран, включенных в приложение II. В условиях неограниченной торговли выбросами между странами, включенными в приложение B, прогнозируемые сокращения в 2010 году составят в пределах от 0,1 до 1,1% прогнозируемого ВВП. Указанные выше глобальные исследования с помощью моделирования показывают, что национальные предельные расходы по удовлетворению целей Киотского протокола составят от 20 долл. США до 600 долл. США на т С в случае отсутствия торговли и в пределах от примерно 15 долл. США до 150 долл. США на т С в случае торговли между странами, включенными в приложение B. Для большинства стран с переходной экономикой воздействие на ВВП варьируется в пределах от ничтожно малой величины до увеличения на несколько процентов. Однако для некоторых стран с переходной экономикой осуществление Киотского протокола будет иметь аналогичные последствия для ВВП, что и в случае стран, включенных в приложение II. На момент проведения этих исследований большинство моделей было разработано без учета поглотителей, других парниковых газов, помимо CO_2, механизма чистого развития (МЧР), вариантов негативных расходов, дополнительных выгод и целевого «рециклирования» налоговых поступлений, включение которых приведет к снижению прогнозируемых расходов. С другой стороны, в этих моделях используются допущения, которые несколько занижают расходы, поскольку они предполагают неограниченное использование торговли выбросами без трансакционных расходов как внутри стран, включенных в приложение B, так и между ними, а также тот факт, что меры по смягчению последствий будут максимально эффективны и что в период с 1990 по 2000 год начата работа по корректировке экономики стран для достижения целей, предусмотренных Киотским протоколом. Сокращение расходов на основе киотских механизмов может зависеть от некоторых конкретных аспектов осуществления, включая совместимость внутренних и международных механизмов, ограничения и трансакционные расходы.

Нагрузка, связанная с выбросами, на страны, включенные в приложение I, сопряжена с точно установленными, хотя и неодинаковыми побочными последствиями[11] для стран, не включенных в приложение I. Проведенные анализы свидетельствуют о вероятности снижения как прогнозируемого ВВП, так и прогнозируемых поступлений от нефти у стран - экспортеров нефти, не включенных в приложение I. Исследование, в котором получены самые низкие расходы, показывает снижение прогнозируемого ВВП на 0,2% в 2010 году в условиях отсутствия торговли выбросами и менее 0,5% прогнозируемого ВВП в условиях торговли выбросами между странами, включенными в приложение B[12]. Исследование, в котором получены самые высокие расходы, показывает сокращение прогнозируемых поступлений от нефти на 25% в 2010 году в условиях отсутствия торговли выбросами и на 13% в условиях торговли выбросами между странами, включенными в приложение B. В этих исследованиях не учитываются иные меры и политика, помимо торговли выбросами между странами, включенными в приложение B, которые могли бы снизить последствия для стран - экспортеров нефти, не включенных в приложение I.

B7.19

[10] Рассчитанное снижение ВВП зависит от базовых условий, заложенных в каждой модели прогнозируемого ВВП. Эти модели используются только для оценки сокращения CO_2. Напротив, оценки приведенных выше индуктивных анализов включают все парниковые газы. Для представления расходов можно использовать самые разнообразные метрические системы единиц. Например, если ежегодные расходы развитых стран, связанные с соблюдением целей Киотского протокола в условиях неограниченной торговли выбросами в рамках приложения B, составят порядка 0,5% ВВП, то к 2010 году для стран, включенных в приложение II, это обойдется в 125 млрд. долл. США (1000 млн.) в год или 125 долл. США в расчете на душу населения в год (допущения СДСВ). Это соответствует воздействию на *темпы* экономического роста в течение 10 лет в размере менее 0,1 процентного пункта.

[11] Эти побочные последствия включают только экономические последствия, но не включают экологические.

[12] Эти прогнозируемые расходы могут быть выражены в качестве разницы в темпах роста ВВП за период 2000-2010 годов. При отсутствии торговли выбросами темпы роста ВВП снижаются на 0,02 процентных пункта в год; в случае торговли выбросами между странами, включенными в приложение B, темпы роста снижаются менее чем на 0,005 процентных пункта в год.

Воздействие на эти страны может быть дополнительно снижено за счет ликвидации системы субсидий на ископаемые виды топлива, реструктуризации налога на энергоносители в зависимости от содержания углерода, более широкого использования природного газа и диверсификации экономики стран – экспортеров нефти, не включенных в приложение I. Другие страны, не включенные в приложение I, могут оказаться в неблагоприятном положении в результате снижения спроса на их экспорт в страны – члены Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и повышения цены на те углеродоемкие и другие виды продукции, которые они продолжают импортировать. Эта другая группа стран, не включенных в приложение I, может получить определенную выгоду в результате снижения цен на топливо, увеличения экспорта углеродоемких видов продукции и передачи экологически безопасных технологий и ноу-хау. Возможные перемещения некоторых углеродоемких отраслей в страны, не включенные в приложение I, и более масштабное воздействие на торговые потоки в ответ на изменение цен могут привести к утечке углерода[13] на уровне 5-20%.

Важными компонентами эффективной с точки зрения расходов стабилизации является разработка и распространение технологии.

B7.9-12 и B7.23

Разработка и передача экологически безопасных технологий может играть исключительно важную роль в деле снижения расходов по стабилизации концентрации парниковых газов. Передача технологий между странами и регионами может расширить выбор вариантов на региональном уровне. Экономия за счет масштабов производства и обучение позволят снизить расходы по их внедрению. С помощью разумной экономической политики и нормативной базы, гласности и политической стабильности правительства могут создать стимулирующие условия для передачи технологии по линии частного и государственного секторов. Для увеличения потока и повышения качества передачи технологии нужен адекватный кадровый и организационный потенциал. Кроме того, для более эффективной передачи технологии необходимо создать сети в составе частных и государственных заинтересованных сторон и сосредоточить работу над продукцией и методами, которые могут обеспечивать разнообразные вспомогательные выгоды и удовлетворять местные потребности и приоритеты в области развития или могут быть к ним адаптированы.

B7.9-12 и B7.23

Сценарии с более низкими уровнями выбросов предполагают необходимость наличия иных схем развития энергоресурсов и активизации исследований и разработок в области энергетики в целях содействия ускоренной разработке и внедрению передовых экологически безопасных технологий в области энергетики. Можно практически с уверенностью утверждать, что выбросы CO_2 в результате сжигания ископаемых видов топлива будут оказывать доминирующее влияние на тенденцию атмосферной концентрации CO_2 в течение XXI века. Данные о ресурсах, проанализированные в ТДО, могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Выбор комбинации энергоресурсов и связанных с этим технологий и инвестиций – либо в большей степени в направлении эксплуатации нетрадиционных ресурсов нефти и газа, либо в направлении использования иных источников энергии, помимо ископаемых видов топлива, или же в направлении технологий производства энергии на базе ископаемых видов топлива, но с рекуперацией и хранением углерода – позволит определить, могут ли быть стабилизированы концентрации парниковых газов, и если могут, то на каком уровне и за счет каких издержек.

B7.27

Ключевыми факторами, определяющими расходы по смягчению последствий, является как схема стабилизации, так и сам уровень стабилизации[14].

B7.24-25

[13] Под утечкой углерода здесь понимается увеличение выбросов в странах, не включенных в приложение B, в связи с осуществлением мер по сокращению в странах, включенных в приложение B, выраженное в виде процентной доли от сокращений в странах, включенных в приложение B.

[14] Анализ воздействия, связанного с изменением климата, см. в вопросе 6.

Расходы по смягчению последствий будут зависеть от схемы решения конкретной задачи по стабилизации (см. рисунок РП-9). Постепенный переход от системы энергетики, сложившейся в мире сегодня, к экономике с меньшим выбросом углерода, позволит свести до минимума расходы, связанные с досрочным выводом из эксплуатации существующих основных фондов, и дать время для разработки соответствующей технологии, а также избежать преждевременного «замыкания» на начальные варианты быстро развивающейся технологии, обеспечивающей низкий уровень выбросов парниковых газов. С другой стороны, более быстрые краткосрочные меры позволят повысить гибкость в работе на пути обеспечения стабилизации, снизить опасность для окружающей среды и людей и расходы, связанные с прогнозируемым изменением климата, стимулировать более быстрое внедрение существующих технологий, обеспечивающих низкий уровень выбросов, и в значительной мере стимулировать в краткосрочном плане будущие технологические изменения.

B7.24

Исследования показывают, что расходы по стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере повышаются по мере снижения уровня стабилизации концентрации. Абсолютные расходы могут в значительной мере зависеть от различных базовых условий (см. рисунок РП-9). Если при переходе от стабилизации концентрации на уровне 750 млн.$^{-1}$ до уровня 550 млн.$^{-1}$ расходы увеличиваются в умеренной степени, то при переходе от 550 до 450 млн.$^{-1}$ расходы увеличивается более существенно, если только выбросы, предусмотренные базовым сценарием, не слишком низки. Хотя прогнозы по результатам моделирования показывают, что глобальные тенденции роста ВВП в долгосрочном плане не слишком подвержены влиянию мер по смягчению последствий посредством стабилизации, они, тем не менее, ничего не говорят о возможности более крупных колебаний, которые могут произойти в течение некоторых более коротких промежутков времени или в пределах секторов или регионов. В этих исследованиях не рассматривается ни секвестрация углерода, ни возможные последствия более амбициозных целей для требуемых технологических изменений. Кроме того, по мере расширения горизонта прогнозирования фактор неопределенности начинает приобретать большее значение.

B7.25

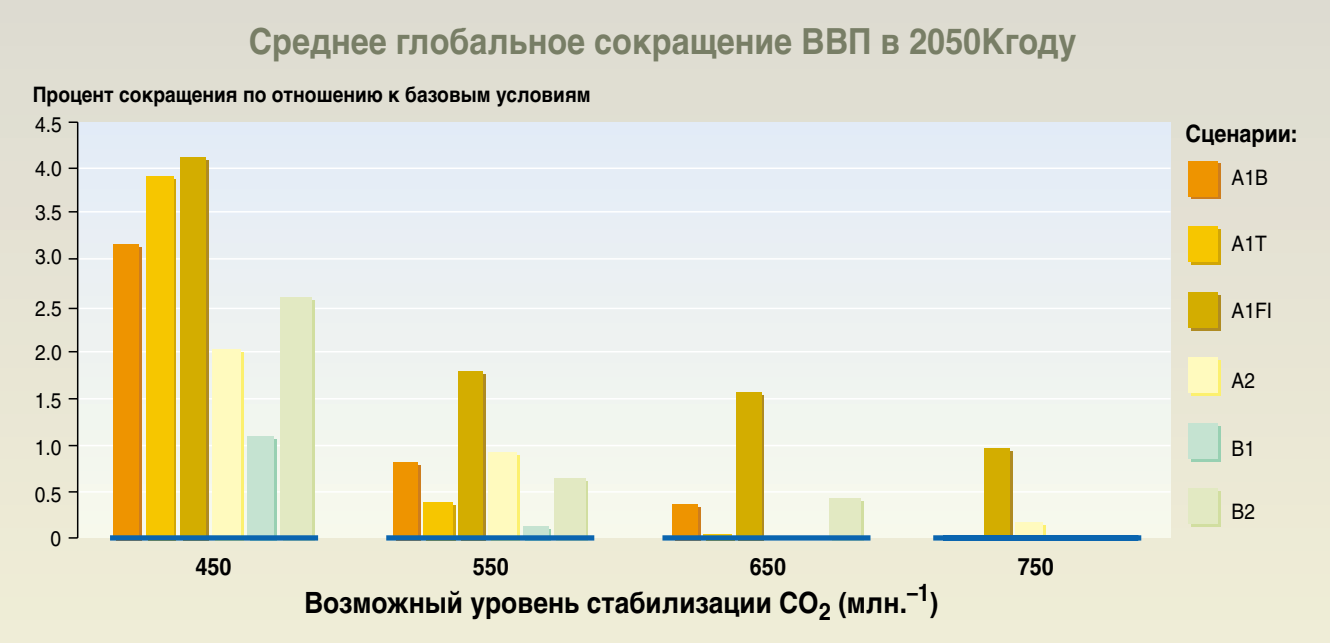


Рисунок РП-9: Примерная взаимосвязь в 2050 году между относительным снижением ВВП, вызванным деятельностью по смягчению последствий, сценариями СДСВ и уровнем стабилизации. Величина снижения ВВП, как правило, возрастает с увеличением жесткости уровня стабилизации, однако расходы в значительной мере зависят от выбора базового сценария. В этих прогнозируемых расходах по смягчению последствий не учитываются потенциальные выгоды от предотвращения климатических изменений (более подробную информацию см. в заглавии к рисунку 7-4 основного доклада).

B7.25

Вопрос 8

B8

Что известно о взаимодействиях между прогнозируемыми изменениями климата, вызванными антропогенной деятельностью, и другими экологическими вопросами (например такими, как загрязнение воздуха в городах, региональные кислотные отложения, уменьшение биологического разнообразия, истощение стратосферного озона, опустынивание и деградация земельных ресурсов)? Что известно об экологических, социальных и экономических издержках и выгодах этих взаимодействий и их последствиях для интеграции стратегий противодействия изменению климата на справедливой основе в более широкие стратегии устойчивого развития на местном, региональном и глобальном уровнях?

Местные, региональные и глобальные экологические проблемы неразрывно связаны с устойчивым развитием и оказывают на него соответствующее влияние. Поэтому существуют синергетические возможности для разработки более эффективных вариантов решения этих экологических проблем, которые приводят к увеличению выгод, снижению расходов и более устойчивому удовлетворению потребностей людей.

B8.1-2

Удовлетворение потребностей людей во многих случаях вызывает деградацию окружающей среды, что, в свою очередь, ставит под угрозу способность удовлетворения нынешних и будущих нужд. Например, расширение сельскохозяйственного производства может быть достигнуто посредством более широкого использования азотных удобрений, орошения или конверсии природных пастбищных угодий и лесов в сельскохозяйственные угодья. Однако эти изменения могут сказаться на климате Земли в результате выбросов парниковых газов, привести к деградации земельных ресурсов в результате эрозии и засоления почвы и способствовать уменьшению биоразнообразия и снижению потенциала поглощения углерода в результате конверсии и фрагментации природных экологических систем. В свою очередь, на производительности сельского хозяйства могут отрицательно сказаться климатические изменения, особенно в тропиках и субтропиках, уменьшение биоразнообразия и генетические и видовые изменения, а также деградация земельных ресурсов в результате снижения плодородия почвы. Многие из этих изменений отрицательно сказываются на продовольственной безопасности и оказывают несоразмерное воздействие на неимущие слои населения.

B8.3 и 8.15

Основные факторы, лежащие в основе антропогенного изменения климата, аналогичны факторам, которые действуют в случае большинства экологических и социально-экономических проблем, т.е. экономический рост, широкомасштабный технический прогресс, образ жизни, демографические изменения (численность населения, возрастная структура и миграция) и структуры управления. Эти факторы могут привести к:

B8.4

- повышению спроса на природные ресурсы и энергию;
- рыночным перекосам, включая субсидии, которые обуславливают неэффективное использование ресурсов и действуют в качестве барьера, препятствующего проникновению на рынок экологически безопасных технологий; нечеткому пониманию истинной ценности природных ресурсов; неспособности осознать глобальные ценности природных ресурсов на местном уровне; невключению издержек, связанных с деградацией окружающей среды, в рыночную цену того или иного ресурса;
- ограниченному наличию и ограниченной передаче технологии, неэффективному использованию технологий и неадекватным инвестициям в исследования и разработки технологий, ориентированных на будущее;
- неспособности должным образом организовать рациональное использование природных ресурсов и энергии.

Изменение климата воздействует на экологические явления, такие, как уменьшение биоразнообразия, опустынивание, истощение стратосферного озона, снижение запасов пресной воды и качества воздуха, и, в свою очередь, само подвергается воздействию со стороны многих из этих явлений. Например, по прогнозам, изменение климата приведет к обострению проблемы загрязнения воздуха на местном и региональном уровне и задержит восстановление стратосферного озонового слоя. Кроме того, изменение климата может также сказаться на продуктивности и составе земных и водных экологических систем и привести к потенциальному уменьшению генетического и видового разнообразия, ускорить темпы деградации земельных ресурсов и усугубить проблемы, связанные с наличием и качеством воды во многих районах. И наоборот, загрязнение воздуха на местном и региональном уровне, истощение стратосферного озонового слоя, изменения в экологических системах и деградация земельных ресурсов будут воздействовать на климат Земли в результате изменения параметров источников и поглотителей парниковых газов, радиационный баланс атмосферы и альбедо поверхности.

B8.5-20

Взаимосвязь между местными, региональными и глобальными экологическими вопросами и их увязка с работой по удовлетворению потребностей людей дает возможность обеспечить синергический эффект посредством разработки соответствующих вариантов мер реагирования и снижения уязвимости по отношению к изменению климата, хотя решение этих вопросов может носить компромиссный характер. Многие цели в области охраны окружающей среды и развития могут быть достигнуты посредством применения широкого диапазона технологий, политики и мер, в которых четко признается неразрывная связь между экологическими проблемами и потребностями людей. Удовлетворение потребности в энергоресурсах в условиях снижения загрязнения воздуха на местном и региональном уровне и сдерживания процесса изменения глобального климата на эффективной с точки зрения затрат основе предполагает необходимость междисциплинарной оценки синергического эффекта и компромиссных решений, связанных с удовлетворением потребностей в области энергии как можно более экономичным, экологически безопасным и социально устойчивым образом. Выбросы парниковых газов, а также загрязнителей на местном и региональном уровне можно сократить посредством более эффективного использования энергии и повышения доли ископаемых видов топлива с более низким уровнем выбросов углерода, передовых технологий использования ископаемых топлив (например с помощью высокоэффективных газовых турбин, работающих в комбинированном режиме, топливных батарей и комбинированного производства тепла и энергии) и технологий на базе возобновляемых источников энергии (например более широкое использование экологически безопасных биотоплив, гидроэлектроэнергии, солнечной энергии, энергии ветра и волн). Кроме того, повышение концентраций парниковых газов в атмосфере можно также снизить посредством усиления абсорбции углерода в результате, например, лесонасаждения, лесовосстановления, уменьшения масштабов вырубки лесов и улучшения системы управления лесными, пастбищными, водно-болотистыми и сельскохозяйственными угодьями, что может оказать благотворное воздействие на биоразнообразие, производство пищевых продуктов, земельные угодья и водные ресурсы. Снижение уязвимости по отношению к изменению климата может зачастую сопровождаться снижением уязвимости по отношению к другим экологическим стрессам и наоборот. В некоторых случаях необходимо идти на компромисс. Например, в случае осуществления некоторых мер выращивание только одной культуры может привести к уменьшению биоразнообразия на местном уровне.

B8.21 и 8.25

Потенциал стран в области адаптации и смягчения последствий можно укрепить в том случае, если политика в области климата является неотъемлемой частью национальной политики в области развития, включающей экономические, социальные и другие экологические компоненты. Варианты смягчения последствий и адаптации к изменениям климата могут привести к вспомогательным выгодам, которые позволят удовлетворить потребности людей, улучшить их благосостояние и обеспечить другие экологические выгоды. Страны с ограниченными экономическими ресурсами и низким технологическим уровнем зачастую весьма уязвимы по отношению к климатическим изменениям и другим экологическим проблемам.

B8.26-27

Между экологическими проблемами, которые рассматриваются в рамках многосторонних природоохранных соглашений, существует тесная связь, поэтому в процессе их реализации можно воспользоваться синергическим эффектом. Глобальные экологические проблемы рассматриваются в целом ряде отдельных конвенций и договоров, а также в ряде региональных соглашений. Они могут содержать, в частности, вопросы, представляющие общий интерес, и аналогичные требования к работе по реализации общих задач, например обязательства по осуществлению планов, сбору и обработке информации, укреплению кадрового потенциала и инфраструктуры и представлению докладов. Например, хотя Венская конвенция об охране озонового слоя и Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата и отличаются друг от друга, с научной точки зрения они взаимосвязаны, поскольку многие химические соединения, которые вызывают разрушение озонового слоя, также являются важнейшими парниковыми газами и поскольку некоторые из заменителей запрещенных в настоящее время озоноразрушающих веществ также являются парниковыми газами.

B8.11 и 8.28

Вопрос 9

B9

Каковы наиболее устойчивые выводы и ключевые неопределенности, касающиеся объяснения климатических изменений и прогнозов с помощью моделирования:
будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей;
будущих концентраций парниковых газов и аэрозолей;
будущих изменений регионального и глобального климата;
региональных и глобальных воздействий, связанных с изменением климата;
издержек и выгод, связанных с вариантами смягчения последствий и адаптации?

В настоящем докладе ***устойчивый вывод*** в отношении изменения климата определяется как вывод, который верен в рамках разнообразных подходов, методов, моделей и допущений и который должен быть относительно устойчивым к воздействию неопределенностей. Под ***ключевыми неопределенностями*** в этом контексте понимаются те неопределенности, которые, в случае их уменьшения, могут дать возможность сделать новые и устойчивые выводы в отношении вопросов, поднятых в настоящем докладе. В примерах, содержащихся в таблице РП-3, многие устойчивые выводы имеют отношение *к наличию* реакции климатической системы на деятельность человека и знаку этой реакции. Многие ключевые неопределенности касаются *количественного определения* масштабов и/или сроков проявления реакции. В таблице содержится объяснение климатических изменений и рассматриваются вопросы, проиллюстрированные на рисунке РП-1. На рисунке РП-10 проиллюстрированы некоторые из важнейших устойчивых выводов, касающихся изменения климата. В таблице РП-3 приводятся примеры, которые не претендуют на исчерпывающий характер.

В ТДО достигнут значительный прогресс по многим аспектам знаний, необходимых для понимания механизма изменения климата и мер реагирования на него со стороны людей. Однако до сих пор существует много важных областей, в которых необходимо провести дополнительную работу, в частности:

- обнаружение и объяснение изменений климата;
- понимание и предсказание региональных изменений климата и экстремальных климатических явлений;
- количественное определение воздействий, обусловленных изменением климата, на глобальном, региональном и местном уровнях;
- анализ деятельности по адаптации и смягчению последствий;
- интеграция всех аспектов проблемы изменения климата в стратегии устойчивого развития;
- всестороннее и комплексное исследование в порядке аргументированного подтверждения суждения о том, что представляет собой “опасное антропогенное воздействие на климатическую систему”.

Таблица РП-3 Устойчивые выводы и ключевые неопределенности [a]

Устойчивые выводы		*Ключевые неопределенности*
Наблюдения показывают, что температура поверхности Земли повышается. Весьма вероятно, что в глобальном масштабе 90-е годы прошлого столетия были самым теплым десятилетием за все время регистрации метеоданных с помощью приборов (рисунок РП-10b). **[B9.8]** Атмосферные концентрации основных антропогенных парниковых газов (CO_2 (рисунок РП-10a), CH_4, N_2O и тропосферный O_3) значительно увеличились с 1750 года **[B9.10]** Некоторые парниковые газы имеют длительный жизненный цикл (например CO_2, N_2O и ПФУ). **[B9.10]** В большинстве случаев наблюдаемое потепление в течение последних 50 лет, вероятно, обусловлено повышением концентрации парниковых газов под воздействием антропогенной деятельности. **[B9.8]**	**Изменение климата и его объяснение**	Масштаб и характер естественной изменчивости климата. **[B9.8]** Внешнее воздействие на климат, обусловленное природными факторами и аэрозолями антропогенного происхождения (в особенности косвенные последствия). **[B9.8]** Установление связи между региональными тенденциями и антропогенным изменением климата. **[B9.8 и B9.22]**
Повышение концентрации CO_2 в XXI веке будет, вне всякого сомнения, обусловлено главным образом выбросами в результате сжигания ископаемых видов топлива (рисунок РП-10a). **[B9.11]** Стабилизация атмосферных концентраций CO_2 на уровне 450, 650 или 1000 млн.$^{-1}$ предполагает необходимость снижения глобальных антропогенных выбросов CO_2 до уровней 1990 года в течение нескольких десятилетий, примерно в течение столетия или примерно в течение двух столетий соответственно, и дальнейшего устойчивого снижения после этого периода до уровня, соответствующего небольшой доле нынешних выбросов. Выбросы достигнут пиковых значений приблизительно через одно - два десятилетия (450 млн.$^{-1}$) и приблизительно через сто лет (1000 млн.$^{-1}$), начиная с сегодняшнего дня. **[B9.30]** Для большинства сценариев СДСВ выбросы CO_2 (прекурсор сульфат-аэрозолей) будут ниже в 2100 году по сравнению с 2000 годом. **[B9.10]**	**Будущие выбросы и концентрации парниковых газов и аэрозолей, рассчитанные на основе моделей и прогнозов с помощью сценариев, содержащихся в СДСВ, и сценариев стабилизации**	Допущения, лежащие в основе широкого круга[b] содержащихся в СДСВ сценариев выбросов, касающихся экономического роста, технического прогресса, роста численности населения и структуры управления (что ведет к весьма существенным неопределенностям в прогнозах). Неадекватные сценарии выбросов в случае озона и прекурсоров аэрозолей. **[B9.10]** Факторы, необходимые для моделирования круговорота углерода, включая его обратное воздействие на климат.[b] **[B9.10]**
Весьма вероятно, что глобальная средняя температура поверхности в XXI веке будет увеличиваться такими темпами, которые не наблюдались в последние десять тысяч лет (рисунок РП-10b). **[B9.13]** Весьма вероятно, что температура практически всех районов суши будет выше среднего глобального показателя с увеличением числа жарких дней и приливов жары и сокращением числа холодных дней и приливов холода. **[B9.13]** Повышение уровня моря в XXI веке, которое будет продолжаться в течение многих столетий. **[B9.15]** Более интенсивный гидрологический цикл. Повышение среднего глобального уровня осадков и весьма вероятное усиление интенсивности режима осадков в течение многих лет. **[B9.14]** Усиление обезвоживания в летнее время и связанный с этим вероятный риск засухи в большинстве внутренних континентальных районов, расположенных в средних широтах. **[B9.14]**	**Будущие изменения глобального и регионального климата, рассчитанные на основе моделирования с помощью сценариев СДСВ**	Допущения, связанные с широким кругом[c] сценариев СДСВ, как указано выше. **[B9.10]** Факторы, связанные с прогнозированием на основе моделей,[c] в частности чувствительность климата, внешние воздействия на климат и обратные процессы, в особенности те, которые связаны с водными парами, тучами и аэрозолями (включая косвенное воздействие аэрозолей). **[B9.16]** Понимание вероятности распространения, связанной с прогнозированием температуры и уровня моря. **[B9.16]** Механизмы, количественные оценки, временные масштабы и вероятности, связанные с крупномасштабными внезапными/нелинейными изменениями (например термохалинная циркуляция вод океана). **[B9.16]** Возможности моделей на региональном уровне (особенно в отношении осадков), ведущие к несоответствиям в прогнозах, построенных на основе моделей, и трудностям в количественном определении на местном и региональном уровнях. **[B9.16]**

→

Таблица РП-3 Устойчивые выводы и ключевые неопределенности [a]

Устойчивые выводы		*Ключевые неопределенности*
Прогнозируемое изменение климата будет оказывать благотворное и отрицательное воздействие как на экологические, так и на социально-экономические системы, однако чем больше будут масштабы и темпы изменения климата, тем больше будут проявляться отрицательные последствия. **[B9.17]** Отрицательные последствия изменения климата, как ожидается, лягут несоразмерно тяжелым бременем на развивающиеся страны и на неимущие слои населения в пределах отдельных стран. **[B9.20]** Экосистемы и виды уязвимы по отношению к изменению климата и другим стрессам (как это подтверждается наблюдаемыми воздействиями в результате региональных изменений температуры в последнее время), и некоторые из них подвергнутся необратимым разрушениям или гибели. **[B9.19]** В некоторых средних - высоких широтах продуктивность растений (деревьев и некоторых сельскохозяйственных культур) повысится в случае незначительного увеличения температуры. Продуктивность растений будет снижаться в большинстве регионов мира в случае потепления на несколько (“a few”) °C. **[B9.18]** Многие физические системы уязвимы по отношению к изменению климата (например, в результате повышения уровня моря воздействие штормовых волн на прибрежные районы усилится, а ледники и вечная мерзлота будут продолжать отступать). **[B9.18]**	**Региональное и глобальное воздействие изменений на средние климатические характеристики и экстремальные явления**	Надежность местной и региональной информации, используемой в прогнозировании климатических изменений, в особенности экстремальных климатических явлений. **[B9.22]** Оценка и прогнозирование реакции экологических, социальных (например воздействие переносчиков болезней и болезней, передаваемых с водой) и экономических систем на комбинированное воздействие, обусловленное изменением климата и другими стрессами, такими, как изменения в землепользовании, загрязнение на местном уровне и т.д. **[B9.22]** Выявление, количественное определение и денежная оценка ущерба, связанного с изменением климата. **[B9.16, B9.22, B9.26]**
Меры по сокращению выбросов парниковых газов (смягчению последствий) приведут к снижению нагрузки на природные и социально-экономические системы, обусловленной изменением климата. **[B9.28]** Смягчение последствий связано с расходами, которые варьируются между регионами и секторами. В настоящее время существуют значительные технологические и другие возможности для снижения этих расходов. Эффективная система торговли выбросами также приводит к снижению расходов для участников этой торговли. **[B9.31 и B9.35-36]** Нагрузки, связанные с выбросами, на страны, включенные в приложение I, сопровождаются обычно установленными, хотя и не одинаковыми «побочными» последствиями для стран, не включенных в приложение I. **[B9.32]** Национальные меры реагирования в порядке смягчения последствий изменения климата могут быть более эффективными, если они применяются в рамках комплекса программных мер по ограничению или сокращению чистых выбросов парниковых газов. **[B9.35]** Меры по адаптации обладают потенциалом по ослаблению отрицательных последствий изменения климата и могут зачастую обеспечивать незамедлительные вспомогательные выгоды, но весь ущерб предупредить не смогут. **[B9.24]**	**Издержки и выгоды, связанные с вариантами смягчения последствий и адаптации**	Понимание взаимодействий между изменением климата и другими экологическими вопросами и связанные с этим социально-экономические последствия. **[B9.40]** Будущая цена на энергию и стоимость и наличие технологии, обеспечивающей низкий уровень выбросов. **[B9.33-34]** Определение способов устранения барьеров, препятствующих применению технологий, обеспечивающих низкий уровень выбросов, и оценка расходов по устранению таких барьеров. **[B9.35]** Количественное определение расходов на проведение незапланированных и непредвиденных мер по смягчению последствий с быстродействующими краткосрочными последствиями. **[B9.38]** Количественное определение прогнозируемых расходов по смягчению последствий, обусловленных различными подходами (например индуктивный в противовес дедуктивному), включая вспомогательные выгоды, технологические изменения и воздействия на сектора и регионы. **[B9.35]** Количественное определение расходов по адаптации. **[B9.25]**

→

Таблица РП-3	Устойчивые выводы и ключевые неопределенности [a]	
Устойчивые выводы		***Ключевые неопределенности***
Меры по адаптации могут дополнять меры по смягчению последствий в рамках эффективной с точки зрения расходов стратегии по ослаблению опасностей, связанных с изменением климата; вместе они могут способствовать достижению целей устойчивого развития. **[B9.40]** Инерция взаимодействия климатических, экологических и социально-экономических систем является основной причиной, по которой упреждающие меры по адаптации и смягчению последствий носят благотворный характер. **[B9.39]**		

[a] В настоящем докладе устойчивый вывод в отношении изменения климата определяется как вывод, который верен в рамках разнообразных подходов, методов, моделей и допущений и который должен быть относительно устойчивым к воздействию неопределенностей. Ключевыми неопределенностями в этом контексте понимаются те неопределенности, которые, в случае их уменьшения, могут дать возможность сделать новые и устойчивые выводы в отношении вопросов, поднятых в настоящем докладе. В таблице РП-3 приводятся примеры, которые не претендуют на исчерпывающий характер.
[b] Учет этих вышеупомянутых неопределенностей обуславливает диапазон концентрации CO_2 в 2100 году в пределах порядка 490-1260 млн.$^{-1}$.
[c] Учет этих вышеупомянутых неопределенностей обуславливает диапазон повышения средних температур на поверхности Земли в период с 1990 по 2100 год на уровне 1,4-5,8 °C (рисунок РП-10b), а среднее глобальное повышение уровня моря в пределах 0,09-0,88 метра.

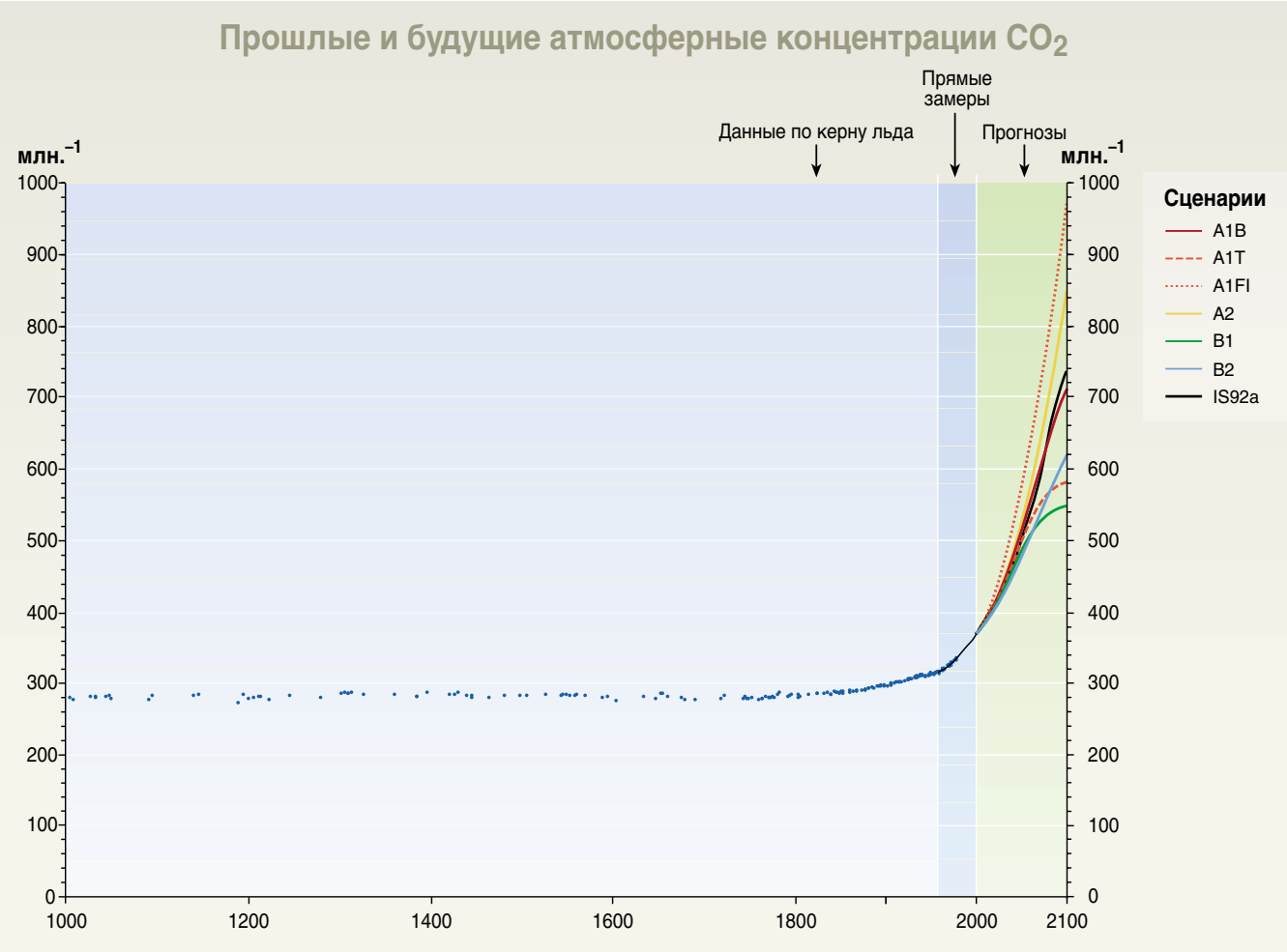


Рисунок РП-10a: Атмосферная концентрация CO_2 в период с 1000 по 2000 год, определенная на основании данных по керну льда и прямых атмосферных замеров в течение нескольких прошлых десятилетий. Прогнозы концентрации CO_2 на период 2000-2100 годов основаны на шести иллюстративных сценариях СДСВ и IS92a (для сопоставления с ВДО).

B9 рисунок 9-1a

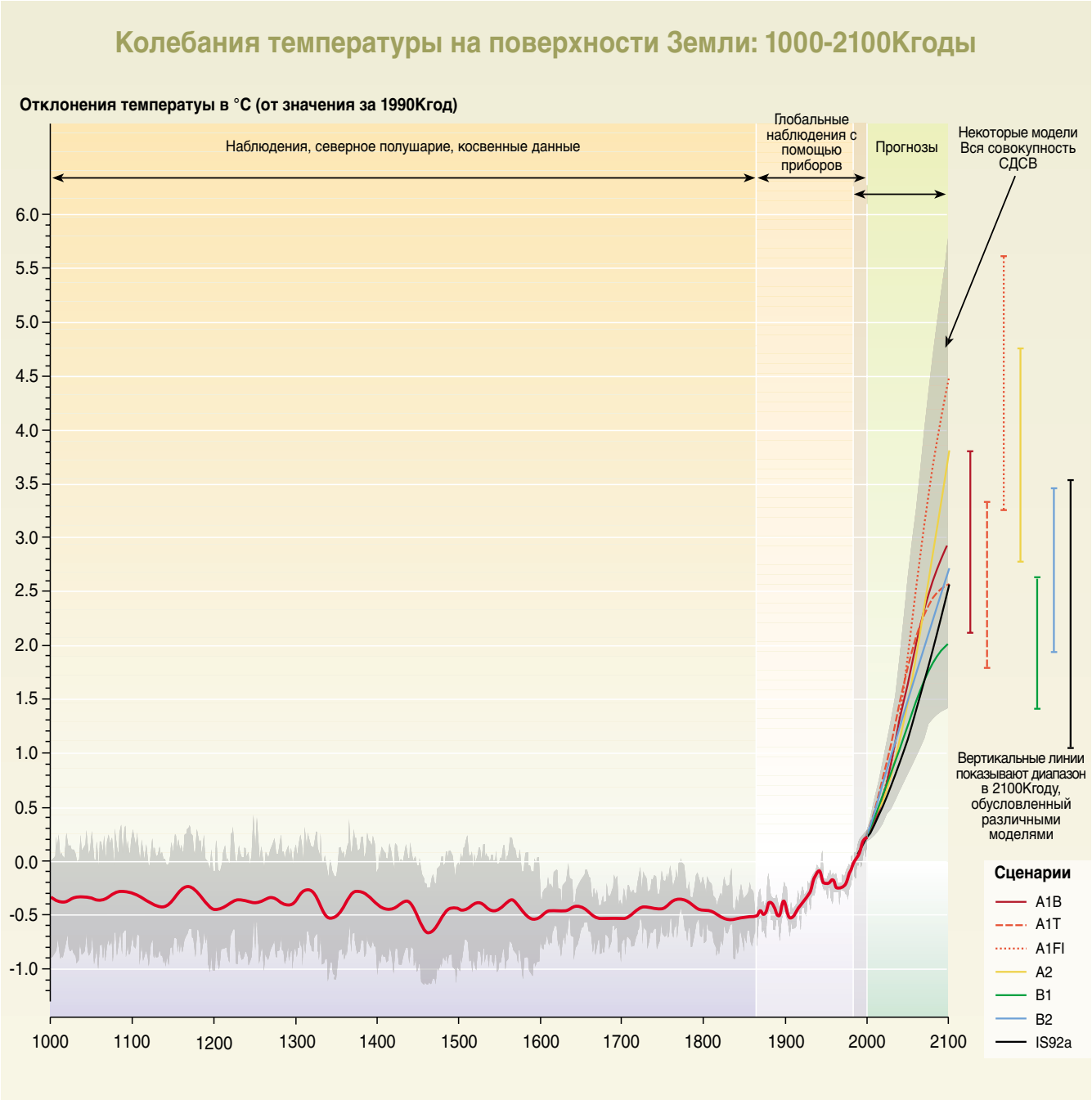


Рисунок РП-10b: На рисунке показаны колебания средней температуры на поверхности Земли в северном полушарии за период с 1000 по 1860 год, рассчитанные на основании косвенных данных (годовые кольца деревьев, кораллы, керны льда и регистрация данных за прошлый период) (соответствующих данных по южному полушарию нет). Линия на графике показывает среднюю температуру за 50 лет, а серая затененная зона – 95-процентный доверительный уровень годовых данных. На участке с 1860 по 2000 год показаны колебания глобальной и среднегодовой температуры на поверхности на основе регистрации с помощью приборов; линия на этом участке показывает среднюю величину за 10 лет. За период с 2000 по 2100 год прогнозируемая глобальная средняя температура на поверхности показана по шести иллюстративным сценариям СДСВ и IS92a с использованием модели средней чувствительности климата. Серый затененный участок, помеченный "некоторые модели, вся совокупность СДСВ", показывает диапазон результатов, полученных с помощью полного набора 35 сценариев СДСВ, в дополнение к результатам, полученным на основании моделей с иной чувствительностью климата. Точкой отсчета на температурной шкале является значение за 1990 год; данная шкала отличается от шкалы, использованной при построении рисунка РП-2.

B9 рисунок 9-1b

Изменение климата, 2001 г.
Обобщенный доклад

Обобщенный доклад

Оценка Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Нижеследующий доклад, утвержденный по каждому пункту на пленарной восемнадцатой сессии МГЭИК, состоявшейся в Уэмбли (Соединенное Королевство) 24-29 сентября 2001 года, представляет собой официальное согласованное заключение МГЭИК по ключевым выводам и неопределенностям, содержащимся в документах рабочей группы, представленных в качестве вклада в подготовку Третьего доклада об оценке.

На основе проекта, подготовленного:

Основной группой авторов
Роберт Т. Уотсон, Даниель Л. Албриттон, Терри Баркер, Игорь А. Башмаков, Дэвид Григгс, Хабиба Джитай, Огунладе Дэвидсон, Освальдо Кансьяни, Ренате Крист, Ульрих Кубаш, Збигнев Кундевич, Мурари Лал, Нейл Леари, Кристофер Магадза, Джеймс Дж. Маккарти, Джон Ф.Б. Митчелл, Жозе Роберто Морейра, Мохан Мунасингхе, Ян Ноубл, Раджендра Пашаури, Барри Питток, Майкл Пратер, Ричард Г. Ричелз, Джон Б. Робинсон, Джаянт Сатае, Роберт Скоулз, Томас Стоукер, Нарасимхан Сундарараман, Роб Суорт, Томихиро Танигуши, Джоанна Хауз, Джон Хотон, Д. Чжоу и Стивен Шнайдер.

Группой авторов в расширенном составе
Олег Анисимов, Найджел Арнелл, К.К. Ахмад, Фонс Баеде, Тарик Банури, Леонард Бернстайн, Даниэль Х. Буй, Джонатан Грегори, Пол Дезанкер, Филиппо Джиорджи, Уильям Истерлинг, Катринус Й. Йепма, Тимоти Картер, Том Карл, Пекка Е. Кауппи, Стюарт Коуэн, Рик Леманс, Брайант Макавени, Энтони Макмайкл, Анил Маркандиа, Луи Хосе Мата, М. Д. Мвандосиа, Линда Меарнс, Жилван Мейра-Фильо, Джерри Мил, Эван Миллс, Цунеюки Морита, Уильям Р. Мумау, Беррьен Мур, Леонард Нерс, Джойс Пеннер, Колин Прентис, Мартин Пэрри, Винкатачалам Рамасвами, Сара Рейпер, Роджер А. Седжо, Майкл Скотт, Барри Смит, Джоул Смит, Рон Стоуффер, Джим Сэлинджер, Канако Танака, Ференц Л. Тот, Том Уилбэнкс, Жан-Шарль Уркад, Джон П. Уэянт, Крис Фолланд, Кирстен Халснаес, Хидэо Харасава, Джоанна Хейг, Майк Хелм, Брус Хюитсон, Фрэнсис Цвиерз, Алла Цыбан, Джон Черч, Лю Чуньчжэнь, Леена Шривастава, Приярадши Р. Шукла и многие другие авторы МГЭИК.

Редакторами-рецензентами
Рик Брэдли, Сузан Бэррелл, Фортунат Джос, Джон Зиллман, Юрий Израэль, Дин Ихуэй, Эберхард Йохем, Эдуардо Кальво, Ян Каррутерс, Ойвинд Кристоферсен, Берт Метц, Мартин Мэннинг, Алионне Ндиае, Бурухани Ниензи, Ричард Одинго, Мишель Пети, Рамон Пичс-Мадруга, Ян Претель, Армандро Рамирес, Жозе Ромеро, Джон Стоун, Р.Т.М. Сутамихарджа и Дэвид Уоррилоу.

Вопрос 1

B1

Каким образом научный, технический и социально-экономический анализ может содействовать определению того, что представляет собой опасное антропогенное воздействие на климатическую систему, о котором говорится в статье 2 Рамочной конвенции об изменении климата?

Рамочная конвенция об изменении климата, статья 2

«Конечная цель настоящей Конвенции и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон, заключается в том, чтобы добиться во исполнение соответствующих положений Конвенции стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе».

1.1 **Естествознание, а также технические и гуманитарные науки могут обеспечить важнейшую информацию и данные, необходимые для принятия решений относительно того, что представляет собой "опасное антропогенное воздействие на климатическую систему". В то же время такие решения представляют собой субъективные оценки, разрабатываемые в ходе социально-политических процессов с учетом таких соображений, как развитие, справедливость и устойчивость, а также факторы неопределенности и риск.** Научные данные помогают снизить уровень неопределенности и повысить уровень знаний и могут служить той базой, на которой изучается возможность принятия предупредительных мер[1]. Решения принимаются на основе оценки риска и дают директивным органам возможность выбирать те или иные варианты управления рисками в связи с разработкой соответствующих мер и политики[2].

РГII ТДО, раздел 2.7 и РГIII ТДО, глава 10

1.2 **Основные элементы, используемые для определения того, что представляет собой "опасное антропогенное воздействие" для разных регионов, будут разными – в зависимости как от местной природы и последствий воздействия климата, так и от имеющегося у них адаптационного потенциала, позволяющего решать задачи, связанные с изменением климата, – и будут зависеть от способности принимать меры по смягчению последствий, поскольку в данном случае важное значение имеют как масштабы изменения, так и его темпы.** Соответствующие виды мер реагирования в порядке адаптации к изменению климата, которые необходимо выбрать, будут зависеть от эффективности различных мер адаптации или смягчения последствий в деле снижения уровня уязвимости и повышения уровня устойчивости жизнеобеспечивающих систем. В настоящее время какого-либо наиболее эффективного набора программных мер, которые можно было бы применить в универсальном масштабе, не существует; вместе с тем здесь важно учитывать как надежность различных программных мер по отношению к различным возможным сценариям развития мира, так и степень, в которой такие программные меры, конкретно ориентированные на климат, могут быть включены в более широкую политику в области устойчивого развития.

РГII ТДО, глава 18 и РГIII ТДО, глава 10

1.3 **Третий доклад об оценке (ТДО) содержит оценку новых научных данных и фактов в качестве одного из исходных элементов, которые могут быть использованы лицами, определяющими политику, в ходе их работы по определению того, что представляет собой "опасное антропогенное воздействие на климатическую систему"** в отношении: (1) масштабов и степени изменения климатической системы, (2) экологических и социально-экономических последствий изменения климата и (3) потенциала достижения самых различных уровней концентрации парниковых газов посредством принятия соответствующих мер по смягчению и информации относительно возможностей снижения степени уязвимости за счет принятия мер по адаптации.

РГI ТДО, РГII ТДО, РГIII ТДО

1.4 **Что касается масштабов и степени изменения климатической системы, то ТДО содержит разработанные на основе сценариев прогнозы будущих концентраций парниковых газов в атмосфере, глобальные и региональные тенденции изменений и темпы изменения температурного режима, режима осадков и уровня моря, а также изменения динамики экстремальных климатических явлений.** В нем также рассматриваются возможности резких и

РГI ТДО

[1] Условия, которые оправдывают принятие предупредительных мер, изложены в статье 3.3 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН).

[2] Риск, связанный с тем или иным событием, наиболее простым образом определяется в качестве вероятности наступления этого события, умноженной на масштабы его последствий. В настоящее время есть различные механизмы принятия решений, которые облегчают оценку рисков, связанных с изменением климата, и управления ими. Они включают, в частности, анализ затрат и выгод, анализы затратоэффективности, многофакторный анализ и метод допустимых пределов. Такие приемы позволяют дифференцировать уровни риска, связанные с будущими альтернативами, однако для всех этих анализов характерен существенный уровень неопределенности.

необратимых изменений в режиме циркуляции вод океана и крупнейших ледниковых покровов.

1.5 **В ТДО рассматриваются биофизические и социально-экономические последствия, связанные с изменением климата.** В нем содержится изложение пяти причин, вызывающих беспокойство, в отношении:

- опасностей для уникальных систем и систем, находящихся под угрозой;
- опасностей, связанных с экстремальными погодными явлениями;
- распределения воздействий;
- совокупных воздействий;
- опасностей крупномасштабных явлений со значительными последствиями.

Исключительно важное значение здесь приобретает оценка вероятности достижения критических пороговых величин, при которых природные и антропогенные системы подвергаются крупномасштабным, внезапным или необратимым изменениям с точки зрения их реакции на изменение климата. Поскольку единого показателя (например в виде денежной единицы), который позволил бы описать соответствующие опасности, связанные с изменением климата, нет, нужны самые разнообразные и критические подходы и критерии для оценки воздействий и облегчения принятия решений, связанных с управлением рисками.

РГII ТДО глава 19

1.6 **Что касается стратегий решения проблем, связанных с изменением климата, то в ТДО содержится оценка потенциала достижения различных уровней концентрации посредством принятия соответствующих мер по смягчению и информация относительно возможностей снижения уровня уязвимости за счет принятия мер по адаптации.** Причинно-следственная связь работает в обоих направлениях. Различные сценарии выбросов, которые связаны с основными вариантами развития, предусматривают различные уровни стабилизации. В свою очередь, эти варианты развития в значительной мере сказываются на способности к адаптации в любом регионе. Таким образом, стратегии адаптации и смягчения последствий динамически связаны с изменениями климатической системы и прогнозами в области адаптации экосистем, производства продуктов питания и устойчивого экономического развития.

РГII ТДО глава 18 и РГIII ТДО глава 2

1.7 Полная картина изменения климата должна строиться с учетом динамики полного цикла причинно-следственных связей по всем соответствующим секторам. На рисунке 1-1 показан такой цикл, который начинается с основополагающих движущих сил в области народонаселения, экономики, технологии и управления, проходит через выбросы парниковых газов и других веществ, изменения в физических аспектах климатической системы, биофизические и антропогенные воздействия, затем через меры по адаптации и смягчению последствий и в конце снова замыкается на движущих силах. Этот рисунок представляет собой схематический вид идеального механизма “комплексной оценки”, в которой все аспекты проблемы, связанной с изменением климата, взаимодействуют друг с другом. Изменения в одной части цикла оказывают самым различным образом динамичное воздействие на другие компоненты. В ТДО анализируются новая информация и данные, имеющие отношение к политике, применительно ко всем квадрантам, изображенным на рисунке 1-1. В частности, в правом нижнем квадранте рисунка получил отражение новый вклад в эту работу, состоящий в анализе альтернативных путей развития и их связей с выбросами парниковых газов и в проведении предварительной работы по определению связей между адаптацией, смягчением последствий и путями развития. Вместе с тем ТДО не дает всестороннюю комплексную оценку изменения климата, что обусловлено недостаточным уровнем знаний.

РГI ТДО главы 1 и 19, РГIII ТДО глава 1, и СДСВ

1.8 **Принятие решений по проблематике изменения климата представляет собой, в общем и целом, последовательный процесс в условиях общей неопределенности.** В процессе принятия решений необходимо учитывать различные факторы неопределенности, включая риск нелинейных и/или необратимых изменений,

РГI ТДО, РГII ТДО, и РГIII ТДО раздел 10.1.4

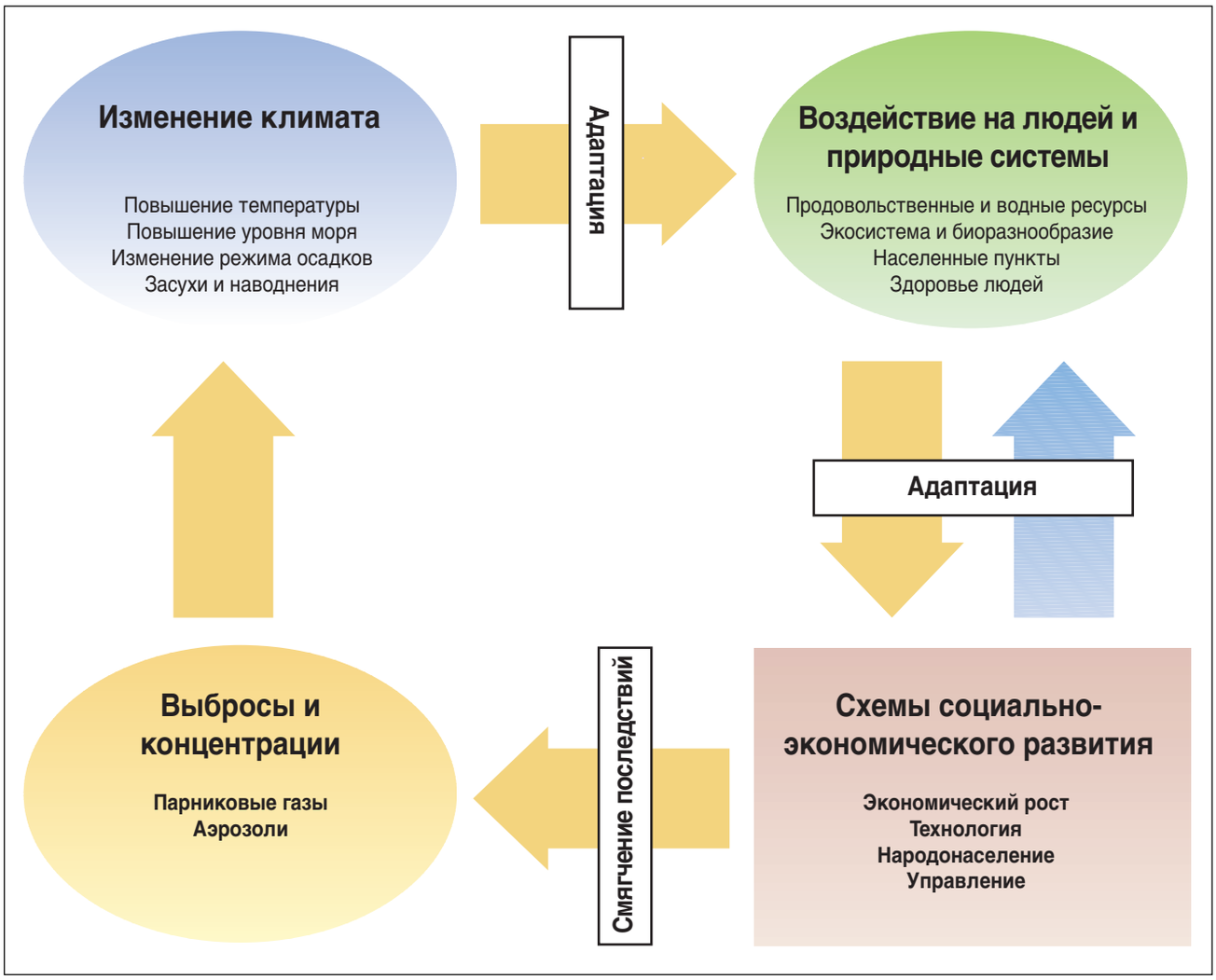


Рисунок 1-1. Изменение климата – общая схема. Схематическое и упрощенное изображение системы комплексной оценки в ходе рассмотрения антропогенного воздействия на изменение климата. Желтые стрелки показывают полный цикл причинно-следственной связи между четырьмя квадрантами, изображенными на рисунке, а голубая стрелка указывает на реакцию общества на воздействие, обусловленное изменением климата. Как для развитых, так и для развивающихся стран каждая **схема социально-экономического развития**, проанализированная в Специальном докладе "Сценарии выбросов", характеризуется соответствующими движущими силами, которые обуславливают выбросы парниковых газов, аэрозолей и прекурсоров, среди которых самое важное место занимает диоксид углерода (CO_2). **Выбросы** парниковых газов **накапливаются в атмосфере, обуславливая изменение концентрации** и нарушение естественного равновесия, в зависимости от таких физических процессов, как солнечная радиация, образование облаков и выпадение дождей. Аэрозоли также приводят к загрязнению воздуха (например кислотные дожди), которые наносят ущерб антропогенным и природным системам (на рисунке не показано). Повышенный парниковый эффект начнет приводить к **изменению климата** в отдаленном будущем, что приведет к соответствующему **воздействию на природные и антропогенные системы.** Вполне возможно, что между изменениями в этих системах и климатом существует обратная связь (на рисунке не показана), например, эффект альбедо в результате изменений в землепользовании и другие, возможно более крупные, взаимодействия между системами и атмосферными выбросами (например воздействие изменений в землепользовании (также не показано)). Эти изменения в конечном итоге скажутся на схемах социально-экономического развития. Схемы развития также оказывают прямое воздействие на природные системы (показаны в виде стрелки, идущей в направлении, противоположном движению часовой стрелки, от квадрата, изображающего схемы развития), например, изменения в землепользовании, ведущие к обезлесению. Этот рисунок иллюстрирует динамический цикл взаимосвязи между различными параметрами изменения климата, для которого характерен значительный сдвиг во времени. Так, например, между выбросами и воздействиями, с одной стороны, и социально-экономическими и технологическими схемами развития, с другой, существует сложная связь. Важный вклад ТДО заключается в тщательном рассмотрении социально- экономического развития (показанного справа внизу в виде квадрата) посредством анализа взаимосвязей между выбросами парниковых газов и схемами развития (в СДСВ) и оценке предварительной работы по определению связи между адаптацией, смягчением последствий и схемами развития (РГII и РГIII). Однако в ТДО все же не удалось сделать полную комплексную оценку изменения климата, поскольку экспертам не удалось установить динамичную связь между всеми компонентами цикла. Адаптация и смягчение последствий показаны в виде факторов, которые приводят к изменению воздействий, изображенных на рисунке.

и находить нужный баланс между недостаточными или чрезмерными действиями, а также тщательно учитывать последствия (как экологические, так и экономические), вероятность их возникновения и отношение общества к возможному риску. Этот риск, вероятнее всего, будет разным для разных стран и для разных поколений. В этой связи встает вопрос о том, «каким должен быть наиболее эффективный курс действий в ближайшем будущем с учетом ожидаемого изменения климата в долгосрочном плане и связанных с этим неопределенностей».

РГII ТДО

1.9 **Воздействия в результате изменения климата являются частью более крупного вопроса о том, каким образом сложные социальные, экономические и экологические субсистемы взаимодействуют друг с другом и определяют прогнозы в области устойчивого развития.** Связей между этими системами существует множество. Экономическое развитие воздействует на баланс экосистемы и, в свою очередь, само подвергается воздействию, обусловленному состоянием этой экосистемы; нищета может быть одновременно и результатом, и причиной деградации окружающей среды; образ жизни, который характеризуется интенсивным использованием материалов и энергии, и дальнейшие высокие уровни потребления за счет невозобновляемых источников ресурсов, а также быстрый рост численности населения вряд ли совместимы с принципами устойчивого развития; а чрезмерный уровень социально-экономического неравенства в рамках отдельных групп и между странами, может подорвать социальную сплоченность, которая содействует обеспечению устойчивости и повышению эффективности программных мер, принимаемых в порядке реагирования на эти проблемы. В то же время программные решения в социально-экономической области и области технологии, которые принимаются по причинам, не связанным с климатом, оказывают существенное воздействие на политику в области климата и воздействия, обусловленные его изменением, а также на другие экологические проблемы (см. вопрос 8). Кроме того, критические пороговые величины воздействия и уязвимости к изменению климата непосредственно связаны с экологическими, социальными и экономическими условиями и институциональным потенциалом.

РГIII ТДО, раздел 10.3.2

1.10 **В результате этого политика в области климата может быть более эффективной, если она является частью более широких стратегий, направленных на придание национальным и региональным схемам развития более устойчивого характера.** Это объясняется тем, что воздействие изменчивости и изменения климата, мер реагирования на изменение климата и связанное с этим социально-экономическое развитие будет так или иначе сказываться на способности стран решать задачи по достижению устойчивого развития; в то же время работа по решению этих задач будет, в свою очередь, сказываться на возможностях принятия мер, связанных с изменением климата, и их успешной реализации. В частности, социально-экономические и технологические характеристики различных схем развития будут оказывать существенное воздействие на уровень выбросов, темпы и масштабы изменения климата, последствия изменения климата, адаптационный потенциал и способность принимать меры по смягчению последствий. В Специальном докладе «Сценарии выбросов» (СДСВ, см. вставку 3-1) описываются различные правдоподобные состояния нашего мира в будущем с самыми разными характеристиками, каждое из которых может иметь самые различные последствия для будущего климата и политики в области климата.

РГII ТДО, глава 18, РГIII ТДО, главы 8, 9 и 10 и СДСВ

1.11 **ТДО содержит оценку имеющейся информации о сроках, возможностях, издержках, выгодах и последствиях реализации различных вариантов смягчения последствий и адаптации.** Он указывает на то, что у всех стран, которые действуют в индивидуальном порядке или в сотрудничестве с другими странами, есть возможности снизить расходы по смягчению последствий и адаптации и обеспечить выгоды, связанные с достижением устойчивого развития.

Вопрос 2

B2

Каковы доказательства, причины и последствия изменений климатической системы Земли, произошедших с начала доиндустриальной эпохи?

(а) Изменялся ли климат Земли с начала доиндустриальной эпохи на региональном и/или глобальном уровне? Если изменялся, то какую часть наблюдаемых изменений, если таковые есть, можно отнести на счет антропогенного воздействия и какую часть - на счет природных явлений? Что лежит в основе такого отнесения?

(б) Что известно об экологических, социальных и экономических последствиях изменения климата, произошедших после доиндустриальной эпохи и особенно за последние 50 лет?

2.1 Ответ на эти вопросы сводится к определению классического измерения параметров климата (например температуры, осадков, уровня моря, а также экстремальных явлений, включая наводнения, засухи и штормы), других компонентов климатической системы Земли (например парниковых газов и аэрозолей, экологических систем), а также здоровья людей и положения в социально-экономических секторах. *Изменение* климата, в соответствии с определением МГЭИК, означает статистически значимую изменчивость на протяжении длительного периода времени, обычно несколько десятилетий или больше. Оно включает сдвиги в частотности и масштабе спорадических погодных явлений, а также медленное и непрерывное повышение средней температуры на поверхности Земли. Таким образом, анализируемый здесь вопрос включает колебания климата-погоды в пределах всех временных и пространственных шкал, которые варьируются от коротких жестоких штормов до сезонных явлений типа Эль-Ниньо, засух, классифицируемых по десятилетней шкале, и вековые колебания температуры и ледяного покрова. Хотя быстротечные колебания климата в настоящее время, как считается, носят преимущественно естественный характер, их воздействия анализируются в этом разделе, поскольку они представляют собой тот тип изменений, который может приобрести более доминирующий характер в условиях будущего климата, нарушенного деятельностью человека (см. вопрос 4). Установление причин этих явлений здесь используется в качестве своего рода процесса определения наиболее вероятных причин обнаруженных изменений на некотором определенном доверительном уровне. Этот анализ касается как изменения климата, который объясняется влиянием человека, так и изменения климата, которое в настоящее время, возможно, носит естественный характер, но в будущем может измениться под воздействием деятельности человека (см. вставку 3-1).

2.2 **Совершенно очевидно, что климатическая система Земли изменялась с начала доиндустриальной эпохи как на глобальном, так и на региональном уровнях, причем некоторые из этих изменений следует отнести на счет антропогенной деятельности.**

2.3 **Выбросы парниковых газов и аэрозолей, обусловленные антропогенной деятельностью, продолжают изменять атмосферу таким образом, что, как ожидается, это может сказаться на климате (см. таблицу 2-1).**

2.4 **Концентрации парниковых газов в атмосфере и их внешнее радиационное воздействие, в общем и целом, в течение XX века увеличивались в результате антропогенной деятельности**. Концентрация практически всех парниковых газов достигла максимального зарегистрированного уровня в 90-х годах и продолжает повышаться (см. рисунок 2-1). На протяжении последних 420 тысяч лет концентрации диоксида углерода (CO_2) и метана (CH_4) в атмосфере подвергались существенным колебаниям в ходе ледниковых эпох и межледниковья, однако даже максимальные из этих предшествующих величин гораздо меньше, нежели нынешние атмосферные концентрации этих газов. С точки зрения радиационного воздействия парниковых

РГI ТДО, главы 3 и 4, и СДГА

РГI ТДО РП и РГII ТДО РП

Вставка 2-1 Заключение, касающееся доверительных уровней и вероятности.

В соответствующих случаях авторы Третьего доклада об оценке установили соответствующие доверительные уровни, которые представляют собой их коллективное суждение относительно достоверности того или иного вывода, сделанного на основе данных наблюдения, результатов моделирования и рассмотренных ими теоретических выкладок. В тексте обобщенного доклада и ТДО применительно к выводам РГ I используются следующие термины: *практически достоверно* (вероятность того, что вывод верен, составляет более 99%); *весьма вероятно* (вероятность 90-99%); *вероятно* (вероятность 66-90%); *средняя вероятность* (вероятность 33-66%); *маловероятно* (вероятность 10-33%); *весьма маловероятно* (вероятность 1-10%); и *практически невероятно* (вероятность менее 1%). Четко указанный предел неопределенности (±) представляет собой *вероятный* предел. Оценки доверительного уровня применительно к выводам РГ II являются: *очень высокими* (95% и выше), *высокими* (67-95%), *средними* (33-67%), *низкими* (5-33%) и *очень низкими* (5% и меньше). Доверительные уровни в отношении выводов РГ III не установлены.

Вопрос 3

В3

Что известно о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях через 25, 50 и 100 лет, ассоциируемых с выбросами парниковых газов в некотором диапазоне, заложенном в сценариях, использованных в ТДО (прогнозы, которые предполагают отсутствие программных мер вмешательства в связи с изменением климата)?

По возможности, оценить:

- прогнозируемые изменения атмосферных концентраций, климата и уровня моря;
- воздействия и экономические расходы и выгоды, обусловленные изменением климата и состава атмосферы, с точки зрения здоровья людей, разнообразия и продуктивности экологических систем и социально-экономических секторов (в особенности сельского хозяйства и водопользования);
- ряд вариантов по адаптации, включая расходы, выгоды и задачи;
- вопросы развития, устойчивости и справедливости, связанные с воздействием и адаптацией на региональном и глобальном уровнях.

3.1 В качестве сценариев выбросов парниковых газов, используемых для расчета прогнозов климата в ТДО, использованы сценарии, содержащиеся в Специальном докладе МГЭИК «Сценарии выбросов» (см. вставку 3-1). Поскольку сценарии СДСВ были разработаны совсем незадолго до подготовки ТДО к печати, включить оценки воздействия, основанные на этих сценариях, не удалось. В этой связи оценки воздействий в ТДО рассчитаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например 2xCO_2), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). Поэтому задача поиска ответа на этот вопрос заключается в апробировании и отображении этих результатов воздействия в сравнении с результатами изменения климата, рассчитанных с использованием сценариев СДСВ. Это предполагает необходимость применения различных вариантов аппроксимации, в связи с чем можно сделать лишь выводы на качественном уровне. Прогнозирование тенденций в области изменчивости климата, экстремальных явлений и внезапных/нелинейных изменений изложено в Вопросе 4.

Вставка 3-1	Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей, обусловленные антропогенной деятельностью, приведут к такому изменению состава атмосферы, которое, как предполагается, должно воздействовать на климат.

Изменение климата обусловлено внутренней изменчивостью климатической системы и действием внешних факторов (как естественных, так и антропогенных). Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей определяются такими движущими факторами, как демографическая структура, социально-экономическое развитие и технический прогресс, и в этой связи характеризуются существенной неопределенностью. Сценарии представляют собой альтернативное отображение вероятных вариантов изменения ситуации в будущем и являются подходящим инструментом анализа возможного воздействия в будущем движущих факторов на последствия выбросов и оценки связанных с этим неопределенностей. Сценарии СДСВ, разработанные в порядке обновления серии сценариев IS92, состоят из шести сценарных групп, основанных на описательных сюжетных линиях, которые построены с учетом широкого спектра этих движущих факторов (см. рисунок 3-1). Они включают четыре комбинации изменения демографической структуры, социально-экономического развития и масштабных технологических изменений (A1B, A2, B1, B2). Две другие сценарные группы A1FI, A1T разработаны для непосредственного анализа альтернативных технологических изменений в области энергетики применительно к сценарию A1B (см. рисунок 3-1a). Итоговые выбросы парниковых газов CO_2, CH_4 и N_2O, наряду с выбросами SO_2, которые ведут к образованию сульфат-аэрозолей, показаны на рисунках 3-1b – 3-1e; важное значение имеют также другие газы и твердые частицы. Эти выбросы приводят к изменению концентраций этих газов и аэрозолей в атмосфере. Изменения концентраций, рассчитанные на основе сценариев СДСВ, показаны на рисунках 3-1f – 3-1i. Следует иметь в виду, что в случае газов, которые сохраняются в атмосфере в течение длительного периода, например CO_2, показанных на графике (f), их атмосферная концентрация реагирует на изменение уровня выбросов относительно слабо (см., например, рисунок 5-3). Что касается быстро распадающихся газов и аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, показанных на графике (i), то их атмосферная концентрация изменяется гораздо быстрее. Воздействие изменений концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере на климатическую систему можно, в общем и целом, сопоставить с использованием концепции радиационного воздействия, которое является своеобразной мерой воздействия, оказываемого тем или иным фактором на изменение баланса поступающей и отходящей энергии в системе “Земля-атмосфера”. Позитивное радиационное воздействие, которое, например, возникает в результате повышения концентрации парниковых газов, приводит, как правило, к повышению температуры поверхности; и напротив, негативное радиационное воздействие, которое может возникнуть в результате увеличения концентраций некоторых видов аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, приводит, как правило, к снижению температуры поверхности. Радиационное воздействие, обусловленное повышением концентраций, отображенных на графиках (f) – (i), показано на графике (j). Следует иметь в виду, что, как и в случае сценариев IS92, все комбинации выбросов парниковых газов и аэрозолей в сценариях СДСВ приводят к повышению радиационного воздействия.

РГI ТДО, главы 3, 4, 5 и 6

3.2 **Согласно прогнозам, полученным на основе всех сценариев выбросов МГЭИК, концентрации диоксида углерода, средняя температура поверхности Земли в глобальном масштабе и уровень моря должны в XXI веке увеличиться.**

3.3 **Для всех сценариев выбросов СДСВ атмосферная концентрация CO_2 должна увеличиться.** Для шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ

РГI ТДО, раздел 3.7.3.3

прогнозируемая концентрация CO_2 – основного парникового газа антропогенного происхождения – в 2100 году составит 540-970 млн.$^{-1}$ против приблизительно 280 млн.$^{-1}$ в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368 млн.$^{-1}$ в 2000 году (см. рисунок 3-1f). В эти прогнозы включены обратная реакция системы "суша-океан" на изменение климата. Различные социально-экономические допущения (демографические, социальные, экономические и технологические) дают различные уровни выбросов парниковых газов и аэрозолей в будущем. Дальнейшие факторы неопределенности, прежде всего касающиеся устойчивости нынешних процессов абсорбции (поглотителей углерода) и масштабов воздействия климата на земную биосферу, обуславливают колебания концентрации в 2100 году в пределах от –10 до +30% по каждому сценарию. В этой связи общие пределы составляют 490-1260 млн.$^{-1}$ (75-350% по сравнению с концентрацией 1750 года (в доиндустриальную эпоху)).

3.4 **Концентрации основных парниковых газов, кроме CO_2, в 2100 году прогнозируются в широком диапазоне по всем шести иллюстративным сценариям СДСВ.** В большинстве случаев в соответствии с A1B, A1T и B1 прогнозируются минимальные увеличения, а в соответствии с A1F1 и A2 – максимальные (см. рисунки 3-1g и 3-1h).

РГI ТДО, раздел 4.4.5 и РГI ТДО, вставка 9-1

3.5 **Сценарии СДСВ включают возможность либо повышения, либо снижения концентрации аэрозолей антропогенного происхождения в зависимости от масштабов использования ископаемых видов топлива и программ в области сокращения выбросов загрязняющих веществ.** Как видно из рисунка 3-1i, концентрации сульфат-аэрозолей должны, согласно прогнозам, рассчитанным с применением всех шести иллюстративных сценариев СДСВ, упасть к 2100 году ниже нынешних уровней. Это приведет к некоторому потеплению по сравнению с нашим временем. Кроме того, концентрации аэрозолей естественного происхождения (например морская соль, пыль и выбросы, ведущие к образованию сульфат – и углерод-аэрозолей) должны, по прогнозам, в результате изменения климата повыситься.

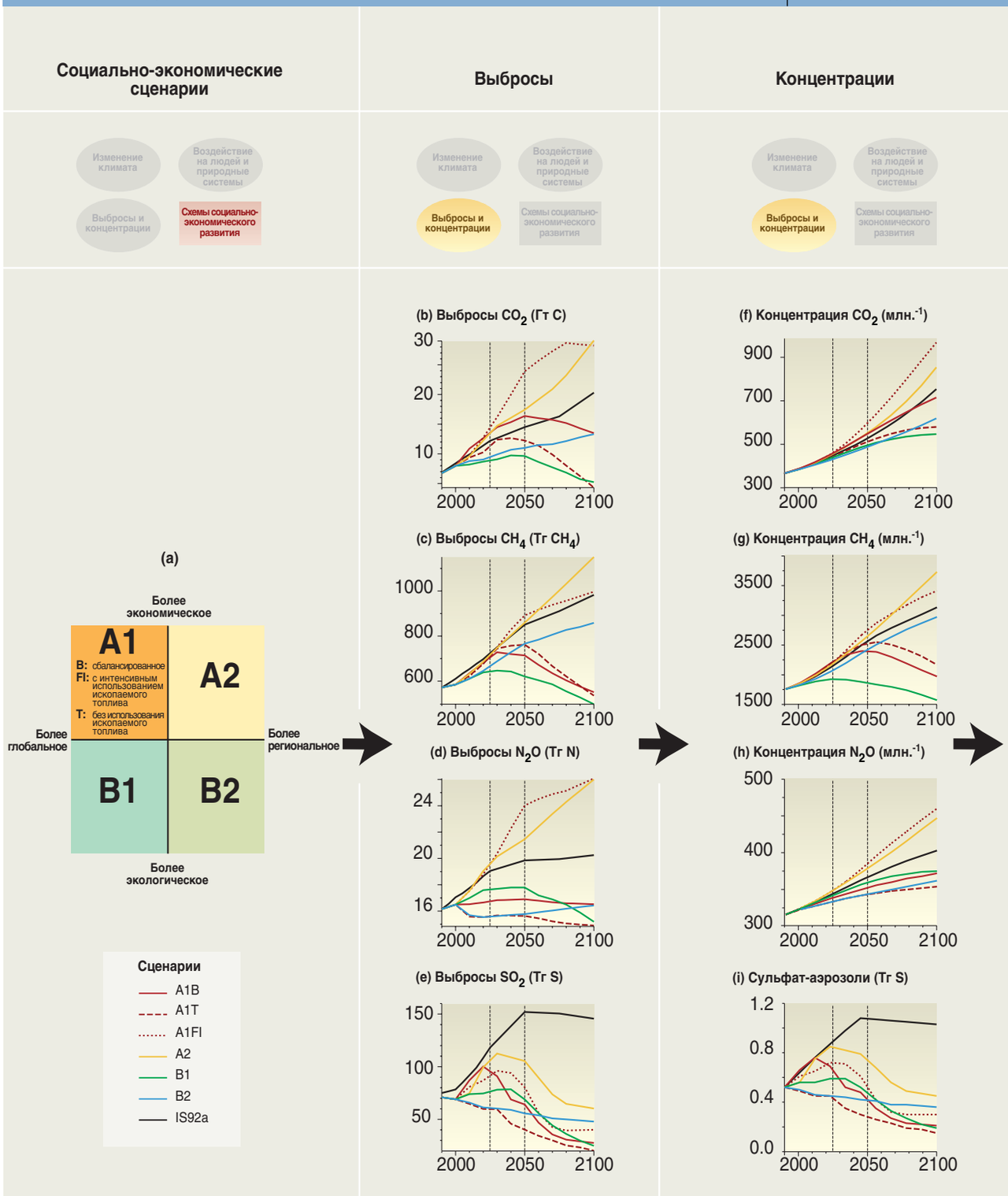
РГI ТДО, раздел 5.5 и СДСВ, раздел 3.6.4

3.6 **Средняя температура поверхности Земли, по прогнозам, должна увеличиться в период с 1990 по 2100 год на 1,4-5,8°C (см. рисунок 3-1k). Это приблизительно в 2-10 раз выше средней величины потепления, наблюдавшегося в течение XX века, причем прогнозируемые темпы потепления вполне могут оказаться, если исходить из палеоклиматических данных, самыми высокими, по крайней мере, за последние 10 000 лет (см. рисунок 9-1).** В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое увеличение составит 0,4-1,1°C и 0,8-2,6°C соответственно. Эти результаты рассчитаны для всей совокупности, включающей 35 сценариев СДСВ, на основе целого ряда климатических

РГI ТДО, раздел 9.3.3

Рисунок 3-1. Различные социально-экономические допущения, на которых строятся сценарии СДСВ, обуславливают различные уровни будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей. Эти выбросы в свою очередь приводят к изменению концентрации этих газов и аэрозолей в атмосфере и, как следствие, к изменению радиационного внешнего воздействия на климатическую систему. Радиационное воздействие, предусмотренное в сценариях СДСВ, обуславливает прогнозируемое повышение температуры и уровня моря, что в свою очередь вызывает соответствующие воздействия. Сценарии СДСВ построены без учета дополнительных инициатив, связанных с изменением климата, и без указания степени вероятности наступления тех или иных событий. Поскольку сценарии СДСВ были получены практически накануне подготовки ТДО, приведенные здесь оценки воздействий разработаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например 2xCO_2), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). В свою очередь воздействие может сказаться на схемах социально-экономического развития в результате, например, принятия мер по адаптации и смягчению последствий. Выделенные элементы в верхней части рисунка иллюстрируют взаимосвязь между различными аспектами и комплексной схемой оценки, используемой для анализа изменения климата (см. рисунок 1-1).

РГI ТДО, рисунки 3.12, 4.14, 5.13, 9.13, 9.14 и 11.12, РГII ТДО, рисунки 19-7, и СДСВ, рисунки РП-2, РП-5, РП-6, и ТР-10



A1FI, A1T и A1B

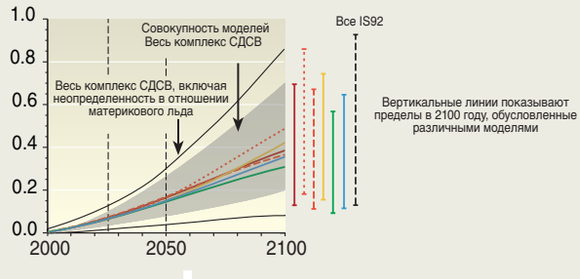
Группа сценариев и сюжетных линий развития A1 описывает будущий мир, характеризующийся весьма быстрыми темпами экономического роста, численностью глобального населения, пик которого приходится на середину столетия и которое затем постепенно сокращается, и быстрыми темпами внедрения новых и более эффективных технологий. Основными направлениями является сглаживание различий между регионами, создание потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей, а также существенное сокращение региональных различий в доходе на душу населения. Группа сценариев A1 подразделяется на три подгруппы, которые описывают альтернативные направления технологических изменений в системе энергетики. Эти подгруппы отличаются друг от друга технологической направленностью: интенсивное использование ископаемых видов энергии (A1FI), использование источников энергии, помимо ископаемых видов топлива (A1T), или сбалансированное использование всех источников (A1B) (где сбалансированность определяется как не слишком интенсивное использование какого-либо одного конкретного источника энергии при условии, что работа по совершенствованию всех технологий энергоснабжения и конечного использования проводится в одинаковой степени).

Внешнее радиационное воздействие

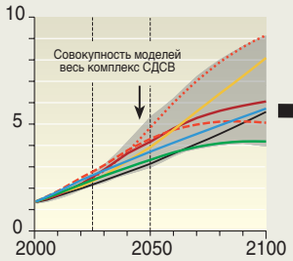
Изменение температуры и уровня моря

Причины для беспокойства

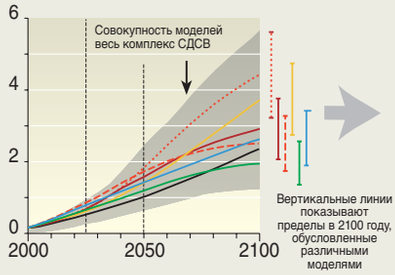
(l) Повышение уровня моря (м)



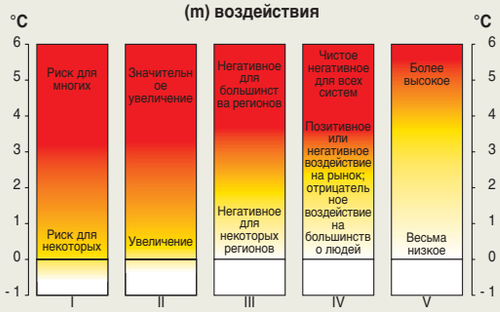
(j) Радиационное внешнее воздействие (Втм$^{-2}$)



(k) Изменение температуры (°C)



Причины для беспокойства (m) воздействия



I Риск для уникальных систем и систем, находящихся под угрозой
II Риск в результате экстремальных климатических явлений
III Распределение воздействий
IV Совокупное воздействие
V Риск в результате будущих крупномасштабных нарушений

Сценарии

- A1B
- A1T
- A1FI
- A2
- B1
- B2
- IS92a

A2

Группа сценариев и сюжетных линий A2 описывает весьма разнообразные условия в мире. Основной момент заключается в опоре на собственные силы и сохранении местной самобытности. Коэффициенты рождаемости по регионам выравниваются очень медленно, что приводит к постоянному росту численности населения. Экономическое развитие ориентировано в первую очередь на уровне регионов, а экономический рост и технический прогресс в расчете на душу населения носит более разобщенный и медленный характер, нежели в случае других сюжетных линий.

B1

Группа сценариев и сюжетных линий B1 описывает условия развития мира с выравниванием характеристик при том же общем количестве населения, что и в случае сюжетной линии A1, пик роста которого приходится на середину столетия с последующим снижением, однако в условиях более быстрого изменения экономических структур в сторону экономики, ориентированной на обслуживание и информационные технологии, а также сокращение материалоемкости и внедрения чистых и ресурсоэффективных технологий. Акцент в этой группе сценариев сделан на глобальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости, включая укрепление справедливости, но без дополнительных инициатив, связанных с изменением климата.

B2

Группа сценариев и сюжетных линий B2 описывает условия развития мира, в котором акцент сделан на локальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно растущей численностью общего населения Земли, темпы которого ниже, чем в случае A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрым и более разнообразным техническим прогрессом, чем в случае сюжетных линий B1 и A1. Хотя этот сценарий также ориентирован на защиту окружающей среды и повышение социальной справедливости, он, тем не менее, ограничивается главным образом местным и региональным уровнями.

моделей[4]. По этим прогнозам, повышение температуры будет более существенным по сравнению с прогнозами, содержащимися в ВДО, в соответствии с которыми оно должно составлять, согласно шести сценариям IS92, 1-3,5°C. Более высокие прогнозируемые температуры и более широкий диапазон обусловлены в первую очередь более низкими прогнозируемыми выбросами CO_2 в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92 в силу структурных изменений в системе энергетики и мер по снижению загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях.

РГI ТДО, раздел 9.3.3

3.7 **К 2100 году диапазон изменения температуры поверхности, согласно различным климатическим моделям для одного и того же сценария выбросов, сопоставим с диапазоном, рассчитанным на основе различных сценариев выбросов СДСВ для одной климатической модели.** Из рисунка 3-1 видно, что сценарии СДСВ, предусматривающие самые высокие уровни выбросов, предполагают самое большое прогнозируемое повышение температуры. Дополнительные неопределенности порождаются неопределенностями, связанными с радиационным воздействием. Наибольшая неопределенность с точки зрения радиационного воздействия обусловлена сульфат-аэрозолями.

РГI ТДО, раздел 9.3.1

3.8 **Глобальный среднегодовой уровень осадков в XXI веке должен, по прогнозам, увеличиться.** Глобальная средняя концентрация водяных паров и уровень испарения также, по прогнозам, должны увеличиться.

РГI ТДО, раздел 11.5.1

3.9 **Глобальный средний уровень моря в период с 1990 по 2100 год должен, по прогнозам, повыситься в пределах 0,09-0,88 м, согласно всем сценариям СДСВ (см. рисунок 3-1l).** В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое повышение составит 0,03-0,14 м и 0,05-0,32 м соответственно. Это обусловлено в первую очередь тепловым расширением океанов и таянием ледников и ледяных шапок. Диапазон повышения уровня моря, рассчитанный на основе сценариев IS92, который указан в ВДО, составляет 0,13-0,94 метра. Несмотря на более высокое прогнозируемое повышение температуры в этой оценке, прогнозируемое повышение уровня моря несколько меньше, что обусловлено в первую очередь использованием более совершенных моделей, предполагающих менее выраженное влияние на эти явления ледников и ледяных шапок.

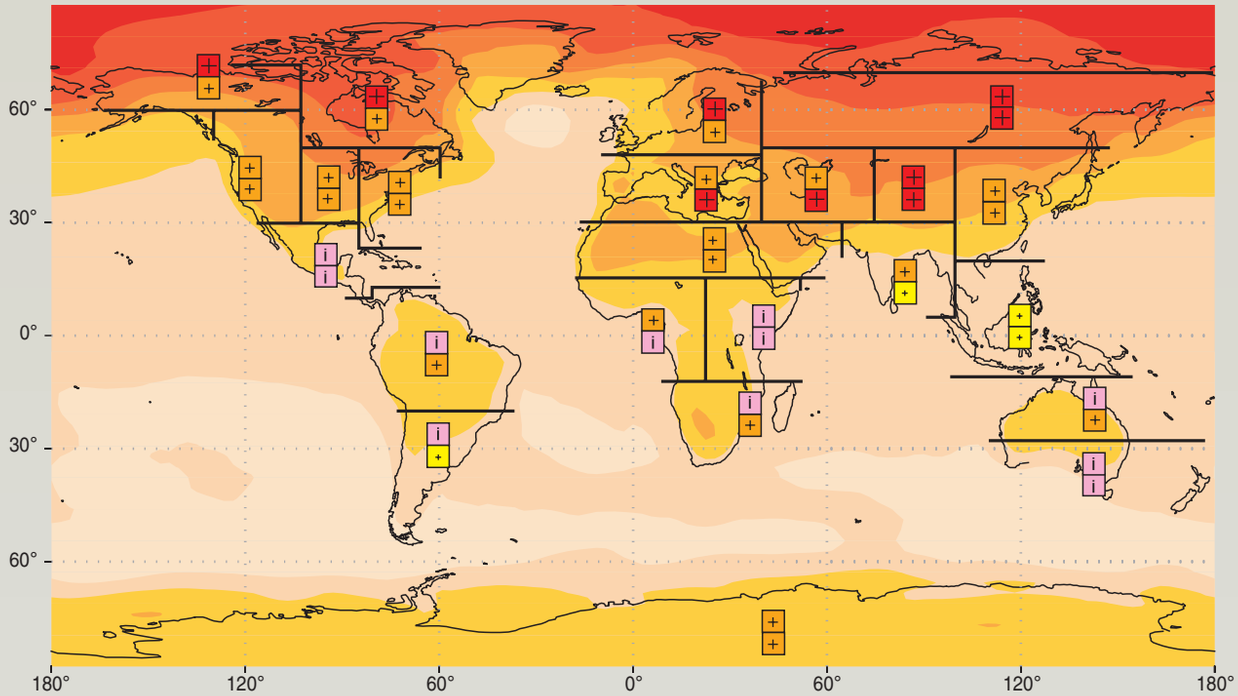
РГI ТДО, рисунки 9.10d и 9.10e, РГI ТДО, вставка 10.1 (рисунок 1)

Рисунок 3-2. Среднегодовое изменение температуры (показано с помощью цветового затенения фона) для: (a) сценария A2 СДСВ и (b) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961-1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогона AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного потепления по регионам (т.е. потепление по отношению к среднему глобальному потеплению, рассчитанному для каждой модели) для одних и тех же сценариев. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов потепления: согласованность расчетов потепления, превышающего на 40% глобальный среднегодовой показатель (*гораздо выше среднего уровня потепления*); согласованность расчетов потепления, превышающего глобальный среднегодовой показатель (*выше среднего показателя потепления*); согласованность расчетов потепления, меньшего чем глобальный среднегодовой показатель (*ниже среднего уровня потепления*); или несоответствие расчетов масштаба относительного регионального потепления, рассчитанного с помощью различных моделей (*масштабы потепления не соответствуют*). Предусмотрена также соответствующая категория согласованности расчетов похолодания (эта категория не проявилась ни в одном из случаев). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей. В моделях использовались следующие диапазоны глобального среднегодового потепления: 1,2-4,5°C для A2 и 0,9-3,4°C для B2, в связи с чем региональное повышение на 40% вписывается в следующие диапазоны потепления: 1,7-6,3°C для A2 и 1,3-4,7°C для B2.

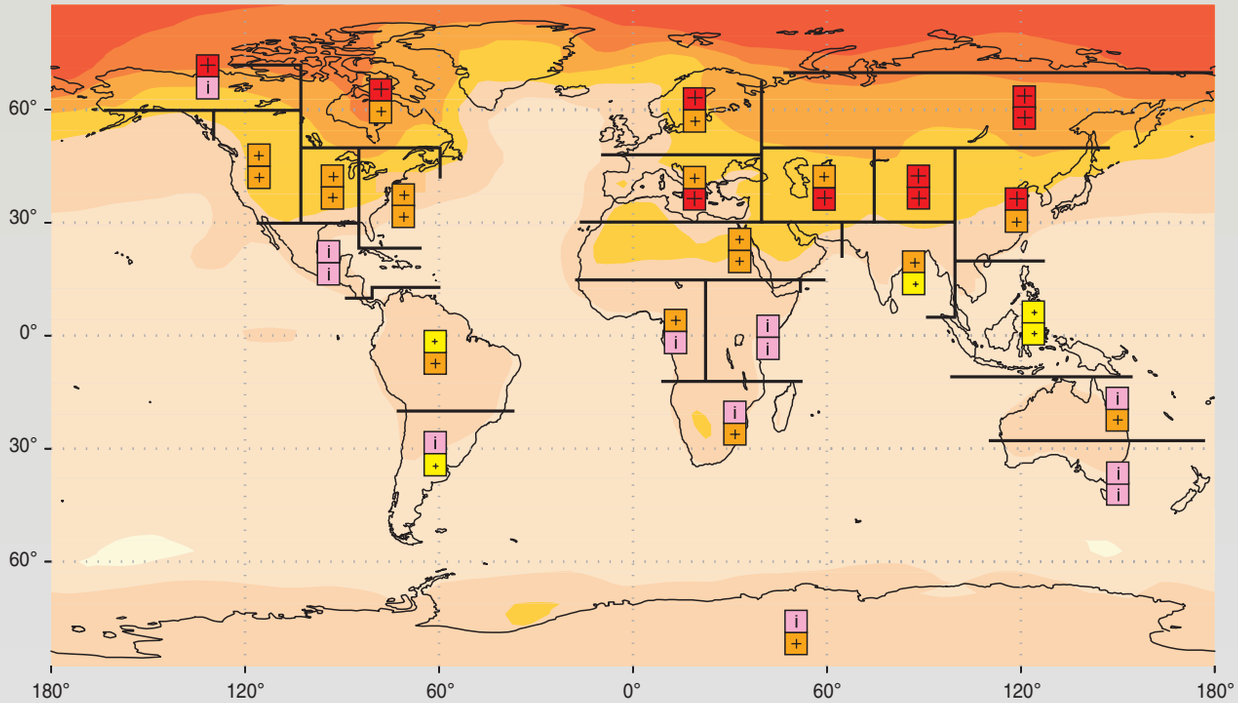
[4] Основным инструментом прогнозирования будущего изменения климата являются сложные климатические модели, построенные на физических параметрах. Для анализа тенденций с использованием всей совокупности сценариев они дополняются простыми климатическими моделями, откалиброванными таким образом, чтобы получить ту же реакцию в плане повышения температуры и уровня моря, что и в случае сложных климатических моделей. Эти прогнозы рассчитываются с использованием простой климатической модели, в которой чувствительность климата и поглощение тепла океаном откалиброваны по каждой из семи сложных климатических моделей. Чувствительность климата, заложенная в простой модели, варьируется в пределах от 1,7 до 4,2°C, что сопоставимо с общепринятым диапазоном 1,5-4,5°C. В случае расчетов с использованием модели общей циркуляции в системе "атмосфера-океан" (AOGCM) на конец XXI века (2071–2100 годы) по сравнению с периодом 1961-1990 годов среднее потепление по сценарию СДСВ A2 составляет 3°C с разбросом в диапазоне от 1,3 до 4,5°C, а для сценария СДСВ B2 среднее потепление составляет 2,2°C с разбросом в диапазоне от 0,9 до 3,4°C.

Изменение температуры по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



b) Сценарий B2



Изменение температуры по отношению к среднему глобальному показателю, рассчитанному с помощью модели

- Гораздо выше среднего уровня потепления
- Выше среднего уровня потепления
- Ниже среднего уровня потепления
- Масштабы потепления не соответствуют
- Похолодание

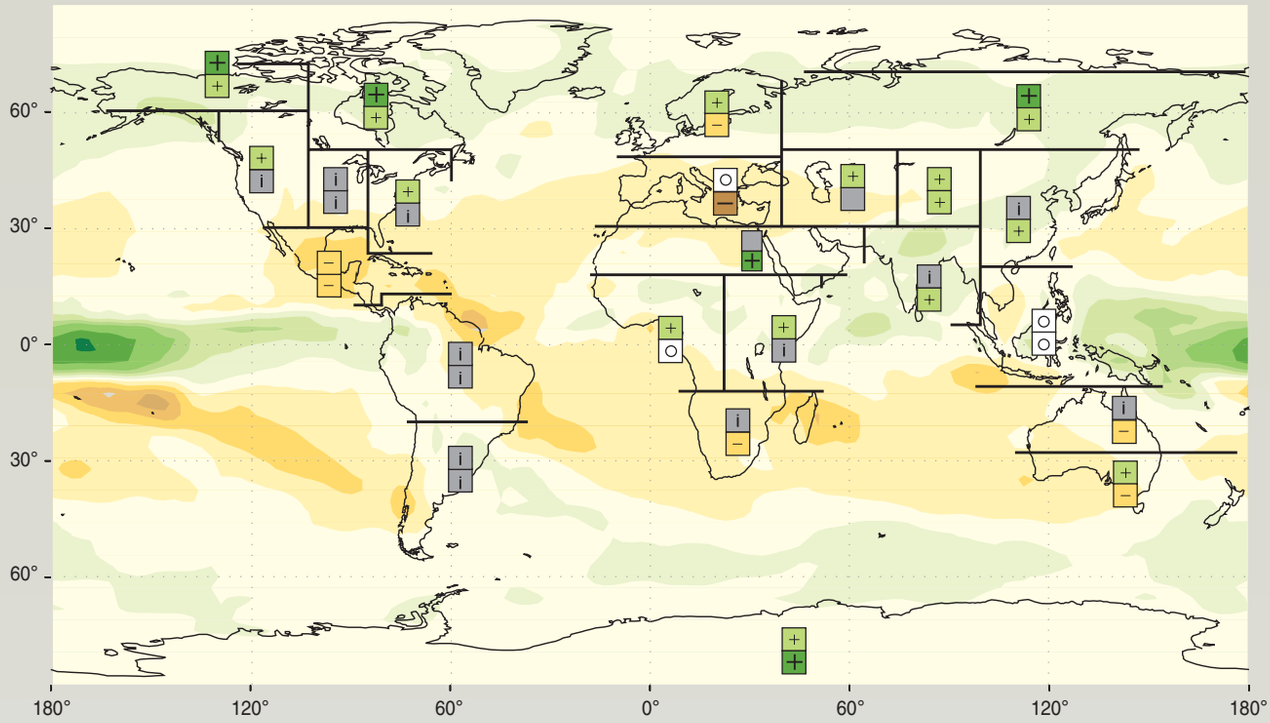
Изменение глобальной средней температуры (в °C)

- 2 - 1 0 1 2 3 4 5 6 8 10 12

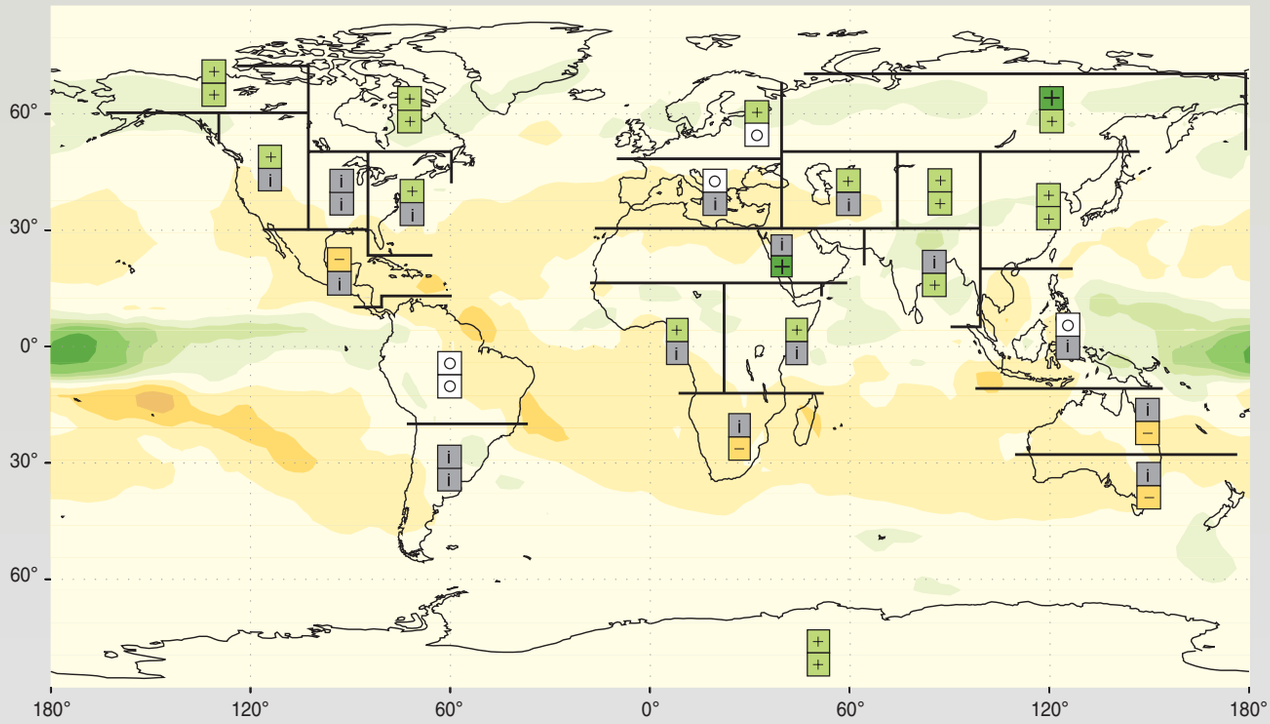
- декабрь-январь-февраль
- июнь-июль-август

Изменение уровня осадков по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



b) Сценарий B2



Изменение уровня осадков

- Значительное повышение
- Небольшое повышение
- Без изменений
- Небольшое снижение
- Значительное снижение
- Знак несоответствия

Изменение глобального среднего уровня осадков (мм день$^{-1}$)

- 1 | - 0.75 | - 0.50 | - 0.25 | 0 | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1 | 1.5 | 2 | 3

- декабрь-январь-февраль
- июнь-июль-август

3.10 **По прогнозам, изменение климата и уровня моря будет варьироваться, по сравнению с глобальным средним изменением, в существенных пределах в зависимости от региона.**

3.11 **Весьма вероятно, что температура практически всех материковых районов будет повышаться быстрее, нежели в среднем по земному шару, особенно в зимнее время в районах, расположенных в высоких широтах северного полушария.** Наиболее заметным в этом плане будет потепление в северных районах Северной Америки и в северных и центральных районах Азии, которое будет превосходить глобальное среднее потепление, в соответствии с каждой моделью, более чем на 40%. Напротив, в южной и юго-восточной части Азии в летнее время и в южной части Южной Америки в зимнее время оно будет меньшим по сравнению с глобальным средним уровнем (см. рисунок 3-2).

РГI ТДО, раздел 10.3.2

3.12 **В региональном масштабе прогнозируется как увеличение, так и уменьшение уровня осадков, в общем и целом, на 5-20%.** Вполне вероятно, что уровень осадков увеличится в регионах, расположенных в высоких широтах, как в летнее, так и в зимнее время. Увеличение также прогнозируется в средних широтах северного полушария, тропической Африке и Антарктике в зимнее время и в южной и восточной части Азии в летнее время. Что касается Австралии, Центральной Америки и южной части Африки, то, по прогнозам, уровень осадков в зимнее время в виде дождя будет постоянно снижаться. Вполне вероятно, что в большинстве районов, в которых прогнозируется увеличение среднего уровня осадков, будут наблюдаться более широкие годовые колебания в режиме осадков (см. рисунок 3-3).

РГI ТДО, раздел 10.3.2

3.13 **По сравнению с прогнозируемым глобальным средним повышением уровня моря, этот показатель в разных регионах будет варьироваться, согласно прогнозам, в существенных пределах, поскольку уровень моря на береговой линии определяется многими факторами (см. рисунок 3-4).** Доверительный уровень распределения изменений в уровне моря по регионам, рассчитанный с помощью сложных моделей, низок, поскольку результаты, полученные на разных моделях, весьма неоднозначны, хотя практически все модели указывают на то, что повышение уровня океана в районе Арктики будет выше среднего, а в южном полушарии – ниже среднего.

РГI ТДО, раздел 11.5.2

Ледники и ледовые шапки, по прогнозам, будут постоянно отступать в течение всего XXI века. Снежный покров, вечная мерзлота и площадь морских льдов в северном полушарии будут, согласно прогнозам, сокращаться и впредь. Предполагается, что антарктический ледяной покров будет увеличиваться в результате более сильных осадков, в то время как ледяной покров Гренландии будет, скорее всего, уменьшаться в силу того, что темпы увеличения стока будут превышать темпы увеличения осадков. Проблемы, изложенные по поводу стабильности ледникового покрова в Западной Антарктике, рассматриваются в вопросе 4.

РГI ТДО, раздел 11.5.4

Рисунок 3-3. Среднегодовое изменение режима осадков (показано с помощью цветового затенения фона) для: (a) сценария A2 СДСВ и (b) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961-1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогона AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного изменения режима осадков по регионам. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов: согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (*значительное повышение*), согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению в пределах от 5 до 20% (*небольшое повышение*), согласованность расчетов изменения в пределах от –5 до +5% или согласованность расчетов по отношению к среднему изменению в пределах от –5 до +5% (*изменений нет*), согласованность расчетов снижения в пределах от 5 до 20% (*небольшое снижение*), согласованность расчетов снижения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (*значительное снижение*) или несоответствие расчетов (*знак несоответствия*). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей.

РГI ТДО, вставка 10.2 (рисунок 2)

3.15 **Прогнозируемое изменение климата будет оказывать как благотворное, так и отрицательное экологическое и социально-экономическое воздействие, однако чем больше будут изменения и темпы изменения климата, тем сильнее будут проявляться отрицательные последствия.**

3.16 **Последствия изменения климата будут проявляться тем сильнее, чем больше будут суммарные выбросы парниковых газов (*средний доверительный уровень*).** Изменение климата может иметь как благотворные, так и отрицательные последствия, однако отрицательные последствия будут, согласно прогнозам, превалировать во многих районах мира. Различные последствия изменения климата сопряжены с рисками, которые повышаются с увеличением глобальной средней температуры. Многие из этих рисков сгруппированы по пяти группам причин для беспокойства: опасности, которым подвергаются виды, находящиеся под угрозой исчезновения, и уникальные системы; ущерб, обусловленный экстремальными климатическими явлениями; последствия, которые сказываются наиболее сильно на развивающихся странах и беднейших слоях населения внутри стран; глобальные совокупные воздействия и крупномасштабные явления со значительными последствиями (см. вставку 3-2 и рисунок 3-1). Ниже кратко изложены последствия изменения климата для здоровья людей, экосистем, производства продовольственных товаров, водных ресурсов, небольших островных и низинных прибрежных районов и совокупной рыночной деятельности. Однако следует иметь в виду, что в большинстве из этих исследований будущие изменения частотности или интенсивности экстремальных явлений не учитывались (см. также вопрос 4).

РГII ТДО, разделы 1.2, 19.3, 19.5 и 19.8

Рисунок 3-4. В условиях глобальной окружающей среды уровень моря на береговой линии определяется многими факторами, которые действуют в широком диапазоне временных шкал: от нескольких часов (приливы и отливы) до нескольких миллионов лет (изменение бассейна океана в результате тектонических явлений и осаждения). В диапазоне временных шкал от нескольких десятилетий до нескольких столетий некоторые из крупнейших видов воздействия на средний уровень моря связаны с климатом и процессами его изменения.

РГI ТДО, вставка ТР-2

Вставка 3-2 Увеличение степени рисков, сопряженных с изменением климата, по мере повышения температуры.

- *Уникальные системы и системы, находящиеся под угрозой.* Некоторые изменения, касающиеся видов и систем, уже связываются с наблюдаемыми изменениями климата, причем некоторые весьма уязвимые виды и системы могут пострадать или даже оказаться под угрозой исчезновения в результате очень небольших изменений климата. Большее потепление может привести к увеличению опасности для этих видов и систем и поставить под угрозу дополнительные виды и системы.
- *Экстремальные климатические явления.* Увеличение частоты и интенсивности некоторых экстремальных явлений уже наблюдается в течение определенного времени (см. бопрос 2) и может ускориться по мере дальнейшего потепления, что приведет к увеличению опасности для здоровья людей, материальных ценностей, урожая, поголовья скота и экосистем. Эти опасности увеличиваются в тех случаях, когда работы по освоению проводятся в зонах, которые характеризуются динамичным и неустойчивым характером (например в поймах рек и низинных прибрежных районах) (см. также бопрос 4).
- *Неравномерное распределение воздействий.* Как правило, развивающиеся страны подвергаются большему риску неблагоприятных воздействий в результате изменения климата, чем развитые страны, причем для некоторых из них потепление меньше чем на несколько (“a few”) °C может привести к определенным рыночным выгодам. В случае более сильного потепления в большинстве районов будут проявляться преимущественно негативные последствия изменения климата. Однако развивающиеся страны, в общем и целом, будут и дальше подвергаться более сильному воздействию, нежели развитые страны. В отдельных странах степень уязвимости варьируется, и наиболее бедные слои населения зачастую подвергаются более сильному воздействию, которое может поставить под угрозу их жизнь и средства к существованию.
- *Глобальные совокупные воздействия.* В случае повышения температуры на несколько (“a few”) °C глобальные совокупные воздействия на рыночный сектор могут носить в одних случаях положительный, в других отрицательный характер, хотя большинство людей может оказаться в более неблагоприятном положении. С увеличением потепления вероятность негативных воздействий на рыночный сектор в глобальном масштабе повышается, причем для большинства людей эти воздействия будут носить преимущественно негативный характер.
- *Крупномасштабные явления со значительными последствиями.* Вероятность крупномасштабных явлений со значительными последствиями на уровне столетнего горизонта прогнозирования, таких, как прекращение термохалинной циркуляции или разрушение ледникового покрова западной части Антарктики в случае потепления менее чем на несколько (“a few”) °C, весьма низка. Степень риска, который представляет собой произведение вероятностей наступления этих событий и масштаба их последствий, количественно практически не определена. В случае более сильного потепления и с учетом горизонта прогнозирования более чем на сто лет степень вероятности и рисков увеличивается, однако оценить величину этого увеличения на данный момент не представляется возможным. См. также Вопрос 4.

РГII ТДО, разделы 5.2, 5.4 и 19.3

РГII ТДО, разделы 15.2 и 19.6

РГII ТДО, раздел 19.4

РГII ТДО, раздел 19.5

РГII ТДО, раздел 19.6

Здоровье людей

РГII ТДО, разделы 5.3, 9.1, 9.5 и 9.11

3.17 **В общем и целом, изменение климата должно привести, по прогнозам, к увеличению опасности для здоровья людей, прежде всего в группах населения с более низким уровнем дохода, преимущественно в тропических/субтропических странах.** Изменение климата может сказаться на здоровье людей самыми различными способами, в том числе непосредственно (например снижение стресса под воздействием холода в странах с умеренным климатом, но увеличение стресса под воздействием жары, гибель людей в результате наводнений и штормов) и опосредованно в результате изменения распространенности переносчиков болезней (например комаров)[5], патогенных микроорганизмов, являющихся переносчиками болезней посредством воды, а также в результате изменения качества воды, качества воздуха и наличия и качества продовольствия (*средний – высокий доверительный уровень*). Некоторые последствия могут носить благотворный характер (например снижение стресса под воздействием холода и снижение в некоторых случаях степени распространенности заболеваний), однако в целом эти последствия будут носить, как представляется, преимущественно неблагоприятный характер (см. таблицу 3-1). Фактическое воздействие будет в значительной мере зависеть от местных экологических условий и социально-экономических обстоятельств, причем для каждого прогнозируемого неблагоприятного воздействия на здоровье предусматривается целый комплекс социальных, институциональных, технологических и поведенческих мер по адаптации, которые могут быть приняты в целях ослабления этого воздействия. Меры по адаптации могут, например, включать укрепление инфраструктуры общественного здравоохранения,

[5] Воздействие изменения климата на эти болезни были смоделированы в восьми исследованиях, в т.ч. в пяти по малярии и трех по тропической лихорадке. В семи из них использовался биологический подход или подход на основе физических процессов, в одном – эмпирический и статистический подход.

Таблица 3-1 Последствия изменения климата для здоровья людей в случае отсутствия программных мер в области климата.

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[a]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для здоровья людей[в]			
Тепловой стресс и смертность в зимнее время [РГII ТДО, раздел 9.4]	Увеличение случаев смерти и болезни под воздействием теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]). Снижение числа случаев смерти в зимнее время в некоторых регионах с умеренным климатом (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение последствий теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение последствий теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]).
Инфекционные заболевания и заболевания, переносимые водой [РГII ТДО, раздел 9.7]		Расширение районов потенциальной передачи малярии и денге (*средний – высокий доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее расширение районов потенциальной передачи (*средний – высокий доверительный уровень*[г]).
Наводнения и штормы [РГII ТДО, разделы 3.8.5. и 9.5]	Увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций, связанных с экстремальными погодными явлениями (*средний доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (*средний доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (*средний доверительный уровень*[г])
Питание [РГII ТДО, разделы 5.3.6 и 9.9]	Уязвимость беднейших слоев населения к повышенному риску голода, однако уровень научных знаний по этому вопросу весьма низок.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.

[a] Указанные диапазоны концентраций CO_2 рассчитаны с помощью моделей быстрого круговорота углерода по шести иллюстративным сценариям СДСВ и соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью модели быстрого круговорота углерода по тридцати пяти прогнозам выбросов парниковых газов СДСВ. См. РГI ТДО, раздел 3.7.3.
[б] Указанные диапазоны глобального изменения средней температуры и глобального повышения среднего уровня моря соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью простой климатической модели по 35 прогнозам выбросов парниковых газов и SO_2, содержащимся в СДСВ. См. РГI ТДО, разделы 9.3.3 и 11.5.1.
[в] Краткое изложение последствий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах сделаны на основе оценки исследований Рабочей группы II, в которых анализируются воздействия в случае реализации иных сценариев, помимо прогнозов СДСВ, поскольку исследования, в которых используются прогнозы СДСВ, еще не опубликованы. Оценки воздействия изменения климата варьируются по регионам и в значительной мере зависят от оценок региональной и сезонной закономерности изменений температуры и режима осадков, изменений частоты или интенсивности экстремальных климатических явлений и темпов этих изменений. Оценки воздействий также в значительной мере зависят от допущений в части характеристик будущих обществ и степени эффективности будущих мер по адаптации к изменению климата. В этой связи краткое изложение воздействий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах носит неизбежно общий и качественный характер. Изложение последствий в этой таблице, как считается, справедливо для широкого спектра сценариев. Однако следует иметь в виду, что последствия изменения климата, которые будут сопровождаться глобальным повышением температуры вблизи верхнего предела диапазона, указанного на 2100 год, были проанализированы в небольшом числе исследований.
[г] Определение доверительного уровня производится по следующей шкале: *весьма высокий* (95%), *высокий* (67-95%), *средний* (33-67%), *низкий* (5-33%) и *весьма низкий* (5% и менее). См. РГII ТДО, вставка 1-1.

рациональное природопользование, ориентированное на укрепление здоровья (включая качество воздуха и воды, продовольственную безопасность, планирование городов и проектирование жилья, а также рациональное использование поверхностных вод) и обеспечение соответствующей медицинской помощи.

Биоразнообразие и продуктивность экологических систем

3.18 **По прогнозам, изменение климата и повышение уровня моря скажется на разнообразии экологических систем с сопутствующим увеличением опасности**

РГII ТДО, разделы 5.2.3, 5.4.1, 16.2, 17.2 и 19.3.2-3

исчезновения некоторых уязвимых видов (*высокий доверительный уровень*). Как ожидается, произойдет существенное нарастание случаев нарушений функционирования экосистем в результате таких негативных явлений, как пожары, засухи, нашествие вредителей, инвазия чужеродных видов, штормы и обесцвечивание кораллов (см. таблицу 3-2). Эти стрессы, вызванные изменением климата, когда они действуют одновременно с другими стрессами на экологические системы (например использование земли в других целях, деградация земельных ресурсов, отлов и загрязнение) создают угрозу нанесения значительного ущерба или полного разрушения некоторых уникальных экосистем и вымирания некоторых видов, находящихся под серьезной угрозой исчезновения или исчезающих видов. В качестве примера систем находящихся под угрозой изменения климата, можно привести коралловые рифы и атоллы, мангровые заросли, бореальные и тропические леса, полярные и горные экосистемы, водно-болотистые угодья в степных районах и оставшиеся естественные пастбищные угодья. В некоторых случаях в число находящихся под угрозой экосистем входят те системы, которые могут способствовать ослаблению некоторых воздействий, обусловленных изменением климата (например прибрежные системы, которые ослабляют воздействие штормов). Возможные методы адаптации по снижению вероятности уменьшения биоразнообразия включают создание заповедников, парков и заказников с оборудованием коридоров для миграции видов и использование методов размножения в неволе и переселения видов.

3.19 **Продуктивность экологических систем в значительной мере зависит от изменения климата, в связи с чем прогнозируемое изменение продуктивности варьируется в диапазоне от ее повышения до снижения (*средний доверительный уровень*).** Повышение концентраций CO_2 приведет к повышению чистой первичной продуктивности (CO_2 в качестве удобрения) и чистой продуктивности экосистем в большинстве систем растительности и, как следствие, к накоплению с течением времени углерода в растительности и почвах. Изменение климата может привести либо к усилению непосредственного воздействия CO_2 на продуктивность, либо к его ослаблению в зависимости от типа растительности, региона и сценария изменения климата.

РГI ТДО, раздел 3.7 и РГII ТДО, разделы 5.2.2 и 5.6.3

3.20 **В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода, которая может ослабиться с повышением температуры к концу XXI века (см. таблицу 3-2) (*средний доверительный уровень*).** В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода. Это отчасти обусловлено сдвигом во времени между усиленным ростом растений и их гибелью и разложением. Нынешний усиленный рост растений частично обусловлен последствиями повышения концентрации CO_2, действующего в качестве удобрения, для фотосинтеза растений (либо непосредственно путем повышения усвоения углерода, либо косвенно, путем повышения эффективности использования воды), отложения азота (особенно в северном полушарии), а также последствиями изменения климата и практики землепользования в течение нескольких прошедших десятилетий. Степень поглощения будет снижаться по мере достижения лесами зрелости, достижения максимального уровня эффекта удобрения и уравнивания темпов разложения с темпами роста, а также, возможно, в результате изменений в режиме нарушений (например пожары и нашествие насекомых) вследствие изменения климата. Некоторые глобальные модели позволяют предположить, что чистая абсорбция углерода земными экосистемами в первой половине XXI столетия будет повышаться, однако впоследствии может снизиться и даже стать к концу XXI века источником дальнейшего потепления.

РГI ТДО, раздел 3.2.2, РГII ТДО, разделы 5.2, 5.5-6 и 5.9 и СДЗИЗЛХ, раздел 1.4

Сельское хозяйство

3.21 **Модели производства зерновых культур показывают, что в некоторых районах с умеренным климатом потенциальный сбор урожая увеличится в случае небольшого увеличения температуры, но снизится в случае значительных температурных изменений (*средний – низкий доверительный уровень*). В большинстве тропических и субтропических регионов потенциальный сбор**

РГII ТДО, разделы 5.3.4-6 и 9.9

Таблица 3-2 Последствия изменения климата для экосистем в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[а]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для экосистем[в]			
Кораллы [РГII ТДО, раздел 6.4.5, 12.4.7 и 17.2.4]	Увеличение частоты обесцвечивания и гибели кораллов (*высокий доверительный уровень*[г]).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (*высокий доверительный уровень*[г]).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (*высокий доверительный уровень*[г]). Снижение биоразнообразия видов и отлова рыбы в районах рифов (*средний доверительный уровень*[г]).
Прибрежные приливно-отливные зоны и береговые линии [РГII ТДО, разделы 6.4.2 и 6.4.4]	Исчезновение некоторых прибрежных приливно-отливных зон с повышением уровня моря (*средний доверительный уровень*[г]). Увеличение эрозии береговых линий (*средний доверительный уровень*[г]).	Более обширное исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (*средний доверительный уровень*[г]). Дальнейшая эрозия береговых линий (*средний доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (*средний доверительный уровень*[г]). Дальнейшая эрозия береговых линий (*средний доверительный уровень*[г]).
Земные экосистемы [РГII ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.1, 5.4.3, 5.6.2, 16.1.3 и 19.2]	Увеличение вегетационного периода в средних и высоких широтах; сдвиги границ произрастания отдельных видов растений или обитания животных (*высокий доверительный уровень*[г])[д,е]. Повышение чистой первичной продуктивности многих лесов, расположенных в средних и высоких широтах *(средний доверительный уровень*[г]). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых *(высокий доверительный уровень*[г]).	Исчезновение некоторых видов, находящихся под угрозой; многие другие виды все больше и больше подталкиваются к вымиранию (*высокий доверительный уровень*[г]). Возможность дальнейшего повышения в отдельных случаях чистой первичной продуктивности. Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых *(высокий доверительный уровень*[г]).	Исчезновение уникальных сред обитания и населяющих их эндемических видов (например растительность в Капском районе Южной Африки и некоторые дождевые леса) (*средний доверительный уровень*[г]). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых *(высокий доверительный уровень*[г]).
Ледовая обстановка [РГI ТДО, разделы 2.2.5 и 11.5; РГII ТДО, разделы 4.3.11, 11.2.1, 16.1.3, 16.2.1, 16.2.4 и 16.2.7]	Отступление ледников, сокращение площади морских льдов, подтаивание вечной мерзлоты в некоторых районах, более продолжительные периоды отсутствия льда на реках и озерах (*высокий доверительный уровень*[г]).[е]	Существенное сокращение площади арктических морских льдов, что приводит к облегчению судоходства, но наносит ущерб диким животным (например котикам, белым медведям, моржам) (*средний доверительный уровень*[г]). Просадка грунта, которая приводит к нарушению инфраструктуры (*высокий доверительный уровень*[г]).	Существенное уменьшение объема льда в ледниках, особенно в тропических районах (*высокий доверительный уровень*[г]).

* См. сноски а-г в таблице 3-1.

[д] Совокупные рыночные последствия представляют собой чистые последствия прогнозируемых экономических выгод и убытков, суммированных по всем рыночным секторам, таким, как сельское хозяйство, коммерческое лесное хозяйство, энергетика, водные ресурсы и строительство. Эти оценки, как правило, исключают последствия изменения степени изменчивости климата и экстремальных климатических явлений, не включают последствия различных темпов изменений и только частично учитывают воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли. Эти недочеты могут привести к занижению оценки экономических убытков и завышению оценки экономических выгод. Оценки суммарных воздействий носят противоречивый характер, поскольку в них выгоды в одних случаях компенсируют убытки в других, и поскольку весовые коэффициенты, используемые для агрегирования показателей по индивидам, в общем и целом, субъективны.

[е] Эти последствия уже наблюдаются и, как ожидается, будут иметь место и впредь. [РГII ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.3, 16.1.3 и 19.2]

урожая должен, по прогнозам, снизиться в случае всех прогнозируемых вариантов повышения температуры (*средний доверительный уровень*) (см. таблицу 3-3). В средних широтах модели производства зерновых культур указывают на то, что потепление менее чем на несколько ("a few") °C и связанное с этим повышение концентраций CO_2 будет вызывать, как правило, положительную реакцию, а в случае большего потепления, как правило, – отрицательную реакцию. Аналогичные оценки указывают, что в тропических сельскохозяйственных районах урожайность некоторых зерновых культур снизится даже в случае минимального повышения температуры, поскольку их стойкость к повышению температуры практически достигла предела. В тех случаях, когда в субтропических и тропических системах неорошаемого земледелия также прогнозируется существенное снижение уровня осадков в виде дождей, урожай зерновых снизится в еще большей степени. Оценки, которые разработаны с учетом автономной агрономической адаптации (например изменение времени сева и разновидностей культур), как правило, указывают на то, что в этом случае урожай будет в меньшей степени подвергаться отрицательному воздействию изменения климата, чем в случае отсутствия адаптации. Эти оценки включают эффект действия CO_2 в

Таблица 3-3 Последствия изменения климата для сельского хозяйства в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[a]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для сельского хозяйства[в]			
Средняя урожайность зерновых культур* [РГII ТДО, разделы 5.3.6, 10.2.2, 11.2.2, 12.5, 13.2.3, 14.2.2 и 15.2.3]	Повышение урожайности зерновых культур во многих районах в средних и высоких широтах (*низкий – средний доверительный уровень*[г]). Снижение урожайности зерновых культур в большинстве тропических и субтропических регионов (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).	Различное воздействие на урожайность зерновых в районах средних широт. Более заметное снижение урожайности зерновых в тропических и субтропических регионах (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).	Общее снижение урожайности зерновых в большинстве регионов средних широт в случае потепления более чем на несколько ("a few") °C (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).
Крайне низкие и высокие температуры [РГII ТДО, раздел 5.3.3]	Снижение степени повреждения некоторых культур в результате заморозков (*высокий доверительный уровень*[г]). Повышение степени повреждения некоторых культур в результате теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]). Увеличение воздействия теплового стресса на поголовье скота (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (*высокий доверительный уровень*[г]).
Доходы и цены [РГII ТДО, разделы 5.3.5-6]		Снижение доходов беднейших фермеров в развивающихся странах (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).	Повышение цен на продовольствие по сравнению с прогнозами, в которых не учитывается изменение климата (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).

* См. сноски а-г к таблице 3-1.
* Эти оценки основаны на чувствительности нынешних видов сельскохозяйственной практики к изменению климата и допускают (в большинстве случаев) меры адаптации на основе перехода только на существующие технологии.

качестве удобрения, но не учитывают технологические новшества или изменения, связанные с воздействием вредителей и болезней, деградацию почвы и водных ресурсов или экстремальные климатические явления. Способность животноводов адаптировать поголовье скота к физиологическим стрессам, обусловленным изменением климата, изучена плохо. По прогнозам, потепление на несколько (“a few”) °C приведет к повышению цен на продовольствие в мировом масштабе и может создать опасность голода среди уязвимых групп населения (*низкий доверительный уровень*).

Водные ресурсы

РГI ТДО, раздел 9.3.6 и РГII ТДО, разделы 4.3-4, 4.5.2 и 4.6

3.22 **Прогнозируемое изменение климата приведет к обострению проблемы нехватки и качества воды во многих районах мира со скудными водными ресурсами, а в ряде других районов – к ее ослаблению.** Спрос на воду обычно увеличивается в силу увеличения численности населения и экономического развития, однако в некоторых странах снижается в связи с повышением эффективности использования. По прогнозам, изменение климата приведет к ослаблению расхода водотоков и снижению степени подпитки подземных вод во многих частях мира, но в то же время к ее увеличению в ряде других районов (*средний доверительный уровень*). Степень изменений варьируется в зависимости от сценариев, что отчасти обусловлено различиями в прогнозируемом выпадении дождей (в особенности их интенсивности) и отчасти различиями в прогнозируемом режиме испарения. Прогнозируемые изменения гидрологического режима водных потоков в соответствии с двумя сценариями изменения климата показаны на рисунке 3-5. По оценкам, рассчитанным на основе прогнозов изменения климата, предусматривающих увеличение выбросов CO_2 на 1 % в год, снижение наличия воды на 10 % или более к 2050 году отрицательно скажется на многих сотнях миллионов, а то и нескольких миллиардах человек (см. таблицу 3-4). Качество пресной воды, в общем и целом, будет снижаться в результате повышения температуры воды (*высокий доверительный уровень*). Однако в некоторых районах это явление может быть компенсировано за счет увеличения водности потоков. Воздействие, обусловленное изменением климата, на наличие и качество воды и частоту и интенсивность наводнений и засух приведет к обострению проблем в области водопользования и смягчения последствий наводнений. Неуправляемые или плохо управляемые системы водных ресурсов наиболее уязвимы к неблагоприятным последствиям изменения климата.

Малые островные и низинные прибрежные районы

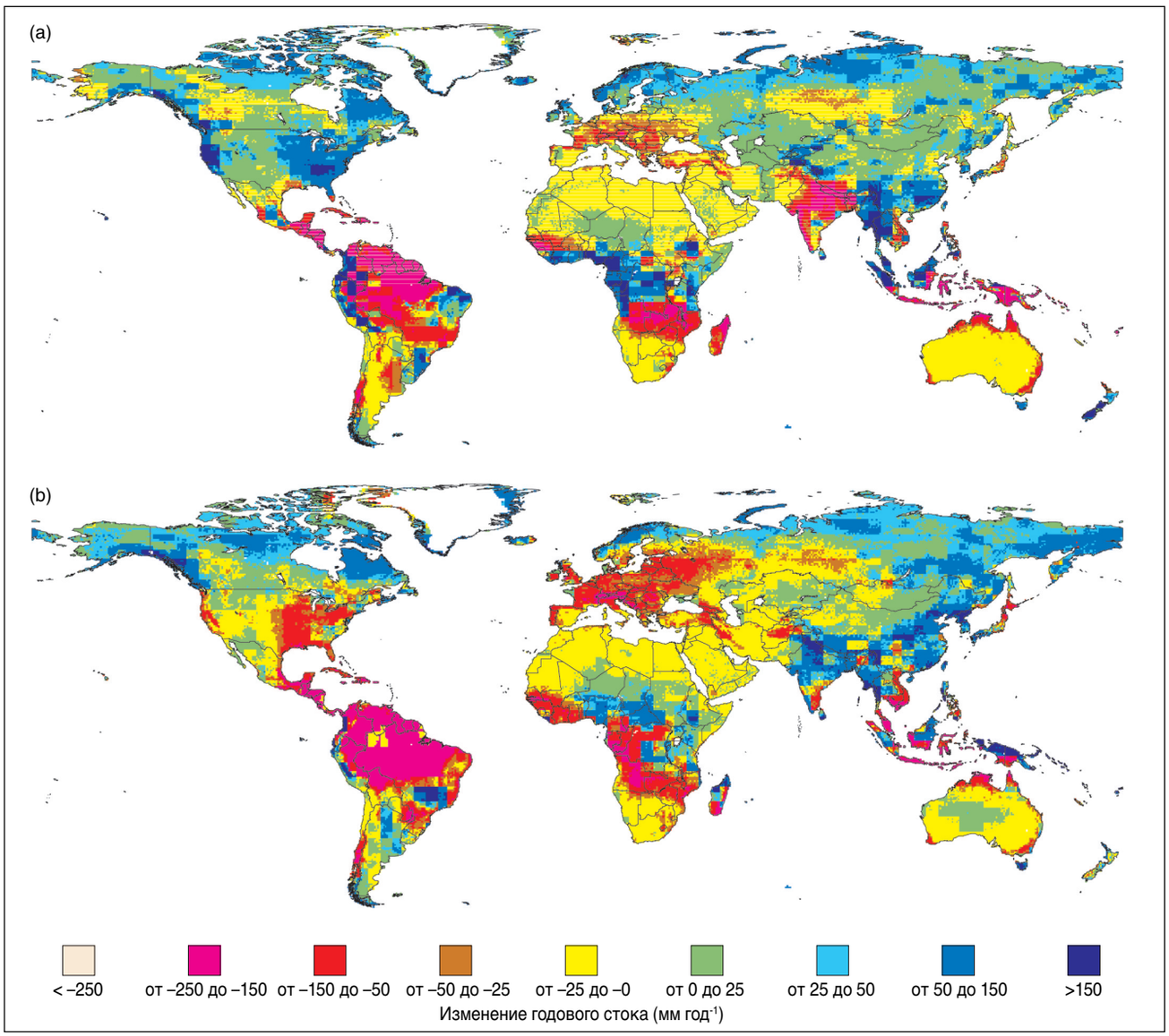
РГII ТДО, разделы 7.2.2, 17.2 и 19.3.4

3.23 **Население, проживающее на небольших островах и/или в низинных прибрежных районах, подвержено особой опасности проявления отрицательных социально-экономических воздействий в результате повышения уровня моря и штормовых приливов.** Многие населенные пункты будут подвержены повышенной опасности затопления и эрозии прибрежных зон, и десятки миллионов людей, проживающих в дельтах, низинных прибрежных районах и на небольших островах, столкнутся с угрозой выселения и разрушения инфраструктуры и/или необходимости выполнения существенной работы и больших затрат по охране уязвимых прибрежных районов. Ресурсы, которые имеют жизненно важное значение для населения, проживающего на островах и в прибрежных районах, такие, как пляжи, пресноводные источники, рыболовные промыслы, коралловые рифы и атоллы, а также места обитания диких животных и произрастания диких растений также могут оказаться под угрозой.

РГII ТДО, разделы 6.5.1, 7.2.2 и 17.2.2

3.24 **Прогнозируемое повышение уровня моря приведет к увеличению среднегодового числа людей, которые будут подвергаться угрозе наводнения в результате штормовых приливов в прибрежных районах (*высокий доверительный уровень*).** К числу районов, для которых характерно наибольшее абсолютное увеличение численности населения, подверженного угрозе наводнения, относятся Южная Азия и Юго-Восточная Азия, а также Восточная Африка, Западная

Африка и район Средиземноморья от Турции до Алжира, для которых характерны меньшие, но в любом случае значительные показатели увеличения. Большие районы многих густонаселенных прибрежных городов также уязвимы к постоянным затоплениям суши и прежде всего к более частым прибрежным наводнениям, которые будут налагаться на волновые приливы в связи с повышением уровня моря. Эти оценки не предполагают каких-либо изменений частоты или интенсивности штормов, что могло бы усугубить последствия повышения уровня моря в плане увеличения опасности наводнения в некоторых районах.



РГII ТДО, раздел 4.3.6

Рисунок 3-5. Прогнозируемые изменения среднего годового стока к 2050 году по сравнению со средним стоком за период с 1961 по 1990 год практически полностью совпадают с прогнозируемыми изменениями в режиме осадков. Изменения стока рассчитаны на основе гидрологической модели с использованием входных данных климатических прогнозов, полученных с помощью двух вариантов общей модели AOGCM, разработанных Центром Хэдли для сценария, предусматривающего увеличение фактической концентрации CO_2 в атмосфере на 1% в год: a) усредненный вариант HADCM2 и b) HADCM3. Прогнозируемое увеличение стока в высоких широтах и юго-восточной части Азии и снижение в центральной части Азии, в районе Средиземноморья, южной части Африки и Австралии в общем и целом соответствует экспериментам, проведенным Центром Хэдли, и прогнозам в области осадков, рассчитанным на основе других экспериментов AOGCM. В случае других районов мира изменения режима осадков и стока зависят от сценария используемой модели.

Таблица 3-4 Последствия изменения климата для водных ресурсов в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[а]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для водных ресурсов[в]			
Водоснабжение [РГII ТДО, разделы 4.3.6 и 4.5.2]	Смещение пикового значения гидрологического режима рек с весны на зиму в тех бассейнах, где важным источником воды является выпадение снега (*высокий доверительный уровень*[г]).	Сокращение водных ресурсов во многих странах, страдающих дефицитом воды, и их увеличение в ряде других стран, страдающих дефицитом воды (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий для водных ресурсов (*высокий доверительный уровень*[г]).
Качество воды [РГII ТДО, раздел 4.3.10]	Снижение качества воды в результате повышения температуры. Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков. Увеличение масштабов интрузии соленой воды в прибрежные водоносные слои в результате повышения уровня моря (*средний доверительный уровень*[г]).	Снижение качества воды в результате повышения температуры (*высокий доверительный уровень*[г]). Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий для качества водных ресурсов (*высокий доверительный уровень*[г]).
Спрос на водные ресурсы [РГII ТДО, раздел 4.4.3]	Изменение спроса на воду в целях орошения в связи с изменением климата; повышение температуры будет, как правило, приводить к повышению спроса (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий спроса на воду (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий спроса на воду (*высокий доверительный уровень*[г]).
Экстремальные явления [РГI ТДО РП; РГII ТДО РП]	Увеличение ущерба от наводнений в результате более интенсивного режима осадков (*высокий доверительный уровень*[г]). Увеличение частоты засух (*высокий доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее увеличение ущерба от наводнений (*высокий доверительный уровень*[г]). Дальнейшее увеличение интенсивности засух и их воздействия.	Многократное увеличение ущерба от наводнений по сравнению со “сценариями, не предполагающими изменение климата”.

* См. сноски а-г в таблице 3-1.

Рыночные последствия

РГII ТДО, разделы 6.5, 7.2-3, 8.3, 18.3.4, 18.4.3, 19.4.1-3 и 19.5

3.25 **Совокупное воздействие на рыночный сектор, измеренное в виде изменения валового внутреннего продукта (ВВП), будет, по оценкам, негативным для многих развивающихся стран в случае всех проанализированных масштабов повышения средней глобальной температуры (*низкий доверительный уровень*) и как негативным, так и позитивным для развитых стран в случае потепления на несколько (“a few”) °C (*низкий доверительный уровень*) и негативным в случае потепления на больше чем несколько (“a few”) градусов (*средний – низкий доверительный уровень*).** Последствия изменения климата скажутся на рыночном секторе, что выразится в изменении объемов, качества и цен на продовольствие, волокнистые материалы, воду и другие товары и услуги (см. таблицу 3-5). Кроме того, изменение климата окажет определенное воздействие на рынок, которое выразится в изменении спроса на энергоносители, в нарушении снабжения гидроэлектроэнергией, в изменениях в транспорте, туризме и строительстве,

в увеличении материального ущерба и страховых убытков в результате экстремальных климатических явлений, в исчезновении прибрежной суши в результате повышения уровня моря, в необходимости принятия решений по размещению и перемещению объектов развития и населения, в изменении потребностей в ресурсах и в повышении стоимости мер по адаптации к изменению климата. Оценки чистого рыночного воздействия, сделанные на основании небольшого числа опубликованных исследований, суммированные по секторам и в национальном или региональном масштабе, свидетельствуют о том, что большинство подвергнутых анализу развивающихся стран и регионов будут терпеть убытки. Что касается развитых стран и регионов, то в случае повышения глобальной средней температуры на несколько (“a few”) °C они будут в одних случаях получать выгоды, а в других – терпеть убытки. По оценкам, в случае большего повышения температуры развитые страны будут терпеть экономические убытки. В случае суммирования в глобальном масштабе мировой ВВП изменится на несколько процентов в ту или иную сторону при глобальном повышении средней температуры на несколько (“a few”) °C, а в случае более сильного повышения температуры произойдет увеличение чистых убытков. Эти оценки разработаны, как правило, без учета воздействия изменений в системе изменчивости климата и экстремальных явлений, без учета воздействия различных темпов изменения климата, с учетом отчасти воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли, и на основе допущения, в соответствии с которым выгоды для одних компенсируются убытками для других. Поэтому доверительный уровень оценок рыночного воздействия для отдельных стран в целом *низок*, а различные неучтенные факторы могут привести к занижению экономических убытков и завышению экономических выгод.

Таблица 3-5 Последствия изменения климата для других рыночных секторов в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	***2050***	***2100***
Концентрация CO_2[а]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Прочие последствия для рыночного сектора[в]			
Энергетика [РГII ТДО, раздел 7.3]	Снижение спроса на энергию для отопления зданий (*высокий доверительный уровень*[г]). Повышение спроса на энергию для охлаждения зданий (*высокий доверительный уровень*[г]).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (*высокий доверительный уровень*[г]).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (*высокий доверительный уровень*[г]).
Финансовый сектор [РГII ТДО, раздел 8.3]		Повышение стоимости страхования и сокращение масштабов страхования (*высокий доверительный уровень*[г]).	Повышение степени воздействия на финансовый сектор.
Суммарные рыночные последствия[д] [РГII ТДО разделы, 19.4-5]	Чистые убытки рыночного сектора во многих развивающихся странах (*низкий доверительный уровень*[г]). Рыночные выгоды в одних случаях и убытки в других случаях в развитых странах (*низкий доверительный уровень*[г]).	Увеличение убытков в развивающихся странах (*средний доверительный уровень*[г]). Сокращение масштабов выгод и увеличение масштабов убытков в развитых странах (*средний доверительный уровень*[г]).	Увеличение убытков в развивающихся странах (*средний доверительный уровень*[г]). Чистые потери рыночного сектора в развитых странах в результате потепления более чем на несколько (“a few”) °C (*средний доверительный уровень*[г]).

* См. сноски а-г к таблице 3-1 и сноску д к таблице 3-2.

3.26 **Адаптация может привести к ослаблению отрицательных последствий изменения климата и зачастую может обеспечить вспомогательные выгоды, однако весь ущерб предотвратить не сможет.**

РГII ТДО, разделы 18.2.3 и 18.3.5

3.27 **В целях реагирования на изменение климата были определены многочисленные возможные варианты адаптации, которые могут привести к ослаблению отрицательных и усилению положительных последствий изменения климата, но которые связаны с расходами.** Количественная оценка выгод и расходов и их изменение по регионам и субъектам деятельности не завершена. Адаптация к изменению климата может производиться в самых различных формах, в том числе в форме мер, принимаемых людьми в целях ослабления воздействий или использования новых возможностей и структурных и функциональных изменений в природных системах, произведенных в порядке ответа на изменение воздействий. В настоящем докладе основное внимание уделяется мерам по адаптации, которые принимаются людьми. Различные варианты таких мер включают ответную адаптацию (меры, принимаемые в процессе изменения условий и без предварительной подготовки) и планируемую адаптацию (меры, принимаемые либо в процессе изменения условий, либо в порядке их предвосхищения, но с предварительной подготовкой). Меры по адаптации могут приниматься как частными субъектами деятельности (например отдельными лицами, домашними хозяйствами или коммерческими фирмами), так и государственными учреждениями (например ведомствами, действующими на местном уровне, на уровне штатов или на уровне национального правительства). Примеры предварительно определенных вариантов перечислены в таблице 3-6. Выгоды и расходы, связанные с вариантами адаптации, анализ которых не претендует на полноту, будут также варьироваться в зависимости от регионов и субъектов деятельности. Несмотря на неполноту знаний в области адаптации и с учетом их постоянного накопления, авторам настоящего доклада все же удалось разработать и кратко изложить целый ряд устойчивых выводов.

РГII ТДО, разделы 18.2.2, 18.3.3 и 18.3.5

3.28 **Более существенное и более быстрое изменение климата может создать более значительные проблемы в плане адаптации и бульшую опасность ущерба, чем это может иметь место в случае менее значительного и более замедленного процесса изменения.** Основные особенности процесса изменения климата, подлежащего адаптации, включают масштабы и темпы изменений режима климатических экстремальных явлений, изменчивость и средние условия. Природные и антропогенные системы выработали соответствующий потенциал, позволяющий им противостоять изменчивости климата в определенном диапазоне, в пределах которого риск ущерба относительно невелик, а способность к восстановлению высока. Однако изменения в климатической системе, которые приводят к увеличению частотности явлений, не вписывающихся в исторический диапазон, в пределах которого системы могли противостоять изменениям, увеличивают опасность нанесения серьезного ущерба и неполного восстановления или разрушения системы. Изменение средних условий (например повышение средней температуры), даже при отсутствии колебаний, может привести к увеличению частоты некоторых явлений (например более частые приливы жары), которое превышает адаптационную способность данной системы и приводит к снижению частоты других явлений (например менее частые периоды холода) (см. вопрос 4 и рисунок 4-1).

РГII ТДО, разделы 18.2.2 и 18.3.5

3.29 **Укрепление способности к адаптации может привести к расширению или сдвигу диапазона приспособляемости к изменчивости климата и экстремальным явлениям и создать определенные выгоды на сегодняшний день и на будущее.** Многие из перечисленных в таблице 3-6 вариантов адаптации используются в настоящее время для решения проблем, возникающих в связи с нынешней изменчивостью климата и экстремальными климатическими явлениями, а их более широкое применение позволит повысить способность к адаптации как на нынешнем этапе, так и впоследствии. Однако такая работа может оказаться в

Таблица 3-6 Примеры вариантов адаптации для отдельных секторов

Сектор/Система	*Варианты адаптации*
Водные ресурсы [РГII ТДО, разделы 4.6 и 7.5.4; РГII ВДО, разделы 10.6.4 и 14.4]	Повышение эффективности водопользования на основе управления с ориентацией на спрос (например ценовые стимулы, правила, технические стандарты). Расширение системы водоснабжения или повышения надежности водоснабжения на основе управления, ориентированного на «предложение» (например строительство новых водоемов и инфраструктуры для отвода воды). Изменение институциональной и правовой базы в целях облегчения передачи водных ресурсов между пользователями (например создание рынков водных ресурсов). Сокращение сброса в реки питательных веществ и защита/расширение растительного покрова вдоль потоков в целях нейтрализации эффекта эвтрофикации в результате повышения температуры воды. Пересмотр планов борьбы с паводками в целях снижения пиковых расходов потоков вниз по течению; сокращение площади поверхностей с твердым покрытием и использование растительности для снижения ливневого стока и повышения инфильтрации воды. Переоценка конструктивных параметров дамб, набережных и других объектов инфраструктуры, используемых для защиты от паводков.
Продовольственные товары и волокнистые материалы [РГII ТДО разделы 5.3.4-5; РГII ВДО разделы 2.9, 4.4.4, 13.9 и 15.6; СДПТ, раздел 11.2.1]	Изменение сроков посадки, сбора урожая и других организационных мер. Рыхление почвы на минимальную глубину и использование других видов практики в целях более эффективного задержания питательных веществ и влаги в почвах и предотвращения эрозии почвы. Изменение показателей выпаса скота на пастбищных угодьях. Переход на возделывание культур, которые являются менее водолюбивыми и более устойчивыми к жаре, засухе и вредителям. Проведение исследований в целях выведения новых культур. Содействие развитию агролесного хозяйства в засушливых районах, включая создание лесных посадок при сельских поселениях и использование кустарников и деревьев в качестве фуража. Посадка различных видов деревьев в целях увеличения разнообразия и обеспечения большей гибкости. Поддержка инициатив по восстановлению растительного покрова и лесов. Содействие естественному распространению различных видов деревьев с созданием соединительных охраняемых районов и пересадкой деревьев. Повышение уровня подготовки и образования сельскохозяйственных рабочих. Разработка или расширение программ обеспечения надежных продовольственных поставок в качестве своего рода гарантии в случае перебоев с продовольствием на местах. Пересмотр политики, благоприятствующей неэффективным, неустойчивым или связанным с риском видам земледелия, выпаса скота или лесоустройства (например, субсидирование отдельных культур, страхование культур, водоснабжение).
Прибрежные районы и морские рыбные промыслы [РГII ТДО, разделы 6.6 и 7.5.4; РГII ВДО, раздел 16.3; СДПТ, раздел 15.4]	Предотвращение или сворачивание работ по освоению прибрежных районов, уязвимых к эрозии, затоплению и воздействию штормовых приливов. Использование “жестких” (насыпи, набережные, дамбы) или “мягких” (укрепление пляжей, восстановление дюн и приливно-отливных зон, облесение) структур в целях защиты побережья. Реализация системы оповещения о штормах и планов эвакуации. Защита и восстановление приливно-отливных зон, эстуариев и пойм в целях сохранения необходимых мест обитания для рыбного промысла. Модификация и укрепление учреждений и программных мер по организации рыбных промыслов в целях содействия их сохранению. Проведение исследований и мониторинга в целях более эффективной поддержки комплексной системы управления рыбными промыслами.
Здоровье людей [РГII ТДО, разделы 7.5.4 и 9.11; РГII ВДО, раздел 12.5; СДПТ, раздел 14.4]	Реконструкция и модернизация инфраструктуры общественного здравоохранения. Улучшение системы готовности к эпидемиям и укрепление потенциала по прогнозированию и раннему оповещению в случае эпидемий. Мониторинг состояния окружающей среды, биологических условий и здоровья. Улучшение жилищных условий, санитарного состояния и качества воды. Использование комплексной системы градостроительства в целях снижения эффекта “тепловых островков” (например использование растительности и поверхностей, окрашенных в светлые тона). Проведение массово-просветительских компаний в целях стимулирования такого поведения, которое способствовало бы снижению рисков для здоровья.
Финансовые услуги [РГII ТДО, раздел 8.3.4]	Распределение рисков с помощью системы частного и государственного страхования и перестрахования. Снижение риска путем разработки кодексов и других стандартов по линии или при содействии финансового сектора в качестве обязательного условия страхования или предоставления кредитов.

будущем не такой эффективной, поскольку масштабы и темпы изменения климата все время увеличиваются.

3.30 **Потенциальные прямые выгоды адаптации весьма существенны и выражаются в снижении неблагоприятных и укреплении благоприятных последствий изменения климата.** Результаты исследования будущих воздействий, обусловленных

РГII ТДО, разделы 5.3.4, 6.5.1 и 18.3.2

изменением климата, свидетельствуют о том, что потенциал в области адаптации позволяет существенно ослабить многие неблагоприятные последствия и укрепить благоприятные. Например, анализ вероятности затопления прибрежных районов в результате штормовых приливов дает основание предположить, что повышение уровня моря в результате изменения климата приведет к увеличению среднегодовой численности населения, которое будет подвержено многократному риску наводнений, если защита прибрежных районов от наводнений останется такой же, как и в настоящее время. Однако, если система защиты прибрежных районов от наводнений будет укрепляться пропорционально будущему росту ВВП, то прогнозируемое повышение этого риска будет снижено практически на две трети (см. рисунок 3-6). Вместе с тем такие оценки указывают лишь на потенциальные выгоды от адаптации, а не на вероятные выгоды, поскольку в анализах, как правило, используются произвольные допущения относительно вариантов адаптации и препятствий на пути их реализации, зачастую не учитываются изменения в режиме экстремальных климатических явлений и изменчивости и не вносятся поправки на неточность прогнозов.

РГII ТДО, разделы 6.5.2 и 18.4.3

3.31 **В настоящее время есть мало оценок расходов, связанных с адаптацией; имеющиеся оценки указывают на то, что расходы в значительной мере зависят от критериев отбора и времени реализации конкретных мер по адаптации, на основе которых принимаются соответствующие решения.** Расходы, связанные с мерами по защите прибрежных районов от повышения уровня моря, на сегодняшний день, судя по всему, изучены лучше всего. Меры, подвергнутые анализу, включают строительство “жестких структур”, таких, как насыпи, набережные и дамбы, а также использование “мягких структур”, таких, как укрепление пляжей с помощью песка и восстановление дюн. Оценки расходов, связанных с защитой побережья, варьируются в зависимости от допущений относительно того, какие будут приняты решения по масштабам защиты береговой линии, вида используемых структур, времени их реализации (с учетом воздействия степени повышения уровня моря) и коэффициентов дисконтирования. Различные допущения по поводу этих факторов позволяют сделать вывод о том, что расходы по защите побережья США от повышения уровня моря на 0,5 м к 2100 году составят 20-150 млрд. долл. США в нынешних ценах.

РГII ТДО, раздел 6.5.1

Рисунок 3-6. Адаптация и среднегодовая численность населения, которое подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов, прогноз на 2080-е годы. Два левых столбика показывают среднегодовую численность населения, которое, по прогнозам, подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов в 2080 году в случае сохранения нынешнего уровня моря и в случае повышения уровня моря приблизительно на 40 см при предположении, что система защиты побережья остается такой же, как и в настоящее время, и что численность населения увеличивается умеренными темпами. Правые два столбика показывают то же самое, но при предположении, что защита побережья укреплена пропорционально росту ВВП.

3.32 **Изменение климата, как ожидается, окажет негативное воздействие на развитие, устойчивость и справедливость.**

3.33 **Воздействия, обусловленные изменением климата, лягут непропорционально тяжелым бременем на развивающиеся страны и неимущие группы населения во всех странах и, тем самым, приведут к усилению неравенства с точки зрения охраны здоровья и доступа к адекватным продуктам питания, чистой воде и другим ресурсам.** Как уже говорилось, население развивающихся стран, как правило, подвержено относительно высокой опасности воздействий, обусловленных изменением климата, на здоровье людей, водоснабжение, производительность сельского хозяйства, материальные ценности и другие ресурсы. Нищета, отсутствие подготовки и образования, отсутствие инфраструктуры, отсутствие доступа к технологиям, отсутствие разнообразных возможностей получения дохода, деградация базы природных ресурсов, неправильная система стимулов, неадекватная правовая база и конкурентная борьба между государственными и частными учреждениями, создают в большинстве развивающихся стран условия слабой способности к адаптации. Подверженность воздействиям и низкая способность к адаптации приводят к тому, что население развивающихся стран, как правило, более уязвимо, нежели население развитых стран.

РГII ТДО, разделы 18.5.1-3

3.34 **Неустойчивое использование ресурсов усугубляет уязвимость к изменению климата.** Превращение природной среды обитания в объект удовлетворения человеческих потребностей, высокий уровень эксплуатации ресурсов окружающей среды, практика земледелия и выпаса скота, которые отнюдь не способствуют защите земельных угодий от деградации, и загрязнение воздуха и воды могут снизить способность систем адаптироваться к колебаниям или изменению климата и их стойкость к восстановлению после ослабления своих функций. Такие воздействия приводят к тому, что системы и население, которые получает за счет их товары, услуги и средства к существованию, становятся весьма уязвимыми к изменению климата. Такие воздействия обнаруживаются как в развитых, так и в развивающихся странах, но достижение целей развития такими способами, которые не оказывали бы неустойчивого воздействия на эти системы, ставит перед развивающимися странами особую дилемму.

РГII ТДО, разделы 1.2.2, 4.7.5.1, 6.3.4 и 6.4.4

3.35 **Опасности, связанные с изменением климата, могут затормозить прогресс на пути к устойчивому развитию.** Более частые и более интенсивные засухи могут ускорить деградацию земельных ресурсов. Увеличение частоты и интенсивности выпадения сильных осадков может привести к расширению масштабов наводнений, оползней и селевых потоков, а вызванные ими нарушения могут в некоторых случаях свести на нет многолетние усилия в области развития. Воздействие, обусловленное изменением климата, на здоровье людей и сельское хозяйство, может привести к регрессу в области здравоохранения и питания. Такие опасности могут еще больше увеличиться в результате дальнейшего освоения районов, для которых характерно динамичное и неустойчивое состояние (например поймы рек, огражденные пляжи, низинные побережья и крутые склоны с вырубленным лесом).

РГII ТДО, раздел 18.6.1

3.36 **Изменение климата, если оно не будет приниматься во внимание, может привести к снижению эффективности проектов в области развития.** Проекты в области развития зачастую предполагают осуществление инвестиций в инфраструктуру, учреждения и человеческий капитал в целях рационального использования таких чувствительных к климату ресурсов, как вода, гидроэнергетика, сельскохозяйственные земли и леса. Реализация этих проектов может быть поставлена под угрозу в результате изменения климата и увеличения его изменчивости, и тем не менее этим факторам уделяется мало внимания при разработке проектов. Анализы показывают, что компонент гибкости, который допускал бы возможность эффективной работы в более разнообразных климатических условиях, может быть в некоторых случаях включен в проекты за счет небольших дополнительных затрат и что большая

РГII ТДО, раздел 18.6.1

гибкость обеспечивает незамедлительный эффект в силу рисков, сопряженных с нынешней изменчивостью климата.

РГII ТДО, раздел 18.6.1

3.37 **Многие из условий, необходимых для укрепления способности адаптироваться к изменению климата, аналогичны условиям, которые необходимы для содействия устойчивому развитию.** Примеры общих условий, необходимых для укрепления способности к адаптации и устойчивого развития, включают более широкий доступ к ресурсам и сглаживание неравенства в таком доступе, сокращение масштабов нищеты, улучшение системы образования и подготовки, вложение средств в инфраструктуру, привлечение соответствующих сторон к организации рационального использования местных ресурсов и повышение институционального потенциала и эффективности. Кроме того, снизить степень уязвимости к изменению климата в процессе перехода на более устойчивые формы использования ресурсов могут помочь меры, направленные на замедление процесса конверсии мест обитания, организацию рациональной практики эксплуатации ресурсов для их более эффективной защиты, применение методов культивации и выпаса скота в целях защиты земельных угодий и на более эффективное регулирование сброса загрязняющих веществ.

Вопрос 4

B4

Что известно о воздействии повышенных атмосферных концентраций парниковых газов и аэрозолей и прогнозируемого изменения климата под воздействием антропогенной деятельности на региональном и глобальном уровне на:

а) частоту и амплитуду колебаний климата, включая его суточную, сезонную, межгодовую и десятилетнюю изменчивость, таких, как циклы южных колебаний типа Эль-Ниньо и другие явления;
б) продолжительность, локализацию, частотность и интенсивность экстремальных явлений, таких, как волны тепла, засухи, наводнения, ливневые дожди, лавины, штормы, смерчи и тропические циклоны;
в) опасность резких/нелинейных изменений, в частности в источниках и поглотителях парниковых газов, циркуляции вод океана и площади полярного льда и вечной мерзлоты; можно ли определить эту опасность количественно;
г) опасность резких или нелинейных изменений в экологических системах?

4.1 В ответе на этот вопрос внимание сосредоточено на прогнозируемых изменениях в частоте и величине колебаний климата в результате повышения концентраций парниковых газов и аэрозолей. Особый упор делается на изменения в частоте, величине и продолжительности климатических экстремальных явлений, которые представляют значительные риски, связанные с изменением климата, для экологических систем и социально-экономических секторов. В рамках данного вопроса рассматриваются резкие или иные нелинейные изменения в биофизической системе; постепенные изменения в физических, биологических и социальных системах рассматриваются в вопросе 3.

РГI ТДО, разделы 9.3.5-6 и РГII ТДО раздел 14.1.3

4.2 **Согласно прогнозам, рассчитанным на основе моделей, повышение атмосферных концентраций парниковых газов приведет к изменениям в суточной, сезонной, межгодовой и десятилетней изменчивости.** Прогнозируется снижение среднесуточной температуры во многих районах, при этом минимальные величины в ночное время возрастут в большей степени по сравнению с максимальными значениями дневной температуры. Результаты, полученные на основе ряда моделей, свидетельствуют об общем уменьшении суточной изменчивости приземной температуры воздуха в зимний период и увеличении суточной изменчивости в летний период на материковых районах северного полушария. Текущие перспективные оценки показывают незначительные изменения или некоторое увеличение масштабов явлений Эль-Ниньо в последующие 100 лет. Многие модели показывают, что реакция, подобная явлению Эль-Ниньо со средними параметрами, будет в большей мере проявляться в тропической части Тихого океана, при этом прогнозируется большее повышение температуры поверхности моря в центральной и восточной частях экваториальной зоны Тихого океана по сравнению с его западной частью и соответствующее среднее перемещение осадков в восточном направлении. Даже при незначительном изменении силы явления Эль-Ниньо или его полном отсутствии, глобальное потепление приведет, вероятно, к повышению экстремальных величин обезвоживания и ливневых осадков, а также повышению степени риска засух и наводнений, которые будут сопровождать явление Эль-Ниньо во многих различных регионах. Сколько-либо четкой согласованности между данными моделей, прогнозирующих изменения в частоте или структуре других естественно возникающих явлений циркуляции системы “атмосфера-океан”, таких, как Североатлантическое колебание (САК), получить не удалось.

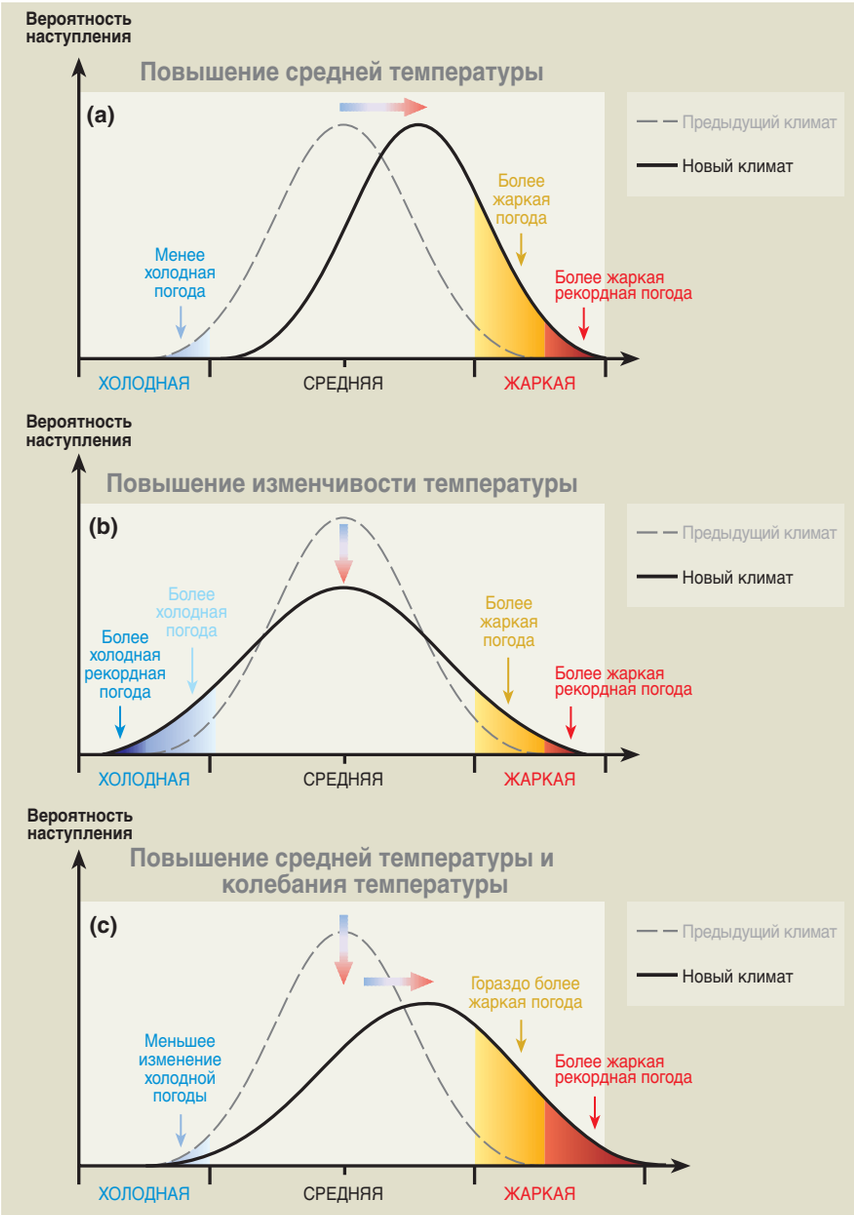
4.3 **Продолжительность, местонахождение, частота и интенсивность экстремальных метеорологических и климатических явлений претерпят, вероятно, а то и весьма вероятно, определенные изменения, которые приведут к отрицательным последствиям для биологических систем.**

РГI ТДО, разделы 1.2 и 2.7

4.4 Режимы естественной циркуляции, такие, как ЕНСО и САК, имеют исключительно важное значение для глобального климата и его краткосрочной (суточной, внутригодовой и межгодовой) и долгосрочной (десятилетней-многодесятилетней) изменчивости. Изменение климата может проявить себя как в сдвиге средних значений, так и в изменении преимущественного времени наступления конкретных климатических явлений циркуляции, что может привести к изменениям диапазона и частоты возникновения экстремальных значений климатических переменных (см. рисунок 4-1).

РГI ТДО, разделы 9.3.6 и 10.3.2 и РГII ТДО, разделы 5.3, 9.4.2 и 19.5

4.5 **Весьма вероятно большее количество жарких дней и волн тепла и меньшее количество холодных и морозных дней почти над всеми районами суши.** Более высокие значения средней температуры приведут к более высоким показателям жаркой погоды и рекордной жаркой погоды, сопровождаемым уменьшением количества морозных дней и волн холода (см. рисунок 4-1 a, b). Результаты, полученные на основе ряда моделей, свидетельствуют об общем уменьшении суточной изменчивости приземной температуры воздуха в зимний период и увеличении суточной изменчивости в летний период над материковыми районами северного полушария. Изменения



РГI ТДО, рисунок 2.32

Рисунок 4-1. Схематические диаграммы, показывающие влияние экстремальных температур в случаях, когда: a) повышение средней температуры ведет к более рекордным значениям жаркой погоды; b) происходит увеличение изменчивости температуры, и c) когда как увеличение средней температуры, так и ее колебаний ведет к гораздо более рекордным значениям жаркой погоды.

экстремальных значений температуры приведут, вероятно, к повышенным потерям крупного рогатого скота и урожаев сельскохозяйственных культур, увеличению потребления энергии для охлаждения и уменьшению ее потребления для обогрева, а также росту заболеваемости людей и связанной с тепловым стрессом смертности (см. таблицу 4-1). Уменьшение количества морозных дней приведет к снижению заболеваемости и смертности людей от холода, а также к снижению вероятности нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур, хотя вероятность нанесения ущерба другим культурам может повыситься. Результатом положительного воздействия на сельское хозяйство в результате незначительного повышения температуры может явиться небольшое повышение объема ВВП в странах умеренной зоны.

4.6 **Амплитуда и частота экстремальных явлений выпадения осадков, по всей вероятности, возрастут во многих районах,** при этом прогнозируется уменьшение промежутков времени между повторными экстремальными явлениями выпадения осадков. Это приведет, вероятно, к более частым наводнениям и оползням, сопровождаемым, в частности, гибелью людей, последствиями для здоровья (например

РГI ТДО, раздел 9.3.6, и РГII ТДО, разделы 4.3.8, 9.5.3, 9.7.10 и 9.8

эпидемии, инфекционные болезни, порча продовольствия), нанесением ущерба имуществу, разрушением инфраструктуры и поселений, эрозией почвы, нагрузками в результате загрязнения, необходимостью выплат страховых сумм и потерями сельскохозяйственной продукции. Общее обезвоживание территорий внутри континентов в летний период вызовет, вероятно, увеличение количества летних засух и может повысить степень риска стихийных пожаров. Это общее обезвоживание происходит в результате сочетания факторов повышения температуры и потенциального испарения, которые не компенсируются увеличением объема осадков. Существует вероятность того, что глобальное потепление приведет к усилению изменчивости атмосферных осадков во время азиатских муссонов в летний период.

Таблица 4-1 Примеры изменчивости климата и экстремальных климатических явлений и примеры их воздействий (РГII ТДО, таблица РП-1).

Прогнозируемые изменения экстремальных климатических явлений и вероятности их возникновения в XXI веке	***Типичные примеры прогнозируемых воздействий[а] (высокий доверительный уровень возникновения всех явлений в некоторых районах)***
Повышение максимальных температур, увеличение числа жарких дней и приливов жары[б] в пределах практически всех материковых участков (*весьма вероятно*)	Увеличение распространенности летальных исходов и серьезных заболеваний в группах населения старшего возраста и среди неимущих слоев городского населения. Увеличение теплового стресса у домашнего скота и диких животных и растений. Изменение туристических направлений. Повышение опасности нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур. Повышение спроса на холодильное электрооборудование и снижение надежности энергоснабжения.
Повышение минимальных температур, снижение числа холодных дней, морозных дней и приливов холода[б] в пределах практически всех материковых районов (*весьма вероятно*)	Снижение заболеваемости и смертности людей в связи с холодом. Снижение опасности нанесения ущерба одним сельскохозяйственным культурам и повышение опасности нанесения ущерба другим культурам. Расширение распространенности и усиление активности некоторых вредителей и переносчиков болезней. Снижение спроса на энергию для отопления.
Более интенсивные явления осадков (*весьма вероятно*, во многих районах)	Увеличение ущерба, связанного с наводнениями, оползнями, лавинами и селевыми потоками. Усиление эрозии почвы. Усиление стока паводковой воды может привести к подпитке грунтовых вод в поймах некоторых рек. Увеличение числа страховых требований к государственным и частным системам страхования ущерба от наводнений и спроса на помощь в чрезвычайных обстоятельствах.
Повышение степени летнего обезвоживания в пределах большинства средних широт внутри континентов и связанной с этим опасности засухи (*вероятно*)	Снижение урожая сельскохозяйственных культур. Увеличение ущерба фундаментам зданий в результате усадки грунта. Снижение количества и качества водных ресурсов. Увеличение опасности лесных пожаров.
Увеличение пиковых значений силы ветра, средних и пиковых значений осадков в районе тропических циклонов (*вероятно*, в некоторых районах)[в]	Увеличение опасности для жизни людей, опасности эпидемий инфекционных заболеваний и многих других опасностей. Усиление эрозии прибрежных зон и ущерба сооружениям и инфраструктуре в прибрежных районах. Увеличение ущерба прибрежным экосистемам, таким, как коралловые рифы и мангровые леса.
Усиление засухи и наводнений, связанных с явлениями типа Эль-Ниньо, во многих различных районах (*вероятно*) (см. также позицию, касающуюся засух и сильных осадков)	Снижение продуктивности сельскохозяйственных и пастбищных угодий в регионах, подверженных засухе и наводнениям. Снижение гидроэлектрического потенциала в регионах, подверженных засухе.
Увеличение изменчивости режима осадков во время летних муссонов в Азии (*вероятно*)	Увеличение масштабов наводнений и засух и опасности ущерба в районах Азии с умеренным и тропическим климатом.
Увеличение силы штормов в средних широтах (нынешние модели не очень согласуются между собой)[б]	Увеличение опасности для жизни и здоровья людей. Увеличение числа случаев разрушения имущества и инфраструктуры. Увеличение ущерба прибрежным экосистемам.

[а] Эти воздействия можно ослабить путем принятия соответствующих мер реагирования.
[б] Данные взяты из технического резюме РГI ТДО (раздел F.5).
[в] Изменения в региональном распределении тропических циклонов возможны, однако не доказаны.

4.7 **Данные исследований, проведенных на основе моделей с высокой разрешающей способностью, свидетельствуют о том, что над некоторыми районами максимальная интенсивность ветра при тропических циклонах возрастет, вероятно, на 5-10%,** а показатели осадков могут увеличиться на 20-30%, однако ни одно из этих исследований не указывает на то, что произойдет изменение мест проявления тропических циклонов. Согласно данным, полученным на основе моделей, вероятность изменений частоты тропических циклонов мала.

РГI ТДО, вставка 10.2

4.8 **Данных о том, каким образом могут измениться мелкомасштабные явления, недостаточно.** Явления очень мелкого масштаба, такие, как грозы, торнадо, град и молнии при работе с глобальными моделями климата не имитируются.

РГI ТДО, раздел 9.3.6

4.9 **Под воздействием парниковых газов в XXI веке в течение ближайших десятилетий-тысячелетий могут начаться изменения в физических и биологических системах, характеризуемые крупными масштабами, высокой степенью воздействия, нелинейностью и потенциальной быстротечностью, и сопровождаемые целым рядом связанных с ними явлений.**

4.10 В климатической системе происходят многочисленные процессы, которые характеризуются сложным нелинейным взаимодействием, в результате чего в ней могут возникнуть пороговые значения (соответственно потенциально резкие изменения), которые могут быть превышены, если в этой системе произойдут достаточно сильные нарушения. Эти резкие и прочие нелинейные нарушения включают значительное увеличение вызванных климатом выбросов парниковых газов из земных экосистем, нарушение термохалинной циркуляции (ТХЦ, см. рисунок 4-2) и разрушение ледниковых щитов Гренландии и Антарктики. Некоторые из этих изменений характеризуются низкой вероятностью их наступления в XXI веке; в то же время воздействие парниковых газов в XXI веке может вызвать изменения, которые могут привести в свою очередь к подобным переходным этапам в последующие столетия (см. вопрос 5). Некоторые из таких изменений (например ТХЦ) могут носить необратимый характер в течение столетий, а то и тысячелетий. Существует высокая степень неопределенности в отношении механизмов таких изменений, их вероятности или временных масштабов; тем не менее керны полярного льда свидетельствуют о том, что режимы атмосферы изменялись в течение нескольких лет, а крупные изменения в масштабах полушария происходили быстрыми темпами в течение нескольких десятилетий и имели значительные последствия для биофизических систем.

РГI ТДО, разделы 7.3, 9.3.4 и 11.5.4; РГII ТДО, разделы 5.2 и 5.8; и СДЗИЗЛХ, главы 3 и 4

4.11 **В XXI веке возможно значительное увеличение вызванных климатом выбросов парниковых газов из-за крупномасштабных изменений почвы и растительности.** Сочетание глобального потепления с другими экологическими стрессами и деятельностью человека может привести к быстрой гибели существующих экосистем. В качестве примеров можно привести обезвоживание тундры, полярных и тропических лесов и связанных с ними торфяников, в результате чего они становятся уязвимыми для пожаров. Подобная гибель экосистем может вызвать дальнейшее изменение климата в результате повышения выделения CO_2 и других парниковых газов растениями и почвой, а также изменениями характеристик поверхности Земли и альбедо.

РГII ТДО, разделы 5.2, 5.8 и 5.9; и СДЗИЗЛХ, главы 3 и 4

4.12 **Значительное и быстрое повышение содержания CH_4 в атмосфере в результате либо снижения ее потенциала химического поглощения, либо высвобождения залежей CH_4 представляется исключительно маловероятным.** Быстрое увеличение продолжительности жизни CH_4, которое возможно при значительных выбросах загрязняющих веществ в тропосферу, в рамках сценариев СДСВ не прогнозируется. Залежи CH_4, захороненные в твердых гидратных отложениях под вечной мерзлотой и под отложениями в океанах, огромны и в настоящее время

РГI ТДО, раздел 4.2.1.1

более чем в 1 000 раз превосходят содержание метана в атмосфере. Предполагаемое обратное воздействие климата может произойти только в том случае, если произойдет разложение гидратов в результате потепления и выброса огромных объемов CH_4; в то же время большая часть CH_4, которая высвободится из твердых пород, будет разлагаться бактериями в отложениях и водяном столбе, в результате чего количество газа, выброшенного в атмосферу, за исключением случаев взрывоподобных выбросов, будет ограниченным. Характер обратной связи не получил количественного определения, однако никаких данных наблюдений, которые подтверждали бы вероятность быстрого выброса CH_4 в большом объеме, в данных о выбросе CH_4 в атмосферу за последние 50 000 лет нет.

4.13 **Согласно прогнозам, рассчитанным по большинству моделей, произойдет ослабление термохалинной циркуляции в океанах, что приведет к уменьшению переноса тепла в высокие широты Европы (см. рисунок 4-2).** Однако даже те модели, которые показывают ослабление ТХЦ, свидетельствуют о том,

РП РГI ТДО и РГI ТДО, разделы 7.3 и 9.3.4

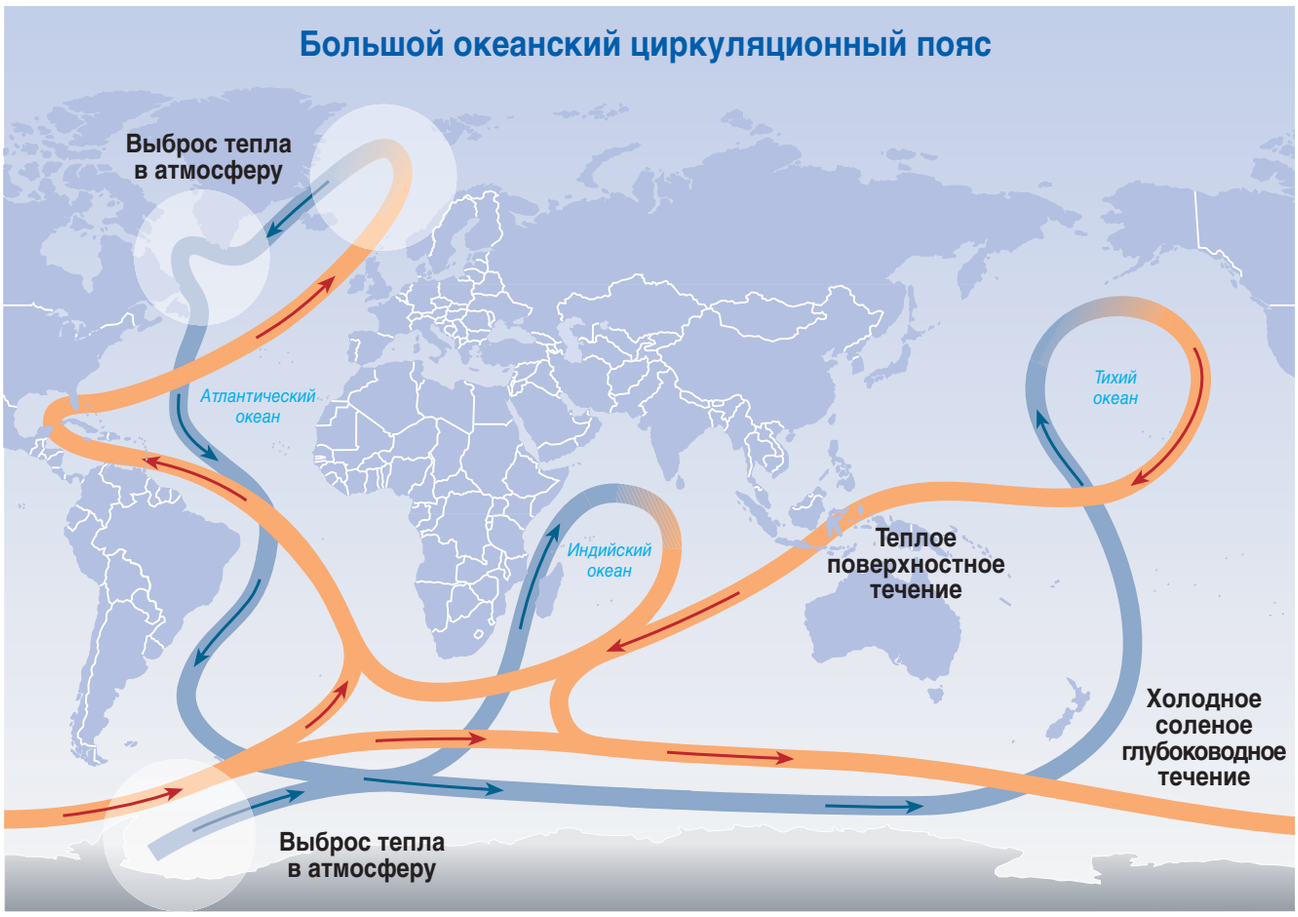


Рисунок 4-2. Схематическая иллюстрация системы глобальной циркуляции в Мировом океане, состоящей из основных маршрутов термохалинной циркуляции “север-юг” в бассейне каждого из океанов, соединяющихся в зоне антарктической приполярной циркуляции. Теплые поверхностные течения и холодные глубоководные течения соединяются в нескольких районах глубоководного образования в высоких широтах Атлантического океана и вокруг Антарктики (синий цвет), где происходит основная передача тепла из океана в атмосферу. Эта система течений значительно способствует процессу переноса тепла и его перераспределения (например, течение в северном направлении в северной части Атлантического океана повышает температуру в северо-западной Европе на 10°C). Результаты моделирования показывают, что североатлантический участок этой системы циркуляции особенно подвержен изменениям температуры атмосферы и гидрологического цикла. Подобные нарушения, вызванные глобальным потеплением, могут нарушить нынешнюю систему, что может оказать сильное влияние на климат в масштабах регионов и полушарий. Следует отметить, что данная диаграмма является схематической и не дает точного представления о местоположении океанских течений, которые составляют часть ТХЦ.

что потепление над Европой будет сохраняться вследствие повышения концентраций парниковых газов. Современные прогнозы не дают основания делать вывод о том, что к 2100 году ТХЦ полностью прекратится. После 2100 года, согласно данным некоторых моделей, ТХЦ может полностью, а возможно, и необратимо исчезнуть в обоих полушариях, если изменение радиационного воздействия будет достаточно сильным и будет действовать в течение достаточно продолжительного периода времени. Результаты работы с моделями свидетельствуют о том, что уменьшение ТХЦ снижает ее сопротивляемость нарушениям (т.е. после своего ослабления ТХЦ, как представляется, становится менее устойчивой, а вероятность ее полного прекращения становится более реальной).

4.14 **В течение XXI столетия масса антарктического ледяного покрова в целом будет, вероятно, увеличиваться. Вместе с тем в течение следующей тысячи лет западно-антарктический ледяной покров может потерять свою массу, вызвав соответствующий подъем уровня моря на несколько метров, однако пока еще нет полного понимания некоторых лежащих в основе этих явлений процессов.** В этой связи были выражены сомнения в отношении стабильности западно-антарктического ледяного покрова, поскольку он находится ниже уровня моря. В то же время, по общему мнению, в течение XXI века разрушение донного льда, в результате которого произойдет существенный подъем уровня моря, представляется весьма маловероятным. Модели сегодняшней динамики климата и льда позволяют прогнозировать, что в течение следующих 100 лет антарктический ледяной покров в целом сохранит, вероятно, свою массу ввиду прогнозируемого увеличения осадков, что приведет к относительному понижению уровня моря на несколько сантиметров. Согласно прогнозам этих моделей, в течение следующей тысячи лет западно-антарктический ледяной покров может способствовать подъему уровня моря на 3 метра.

РГI ТДО, раздел 11.5.4

4.15 **В течение XXI столетия ледяной покров Гренландии будет, вероятно, терять свою массу и способствовать подъему уровня моря на несколько сантиметров.** В течение XXI века ледяной покров Гренландии будет, вероятно, терять свою массу, поскольку прогнозируемое увеличение стока будет превышать увеличение атмосферных осадков и будет способствовать общему подъему уровня моря максимум на 10 см. Ледяные покровы будут по-прежнему реагировать на потепление климата и способствовать подъему уровня моря в течение нескольких тысяч лет после стабилизации климата. Модели климата показывают, что локальное потепление над Гренландией будет, вероятно, в 1-3 раза значительнее глобального среднего значения. По данным моделей ледяного покрова прогнозируется, что потепление местного масштаба более чем на 3°C в том случае, если оно сохранится в течение нескольких тысяч лет, приведет практически к полному таянию ледяного покрова Гренландии с последующим подъемом уровня моря почти на 7 м. Потепление местного масштаба на 5,5°C в том случае, если оно сохранится в течение 1 000 лет, приведет, вероятно, к подъему уровня моря почти на 3 м за счет льдов Гренландии (см. вопрос 3).

РГI ТДО, раздел 11.5.4

4.16 **В XXI столетии ожидаются явно выраженные изменения температуры вечной мерзлоты, морфологии ландшафта и распределения.** В настоящее время вечная мерзлота охватывает 24,5% уязвимой поверхности суши северного полушария. Вследствие потепления климата значительная часть этой территории будет подвержена оседанию грунта, особенно в районах относительно теплой, непостоянной вечной мерзлоты. Площадь вечной мерзлоты в северном полушарии может в конечном итоге сократиться на 12-22% от ее нынешнего размера и полностью исчезнуть в половине района вечной мерзлоты, существующего в настоящее время в Канаде. Изменение южной границы может проявиться в конце XXI века, однако определенная часть толстого слоя вечной мерзлоты со значительным содержанием льда может по-прежнему сохраняться в течение целых веков или тысячелетий в реликтовой форме. Таяние вечной мерзлоты с большим содержанием льда может сопровождаться массовым сдвигом и оседанием поверхности, что, возможно, приведет к увеличению

РГII ТДО, разделы 16.1-2

объема наносов в водотоках и нанесению ущерба инфраструктуре в развитых регионах. В зависимости от режима выпадения осадков и дренажных условий разрушение вечной мерзлоты может привести к выбросу парниковых газов, превращению лесов в болота, луга или водно-болотистые экосистемы, а также вызвать серьезные проблемы эрозии и оползни.

4.17 **В течение XXI столетия многие естественные и управляемые экосистемы могут, вероятно, претерпеть резкие и нелинейные изменения. Чем больше величина и скорость изменения, тем больше риск негативных последствий.**

4.18 **Изменение климата может повысить риск резких и нелинейных изменений во многих экосистемах, которые окажут отрицательное воздействие на их биоразнообразие, продуктивность и функционирование.** Например, стабильное повышение температуры воды всего лишь на 1°C как само по себе, так и в сочетании с любым из нескольких стрессов (например чрезмерное загрязнение и заиливание), может привести к тому, что кораллы начнут выбрасывать находящиеся в них водоросли (обесцвечивание кораллов; см. рисунок 4-3 и вопрос 2), и в конечном итоге к гибели кораллов и возможной утрате биоразнообразия. Изменение климата приведет также к перемещению сред обитания, подходящих для жизни многих земных и морских организмов, в направлении полюсов, а земных организмов в более высокие горные районы. Рост нарушений, наряду с перемещением сред обитания и возросшей ограниченностью условий, необходимых для укоренения видов, может привести к резкому и быстрому разрушению земных и морских экосистем, в результате чего возникнут новые популяции растений и животных, которые будут характеризоваться меньшим разнообразием и наличием “сорных” видов, что повысит риск вымирания (см. вопрос 3).

РГII ТДО, разделы 5.2, 6.4.5 и 17.2.4

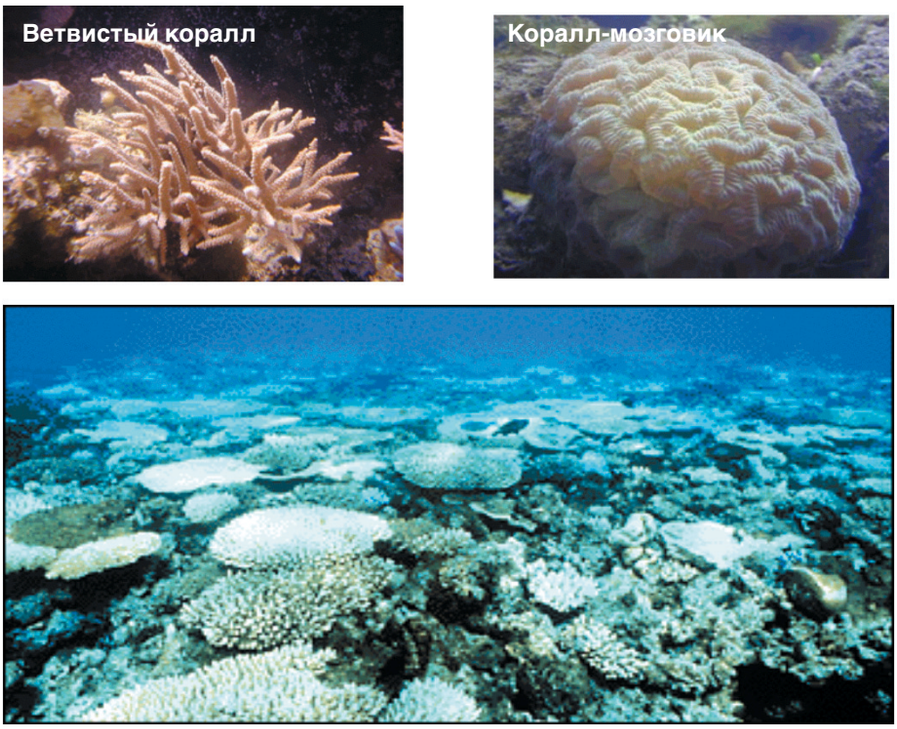


Рисунок 4-3. Разнообразие кораллов может подвергнуться отрицательному воздействию, в результате которого уменьшится количество ветвистых кораллов (например коралл с роговидными отростками) или они полностью исчезнут в некоторых местах, поскольку на них во все большей степени сказывается повышение температуры морской поверхности, в то время как распространение крупных кораллов (например кораллы-мозговики) станет более широким.

РГII ТДО, разделы 17.2.4

4.19 **В экологических системах происходят многочисленные взаимодействующие нелинейные процессы, в результате чего они подвержены резким изменениям и "пороговым" воздействиям, возникающим при сравнительно небольших изменениях в определяющих переменных факторах, таких, как климат.** Например:

- повышение температуры выше порогового значения, которое меняется в зависимости от сельскохозяйственной культуры и сорта, может повлиять на основные этапы развития некоторых культур и привести к крупным потерям урожая. К примерам основных этапов развития и их критических пороговых значений относится стерильность вторичных колосков риса (например, температура более 35°C в течение более одного часа во время цветения и опыления резко ухудшает образование цветка и в конечном итоге образование зерна), утрата жизнеспособности пыльцы у кукурузы (>35°C), снижение морозостойкости пшеницы (>30°C в течение более восьми часов), и ухудшение клубнеобразования и роста клубней картофеля (>20°C). Потери урожая этих культур могут быть весьма значительными даже в тех случаях, когда температура превышает критические пределы даже в течение коротких периодов времени;
- мангровые заросли занимают переходную зону между морем и сушей, которая возникла в результате установления равновесия между процессами эрозии со стороны моря и процессами заиливания со стороны суши. Процессы эрозии со стороны моря будут, как можно предположить, усиливаться при подъеме уровня моря, а процессы заиливания усиливаться в результате изменения климата и влияния деятельности человека (например освоение прибрежных зон). Таким образом, воздействие на мангровые заросли будет определяться сбалансированностью этих двух процессов, которые и определят, будут ли мангровые заросли перемещаться в направлении суши или в направлении моря.

РГII ТДО, разделы 13.2.2 и 13.6.2

РГII ТДО, разделы 5.3, 10.2.2, 15.2 и 17.2

4.20 **Крупномасштабные изменения в растительном покрове могут отрицательно повлиять на региональный климат.** Изменения в характеристиках поверхности суши, связанные, например, с изменением покрова суши, могут изменить потоки энергии, воды и газа и повлиять на состав атмосферы, что вызовет изменения локального/регионального климата и соответственно изменение режима возмущения (например в Арктике). В районах, в которых отсутствуют поверхностные воды (обычно полузасушливые или засушливые земли), эвапотранспирация и альбедо отрицательно повлияют на локальный гидрологический цикл, и вследствие этого произойдет уменьшение растительного покрова, что приведет к уменьшению количества атмосферных осадков в локальном/региональном масштабе и изменению частоты и интенсивности засух.

РГII ТДО, разделы 1.3.1, 5.2, 5.9, 10.2.6.3, 13.2.2, 13.6.2 и 14.2.1

Вопрос 5

B5

Что известно об инерции и временных шкалах, связанных с изменениями климатической системы, экологических систем, социально-экономических секторов и их воздействия?

Вставка 5-1 Временная шкала и инерция.

Термины “временная шкала” и “инерция” не имеют общепринятого определения в тех дисциплинах, которые использовались при подготовке ТДО. С целью ответа на этот вопрос применяются следующие определения:

- “Временная шкала” – это время, необходимое для проявления по меньшей мере половины конечного эффекта возмущающего фактора, воздействующего на конкретный процесс. Временные шкалы для некоторых ключевых процессов системы Земли показаны на рисунке 5-1.
- “Инерция” означает запаздывание, медлительность или устойчивость климатической, биологической или антропогенной системы с точки зрения ее реакции на действие факторов, которые нарушают темпы изменений, в том числе на продолжение процесса изменений в системе после устранения вызывающей их причины.

В литературе используются лишь две из нескольких концепций с целью описания реакции комплексных, нелинейных, адаптационных систем на внешнее воздействие.

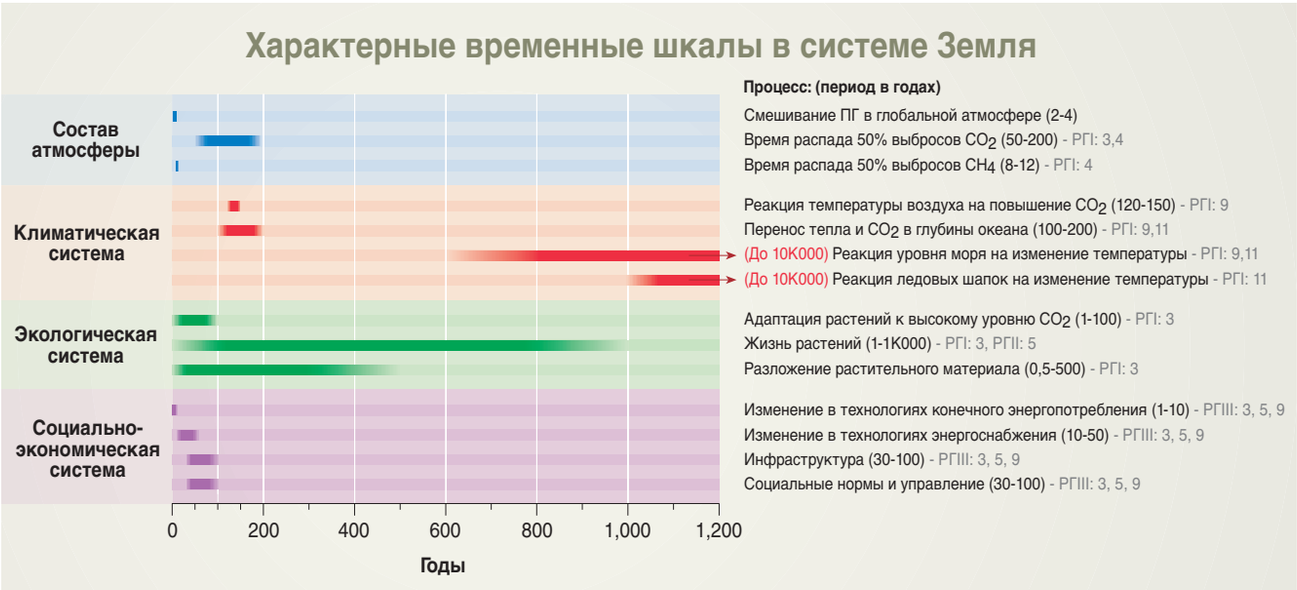


Рисунок 5-1. Временные шкалы, характерные для некоторых основных процессов в системе Земли: состав атмосферы (синий цвет), климатическая система (красный цвет), экологическая система (зеленый цвет) и социально-экономическая система (фиолетовый цвет). “Временная шкала” определяется в данном случае как время, необходимое для проявления как минимум половины последствий изменения движущего фактора конкретного процесса. Проблемы адаптации возникают тогда, когда процессы реагирования (такие, как продолжительность срока жизни некоторых растений) происходят гораздо медленнее, чем движущие процессы (изменение в температуре). Проблемы справедливости в отношениях между поколениями возникают в случае всех процессов, для которых временные шкалы превышают время жизни одного поколения людей, поскольку большая часть последствий деятельности конкретного поколения людей проявится при жизни будущих поколений.

РГI ТДО, главы 3, 4, 7, и 11; РГII ТДО, глава 5 и РГIII ТДО, главы 5, 6 и 10

5.1 В рамках этого вопроса рассматривается проблема инерции и временных шкал, связанных с важными процессами взаимодействия климатических, экологических и социально-экономических систем, и приводятся соответствующие примеры. Затем следует обсуждение потенциально необратимых изменений, т.е. таких ситуаций, когда отдельные элементы климатических, экологических или социально-экономических систем могут оказаться не в состоянии вернуться к своему бывшему состоянию в диапазоне временных шкал жизни нескольких поколений людей после ослабления или полного устранения движущих факторов, ведущих к соответствующему изменению. И наконец, здесь рассматривается вопрос о том, каким образом последствия инерции могут повлиять на решения относительно мер по адаптации к изменению климата или смягчению его последствий.

5.2 **Инерция является широко распространенной характеристикой, присущей взаимодействию климатических, экологических и социально-экономических систем. Так, некоторые воздействия в результате изменения климата, вызванного антропогенными**

факторами, могут быть очень медленными и поэтому незаметными, а некоторые из них могут оказаться необратимыми, если не ограничить темпы и масштабы изменения климата до достижения ими соответствующих пороговых уровней, величина которых может оказаться практически неизвестной.

5.3 **Совокупное воздействие взаимодействующих инерций различных составных процессов заключается в том, что стабилизация климата и находящихся под влиянием климата систем будет достигнута лишь спустя много времени после того, как будут уменьшены антропогенные выбросы парниковых газов.** Нарушение атмосферы и океанов в результате воздействия CO_2, уже выброшенного вследствие деятельности человека начиная с 1750 года, сохранится в течение многих столетий из-за медленных темпов перераспределения углерода между крупными океаническими и земными накопителями с медленным круговоротом (см. рисунки 5-2 и 5-4). Согласно прогнозам, будущая атмосферная концентрация CO_2 сохранится в непосредственной близости к наиболее высокому достигнутому уровню, поскольку естественные процессы могут лишь вернуть данную концентрацию к доиндустриальным уровням в геологических диапазонах временных шкал. Напротив, стабилизация выбросов парниковых газов с менее продолжительным периодом существования, таких, как CH_4, приведет в течение нескольких десятилетий к стабилизации атмосферных концентраций. Инерция также предполагает, что предотвращение выбросов парниковых газов с продолжительным периодом жизни характеризуется долгосрочными выгодами.

РГI ТДО, разделы 3.2, 3.7 и 4.2 и РГI ТДО, рисунок 9.16

Концентрация CO_2, температура и уровень моря продолжают повышаться в течение длительного времени после сокращения выбросов

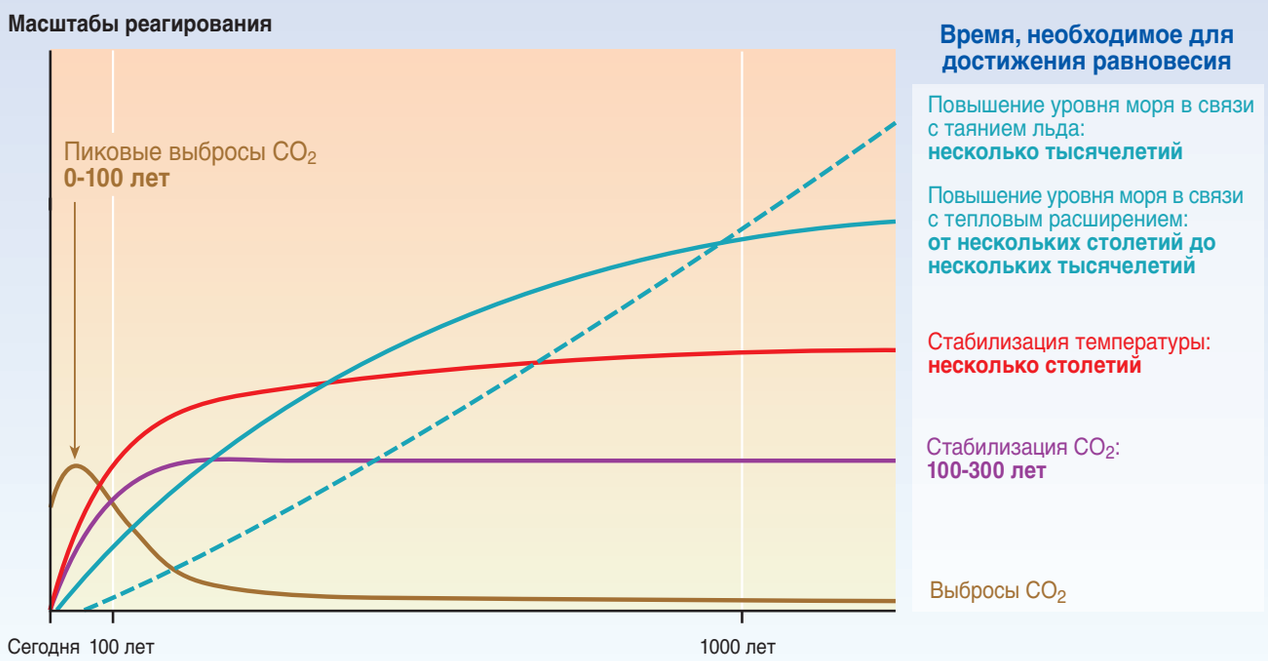


Рисунок 5-2. После сокращения выбросов CO_2 и стабилизации его концентрации в атмосфере температура воздуха на поверхности Земли будет продолжать медленно повышаться в течение столетия или больше. Тепловое расширение океана будет продолжаться в течение длительного времени после сокращения выбросов CO_2, а таяние ледяных покровов будет продолжать способствовать повышению уровня моря в течение многих столетий. Этот рисунок представляет собой типовую иллюстрацию процесса стабилизации на любом уровне от 450 до 1000 млн.$^{-1}$, поэтому вертикальная ось в единицах измерения не проградуирована. Величина реагирования в зависимости от стабилизации в этом диапазоне показывает приблизительно одну и ту же закономерность во времени, однако при более высоких концентрациях CO_2 воздействия будут проявляться все сильнее и сильнее.

РГI ТДО, разделы 3,7, 9.3 и 11.5 и РГI ТДО, рисунки 3.13, 9.16, 9.19, 11.15 и 11.16

5.4 **Основными источниками инерции в системе климата в диапазонах временных шкал до 1 000 лет являются океаны и креосфера (ледовые шапки, ледовые щиты, ледники и вечная мерзлота).** Прогнозы, разработанные на базе сдвоенных моделей “океан–климат”, свидетельствуют о том, что вследствие наличия большой массы, толщины и теплоемкости океанов и креосферы, а также медленной скорости процесса переноса тепла потребуются сотни лет для того, чтобы средняя температура атмосферы у поверхности Земли наконец приблизилась к температуре “равновесия” после изменения в радиационном воздействии. Проникновение тепла из атмосферы в верхний “перемешанный слой” океана происходит в течение десятилетий, в то время как перенос тепла в глубины океана потребует столетий. Еще одно связанное с этим последствие заключается в том, что вызванный деятельностью человека подъем уровня моря будет неумолимо продолжаться в течение многих столетий, после того как произойдет стабилизация атмосферной концентрации парниковых газов.

РГI ТДО, разделы 7.3, 7.5 и 11.5.4 и РГI ТДО, рисунки 9.1, 9,24 и 11.16

5.5 **Чем ниже показатель стабилизации атмосферных концентраций CO_2, тем быстрее придется снижать выбросы CO_2 для достижения этого показателя.** Если объемы выбросов сохранятся на существующих в настоящее время уровнях, то, как следует из данных моделей круговорота углерода, атмосферная концентрация CO_2 будет продолжать увеличиваться (см. рисунок 5-3).

- Стабилизация концентраций CO_2 на любом уровне требует конечного снижения глобальных чистых выбросов до незначительной доли существующего объема выбросов.
- Стабилизация атмосферных концентраций CO_2 на уровне 450, 650 или 1 000 млн.$^{-1}$ потребует глобального сокращения антропогенных выбросов CO_2 ниже уровня 1990 года в течение нескольких десятилетий, почти столетия или почти двух столетий соответственно, после чего эта концентрация будет продолжать стабильно сокращаться (см. рисунок 6-1).

Эти временные ограничения частично объясняются показателем поглощения CO_2 океаном, которое ограничено медленным переносом углерода между поверхностью и глубинными водами. Океан обладает достаточным потенциалом поглощения, для

РГI ТДО, разделы 3.7.3 и 9.3.3.1

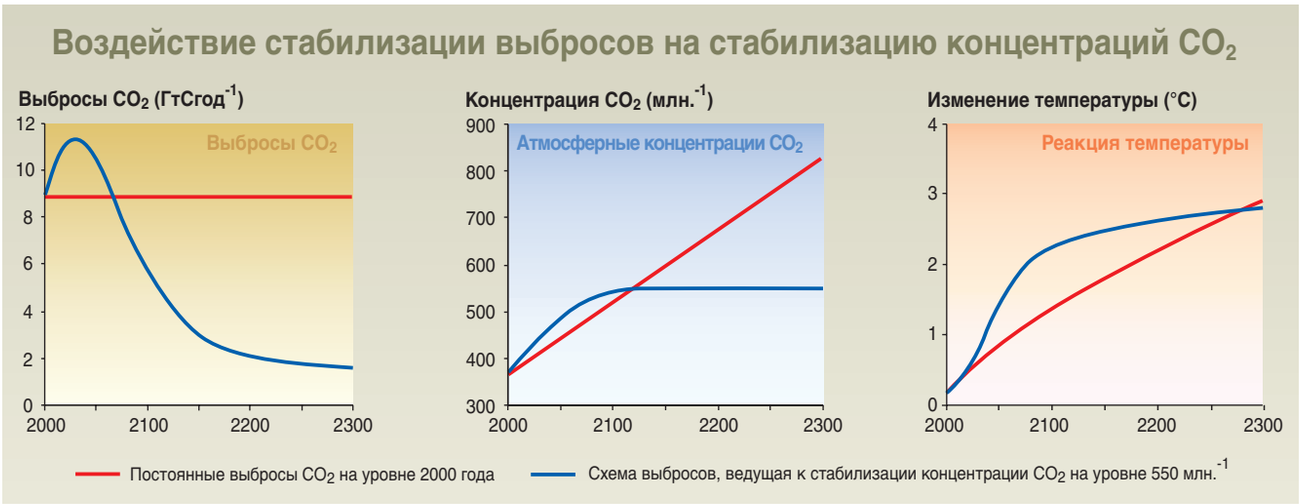


Рисунок 5-3. Стабилизация выбросов CO_2 на современных уровнях приведет к постоянному росту *концентрации* CO_2 в атмосфере и повышению температуры. Для стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере и изменения температуры в конечном итоге потребуется уменьшение выбросов до уровней гораздо ниже современных. На всех трех частях рисунка кривые красного цвета показывают результаты сохранения выбросов на постоянном уровне, предписанном сценарием стабилизации WRE 550 на 2000 год (который несколько выше фактических выбросов за 2000 год), а синие кривые являются результатом выбросов в соответствии со сценарием стабилизации WRE 550. Оба случая являются чисто иллюстративными: постоянные глобальные выбросы являются нереальными в краткосрочной перспективе, и в отношении сценария WRE 550 не высказано никаких предпочтений по сравнению с другими сценариями. Другие сценарии стабилизации показаны на рисунке 6-1. Рисунок 5-3 подготовлен на основе использования моделей, описание которых содержится в главах 3 и 9 РГI ТДО.

РГI ТДО, разделы 3.7 и 9.3

того чтобы поглотить 70-80% прогнозируемых антропогенных выбросов CO_2 в атмосферу, однако для этого потребуются несколько столетий. Химическая реакция с участием океанских отложений характеризуется потенциалом, способным поглотить еще 15% за период в 5 000 лет.

РГ I ТДО, разделы 3.2.2-3 и 3.7.1-2 и РГ I ТДО, рисунок 3.10

5.6 **Разрыв во времени между поглощением и высвобождением углерода биосферой проявляется в виде временного чистого поглощения углерода.** Основные потоки в глобальном круговороте углерода характеризуются временными шкалами, которые варьируются в весьма широких масштабах (см. рисунки 5-1 и 5-4). Чистое земное поглощение углерода, которое усилилось за последние несколько десятилетий, отчасти является следствием разрыва во времени между поглощением углерода в результате фотосинтеза и выбросом углерода, когда растения в конечном итоге погибают и начинают разлагаться. Например, поглощение, возникшее в результате подроста лесов на сельскохозяйственных землях, которые были заброшены в течение последнего столетия в северном полушарии, будет уменьшаться по мере того, как леса начнут достигать своей зрелой биомассы, рост замедлится и расширятся масштабы гибели деревьев. Показатель увеличения поглощения углерода растениями вследствие повышения содержания CO_2 или отложения азота в конечном итоге достигнет точки насыщения, после чего он сравняется с показателем разложения

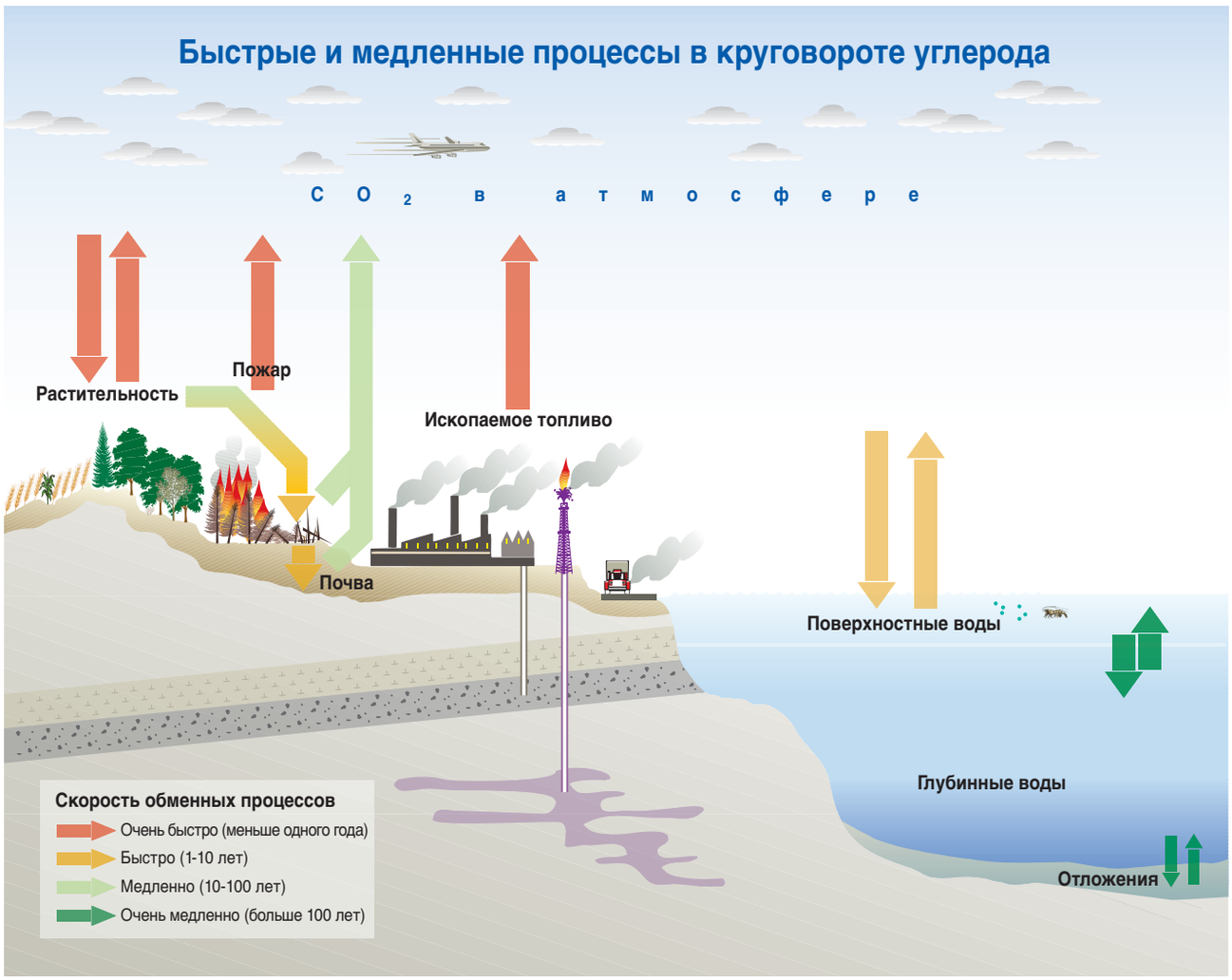
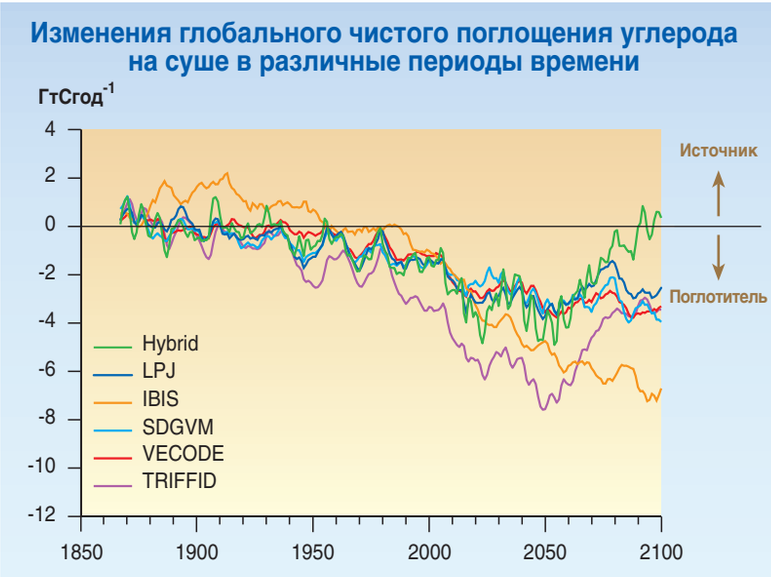


Рисунок 5-4. Диапазон временных шкал, характерных для основных процессов глобального круговорота углерода, является одной из причин разброса сроков реагирования на изменения концентрации CO_2 в атмосфере и способствует появлению временных поглотителей в условиях, когда концентрация CO_2 в атмосфере превысила его равновесный уровень, существовавший до 1750 года.



РГI ТДО, рисунок 3.10b

Рисунок 5-5. Роль суши в настоящее время как чистого поглотителя углерода отчасти объясняется быстрым поглощением CO_2 растениями во время их роста, а также задержкой во времени, прежде чем этот углерод сможет снова вернуться в атмосферу в результате разложения растительного материала и органических веществ в почве. Ускоренному росту растений способствуют несколько процессов: изменения в землепользовании и управлении земельными ресурсами, действие повышенного количества CO_2 и азота в качестве удобрения, а также некоторые климатические изменения (такие, как более продолжительный сезон созревания в высоких широтах). По данным ряда моделей (обозначены на рисунке в виде сокращений), прогнозируется непрерывный рост объема чистого поглощения углерода в течение нескольких десятилетий, после чего в конце XXI века в силу причин, изложенных в тексте, произойдет выравнивание или уменьшение поглощения. Показанные на данном рисунке результаты моделей взяты из сценария IS92a, однако аналогичные выводы получены и по другим сценариям.

увеличившегося объема биомассы. Изменение климата приведет, вероятно, к повышению в будущем показателей нарушения и разложения. Согласно разработанным на основе некоторых моделей прогнозам, существующее глобальное чистое земное поглощение углерода достигнет своего пика, а затем выровняется или уменьшится. По некоторым оценкам, этот пик может быть пройден в течение XXI века. Неопределенными остаются перспективные оценки, превышающие несколько десятилетий и касающиеся глобального чистого обмена земного углерода с атмосферой (см. рисунок 5-1).

5.7 Хотя в результате потепления поглощение CO_2 океаном снижается, тем не менее, согласно прогнозам, чистое поглощение углерода океаном сохранится на том же уровне при повышении концентрации CO_2 в атмосфере по меньшей мере в течение XXI века. Для переноса углерода от поверхности к глубинным водам океана потребуются столетия, а процесс его стабилизации с океанскими отложениями займет тысячелетия.

РГI ТДО, разделы 3.2.3 и 3.7.2, и РГI ТДО, рисунки 3.10c, d

5.8 **Экологические системы, будучи подвергнуты воздействию быстрого изменения климата, будут, вероятно, разрушены вследствие расхождений в сроках реагирования в рамках определенной системы.** Вполне вероятно, что конечная утрата способности данной экосистемы обеспечивать определенные услуги, такие, как снабжение продовольствием, древесиной, а также способности поддерживать биоразнообразие на устойчивом уровне, проявится не сразу. Изменение климата может привести к возникновению таких условий, которые неприемлемы для укоренения основных видов, однако медленная, не сразу проявляющаяся реакция долгоживущих растений, скрывает значимость этого изменения до тех пор, пока уже прижившиеся отдельные особи не умрут или не погибнут в результате катаклизма. Например, при изменении климата в той степени, которая возможна в течение XXI века, существует вероятность того, что в некоторых лесах после гибели зрелого леса в результате пожара, воздействия ветра, нашествия насекомых или вырубки, вместо восстановления той популяции, которая существовала в прошлом, произойдет исчезновение видов или их замена другими видами.

РГII ТДО, раздел 5.2

5.9 **Человек продемонстрировал свою способность адаптироваться к долгосрочным средним климатическим условиям, однако адаптация к экстремальным и годовым колебаниям климатических условий является менее успешной.**

РГII ТДО РП, 2.7, РГII ТДО разделы 4.6.4, 18.2.4 и 18.8; и РГIII ТДО раздел 10.4.2

Предполагается, что изменения климата в последующие 100 лет превзойдут любые климатические изменения, которые наблюдались в истории человечества по меньшей мере за последние пять тысячелетий. Темпы этих будущих изменений станут крупной проблемой для человечества. Время, необходимое для социально-экономической адаптации, варьируется от нескольких лет до десятилетий в зависимости от сектора и ресурсов, имеющихся для содействия этому переходу. Процесс принятия решений относительно мер по адаптации и смягчению последствий и осуществления этих решений характеризуется инерцией, которая будет действовать в течение нескольких десятилетий. Тот факт, что решения относительно мер по адаптации и смягчению последствий принимаются, как правило, разными органами, усугубляет трудности, связанные с определением и осуществлением наилучшего возможного сочетания стратегий, и соответственно способствует задержкам в принятии мер реагирования на изменение климата.

5.10 **Как правило, между осознанием необходимости реагирования на серьезную проблему, планированием, проведением исследований и подготовкой решения и его осуществлением существует временной разрыв, длящийся от нескольких лет до десятилетий.** Этот временной разрыв можно уменьшить путем упреждения будущих потребностей и соответственно заблаговременной разработки необходимых технологий. Реакция технического развития на изменение цен на энергию исторически была относительно быстрой (обычно между резким увеличением цен и ответной реакцией в виде патентной деятельности и внедрения новых предлагаемых образцов проходит менее пяти лет), однако распространение новых технологий занимает гораздо больше времени. Темпы распространения часто зависят от темпов вывода из эксплуатации ранее установленного оборудования. Заблаговременное внедрение быстро совершенствующихся видов технологий позволяет снизить затраты на обучение (за счет обучения в процессе работы) без преждевременного замыкания на существующие малоэффективные технологии. Темпы распространения технологии в значительной степени зависят не только от экономической целесообразности, но и от социально-экономических нагрузок. В отношении некоторых технологий, таких, как введение в практику новых сортов сельскохозяйственных культур, наличие существовавших ранее вариантов адаптации и имеющиеся данные об этих вариантах позволяют быстро принять меры по адаптации. Однако во многих регионах демографические нагрузки на ограниченные земельные и водные ресурсы, политика правительств, препятствующая изменениям, или ограниченный доступ к информации и финансовым ресурсам затрудняют и замедляют адаптацию. Принятие оптимальных мер по адаптации к изменению климата, например к росту частоты засух, может быть отложено, если они рассматриваются как следствие естественной изменчивости, в то время как на самом деле они связаны с изменением климата. И наоборот, могут быть приняты неправильные меры по адаптации, если изменчивость климата ошибочно воспринимается в качестве тенденции.

РГII ТДО, разделы 1.4.1, 12.8.4 и 18.3.5; и РГIII ТДО, разделы 3.2, 5.3.1 и 10.4

5.11 **Социальные структуры и личностные ценности взаимодействуют с физической инфраструктурой общества, учреждениями и присущими им технологиями, причем вся эта совокупная система эволюционирует сравнительно медленно.** Это особенно явно проявляется, например, во влиянии городской планировки и инфрастуктуры на потребление энергии для обогрева, охлаждения и работы транспорта. Рынки иногда “замыкаются” на технологиях и видах практики, которые являются менее оптимальными с точки зрения инвестиции в поддержку инфраструктуры, а это блокирует альтернативные варианты. Распространение многих инноваций сталкивается с традиционными предпочтениями людей и другими барьерами социального и культурного характера. Если только преимущества не являются совершенно очевидными, то для социальных и поведенческих изменений среди пользователей технологии могут потребоваться десятилетия. Потребление энергии и уменьшение последствий парниковых газов представляют собой лишь второстепенный интерес для большинства людей в их повседневной жизни. Их модели потребления определяются не только демографическими, экономическими

РГIII ТДО, разделы 3.2, 3.8.6, 5.2-3 и 10.3, РП СДПТ и СДПТ, глава 4Р

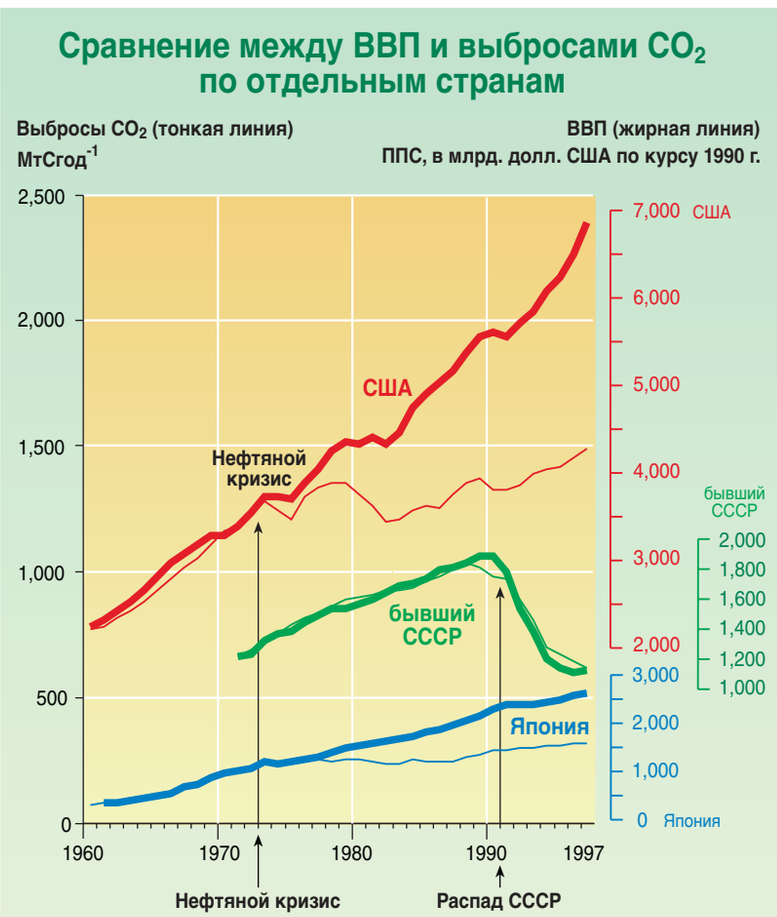
и технологическими изменениями, наличием ресурсов, инфраструктурой и временными ограничениями, но и мотивацией, привычками, потребностями, предпочтениями, социальными структурами и прочими факторами.

5.12 **Социально-экономические временные масштабы не являются фиксированными: они чувствительно реагируют на социально-экономические факторы и могут изменяться в результате мер в области политики и выбора вариантов, произведенного отдельными лицами.** В суровых экономических обстоятельствах изменения в поведении людей и в сфере технологии могут происходить быстрыми темпами. Например, нефтяные кризисы 70-х годов повлекли за собой всплеск общественного интереса к сохранению энергии и альтернативным источникам энергии, а экономика в большинстве стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) характеризовалась значительным отходом от концепции наличия традиционной связи между потреблением энергии и темпами экономического роста (см. рисунок 5-6). Еще одним примером является наблюдающееся уменьшение выбросов CO_2 в связи с развалом экономики в странах бывшего Советского Союза (БСС) в 1988 году. В обоих этих случаях ответная реакция была очень быстрой (в течение нескольких лет). Очевидно также и обратное: в ситуациях, когда стимул к изменению невелик, инерция значительна. Это косвенно подразумевалось в сценариях СДСВ, поскольку в них не рассматриваются значительные стрессы, такие, как экономический спад, крупномасштабные конфликты или перебои в обеспечении запасов продовольствия и связанные с этим страдания людей, которые по существу с трудом поддаются прогнозированию.

РГIII ТДО, глава 2, РГIII ТДО разделы 3.2 и 10.1.4.3 и РГII ВДО, раздел 20.1

5.13 **Стабилизация концентрации CO_2 в атмосфере на уровнях ниже примерно 600 млн.$^{-1}$ возможна только при более значительном уменьшении интенсивности**

РГI ТДО, раздел 3.7.3.4, РГIII ТДО, раздел 2.5 и СДСВ, раздел 3.3.4



РГIII ТДО, таблица 3.1, и РГII ВДО, рисунок 20-1

Рисунок 5-6. Реакция энергетической системы, показанная на основе выбросов CO_2 (обозначен как углерод), на экономические изменения, показанные на основе ВВП (выражен в показателях паритета покупательной способности (ППС)). Реакция может происходить почти без инерции, если потрясение является сильным. «Нефтяной кризис», в ходе которого цены на энергоносители выросли весьма существенно за короткий период времени, вызвал почти немедленное и устойчивое расхождение ранее тесно связанных значений выбросов и ВВП в большинстве развитых стран: Япония и Соединенные Штаты Америки приведены в качестве примеров. При распаде бывшего Советского Союза два показателя остались тесно связанными, что ведет к резкому спаду выбросов при снижении ВВП.

выбросов углерода и/или потребления энергии по сравнению с теми, которые были достигнуты в историческом плане. Это подразумевает переход к альтернативным путям развития с новыми социальными, институциональными и технологическими структурами, в которых учитываются экологические ограничения. Низкие исторические темпы улучшения показателей интенсивности энергопотребления (потребление энергии на единицу ВВП) отражают сравнительно низкий приоритет, который большинство производителей и пользователей технологии придавали эффективности энергопотребления. Напротив, производительность труда возрастала в период с 1980 по 1992 года более высокими темпами. Для достижения стабилизации концентраций CO_2 в атмосфере на уровне порядка 600 млн.$^{-1}$ или ниже исторически зарегистрированные ежегодные темпы повышения интенсивности мирового энергопотребления (1-1,5% в год) должны быть увеличены и сохранены в течение продолжительного периода времени (см. рисунок 5-7). Показатели уменьшения интенсивности выбросов углерода (количество углерода за единицу произведенной энергии) должны в конечном итоге измениться в еще большей степени (например до 1,5% в год (историческая исходная величина равна 0,3-0,4% в год)). На практике повышение интенсивности энергопотребления и выброса углерода будет, вероятно, продолжаться, однако стабилизация парниковых газов на уровнях ниже 600 млн.$^{-1}$ потребует, чтобы по меньшей мере один из них достиг этого показателя темпами, которые значительно превышали бы темпы, достигнутые в историческом плане. Чем ниже показатель стабилизации и чем выше уровень исходных выбросов, тем больше необходимое отклонение CO_2 от исходного показателя и тем раньше оно должно произойти.

5.14 Некоторые изменения в климатических, экологических и социально-экономических системах практически необратимы в течение срока жизни многих поколений людей, а другие изменения абсолютно необратимыми.

РГIIIТДО, рисунки 2.8 и 2.18

Рисунок 5-7. a) Для достижения установленных показателей стабилизации концентрации CO_2 требуемое снижение показателя энергоемкости (количество энергии на единицу ВВП) должно находиться в пределах исторически достигнутых значений стабилизации выше 550 млн.$^{-1}$ и, возможно, даже 450 млн.$^{-1}$, однако b) необходимый показатель улучшения показателя углеродоемкости (выбросы углерода на единицу энергии) должен быть выше исторически достигнутых уровней, с тем чтобы можно было стабилизировать концентрацию на уровнях ниже примерно 600 млн.$^{-1}$. В результате этого затраты на смягчение последствий возрастают по мере снижения уровня стабилизации, причем этот рост происходит более резко, когда уровни стабилизации ниже 600 млн.$^{-1}$, а не выше (см. рисунок 7-3).

5.15 **Существуют два типа очевидной необратимости.** “Фактическая необратимость” связана с процессами, которые характеризуются возможностью возвращения к состоянию, предшествующему нарушениям, однако для этого потребуются столетия, а то и тысячелетия. Примером является частичное таяние ледового щита Гренландии. Другой пример – это прогнозируемый подъем среднего уровня моря, частично в результате таяния криосферы, однако главным образом в результате теплового расширения океанов. На земном шаре уже происходит определенный подъем уровня моря вследствие поверхностного атмосферного потепления, которое наблюдалось в течение прошлого столетия. “Абсолютная необратимость” является результатом превышения порогового значения, за пределами которого данная система уже не возвращается спонтанным образом к своему предыдущему состоянию. Примером абсолютно необратимого изменения вследствие превышения порогового значения является вымирание некоторых видов из-за совокупного влияния изменения климата и потери мест обитания.

РГI ТДО, глава 11, РГII ТДО, глава 5 и РГII ТДО разделы 16.2.1 и 17.2.5

5.16 **Положение порогового значения и близкая к нему сопротивляемость изменению могут зависеть от той скорости, с которой идет приближение к данному пороговому значению.** Результаты работы с моделями свидетельствуют о том, что в термохалинной циркуляции океана может существовать такое пороговое значение (см. вопрос 4), при котором в случае быстрого потепления в мире может произойти переход к новой океанской циркуляции, как это произошло после окончания последнего ледникового периода. Хотя подобный переход является весьма маловероятным в течение XXI столетия, некоторые из моделей позволяют предположить, что такой переход будет необратимым (т.е. новая циркуляция сохранится даже после того, как исчезнет вызвавшее ее нарушение). При более медленных темпах потепления ТХЦ будет, вероятно, постепенно адаптироваться, в результате чего пороговые значения, как можно предположить, не будут превышены. Из этого вытекает, что схема выбросов парниковых газов имеет важное значение при определении эволюции термохалинной циркуляции. По мере приближения какой-либо системы к пороговому значению, как это происходит в случае ослабления ТХЦ в условиях глобального потепления, эластичность ее реагирования на возмущающие факторы уменьшается.

РГI ТДО, разделы 2.4.3, 7.3.7 и 9.3.4.3, и РГII ТДО, раздел 1.4.3.5

5.17 **Более высокие темпы потепления и усиленное воздействие многочисленных стрессов повышают вероятность превышения порогового значения.** Примером экологического порога может служить миграция той или иной разновидности растений как следствие их реакции на меняющийся климат. Данные, полученные при исследованиях ископаемых органических остатков, свидетельствуют о том, что максимальная скорость, с которой большинство видов растений мигрировали в прошлом, составляет примерно 1 км в год. Известные ограничения, связанные с процессом распространения (например средний период времени между прорастанием растения и появлением на нем семян и среднее расстояние, на которое может переместиться отдельное семя) свидетельствуют о том, что без вмешательства человека многие виды не смогут перемещаться с той же скоростью, с которой будут перемещаться предпочтительные для них климатические ниши, как это прогнозируется на XXI столетие, даже если для их миграции не будет никаких препятствий со стороны землепользования. В качестве примера порогового значения в социально-экономической сфере можно назвать конфликты в уже напряженных ситуациях, например при совместном использовании несколькими странами бассейна одной реки, когда возникает конкурентная борьба за ограниченные водные ресурсы. Дополнительная нагрузка из-за экологического стресса, такого, как уменьшение водного потока, может стать причиной острого конфликта. В случае отсутствия полного понимания систем, находящихся в условиях стресса, существование порогового значения может оставаться незаметным до тех пор, пока оно не будет достигнуто.

РГII ТДО, разделы 1.2.1.2, 4.7.3 и 5.2, РГIII ТДОТР 2.3, СДСВ, вставка 4.2, и РГII ВДО, А.4.1

5.18 **Инерция климатических, экологических и социально-экономических систем приводит к тому, что адаптация**

становится неизбежной, а в некоторых случаях уже необходимой; кроме того, инерция оказывает влияние на оптимальное сочетание стратегий по адаптации и смягчению последствий.

5.19 **В результате отставания во времени и инерции, присущих системе Земли, включая ее социальные компоненты, некоторые из последствий принятия или непринятия соответствующих мер проявятся только через много лет в будущем.** Например, различия в первоначальных схемах различных сценариев, изложенных в СДСВ, и сценариев стабилизации незначительны, однако различия в выходных результатах, свидетельствующих о состоянии климата в долгосрочной перспективе, большие. Выбор путей развития вызывает те или иные последствия во всех диапазонах временных шкал; таким образом, общие затраты и выгоды в долгосрочной перспективе могут значительно отличаться от затрат и выгод в краткосрочной перспективе.

РГIII ТДО, раздел 8.4.2

5.20 **При наличии инерции хорошо обоснованные меры по адаптации к изменению климата или по смягчению его последствий являются более эффективными, а при определенных обстоятельствах могут быть и более дешевыми, если они будут приняты в более ранние, а не в более поздние сроки.** Отставание во времени обеспечивает «передышку» между выбросами и их последствиями, оставляя таким образом время для запланированной адаптации. Инерция в развитии технологии и в замене основных фондов является важным аргументом в пользу постепенного смягчения последствий. Важным моментом действия инерции в экономических структурах и процессах является то, что отклонение от любой заданной тенденции вызывает затраты, и эти затраты возрастают по мере увеличения скорости отклонений (например стоимость более быстрого сворачивания деятельности предприятий с интенсивным выбросом углерода). Принятие более ранних мер по смягчению последствий может уменьшить риск наступления суровых, продолжительных или необратимых последствий, снижая при этом необходимость принятия более быстрых мер по смягчению последствий в более поздний период. Ускоренное принятие мер может помочь снизить затраты на меры по смягчению последствий и по адаптации в долгосрочной перспективе благодаря ускорению развития технологии и более ранней реализации выгод, которые на текущий момент неясны из-за несовершенства рынка. Снижение в течение нескольких ближайших лет является экономически полезным, если существует значительная вероятность того, что оно останется ниже максимальных значений, которые в противном случае будут достигнуты в диапазоне временных шкал, характерных для систем, выбрасывающих парниковые газы. Решения о смягчении последствий изменения климата зависят от взаимодействия инерции и неопределенности, результаты которого проявляются в процессе последовательного принятия решений. Предвидение и раннее принятие мер по адаптации будет наиболее выгодным в тех секторах, в которых имеется давно созданная инфраструктура, такая, как дамбы и мосты, и значительная социальная инерция, такая, как неправильное предоставление прав собственности. Заблаговременные меры по адаптации могут оказаться весьма экономически выгодными, если спрогнозированная тенденция получает материальное воплощение.

РГII ТДО, разделы 1.3.4 и 2.7.1, РГIII ТДО, глава 2, РГIII ТДО, разделы 10.1 и 10.4.2-3, и РГIII ТДО, таблица 10.7

5.21 **Существование явлений отставания во времени, инерции и необратимости в системе планеты Земля означает, что меры по смягчению последствий или развитию технологии могут привести к различным конечным результатам в зависимости от того, когда они приняты.** Например, проведенный с помощью одной модели анализ гипотетического влияния уменьшения выбросов антропогенных парниковых газов до нулевого уровня в 1995 году на подъем уровня моря в бассейне Тихого океана в течение XXI столетия показал, что подъем уровня моря, который должен неизбежно произойти в результате потепления к 1995 году (5-12 см) будет значительно меньшим, чем в случае обеспечения такого же уменьшения выбросов к 2020 году (14-32 см). Этот пример показывает, что повышение уровня моря в будущем зависит от прошлых и сегодняшних выбросов, а также показывает влияние отсрочки гипотетического сокращения выбросов.

РГII ТДО, разделы 2.7.1 и 17.2.1

5.22 **Технологическая инерция в менее развитых странах может быть уменьшена благодаря так называемым "технологических скачкам" (т.е. заблаговременному принятию стратегий, позволяющих избежать тех проблем, с которым сегодня приходится сталкиваться промышленно развитым странам).** Невозможно предположить, что развивающиеся страны будут автоматически следовать теми же путями развития, по которым уже прошли промышленно развитые страны. Например, некоторые развивающиеся страны перешагнули через этап создания наземных линий связи и перешли непосредственно к сотовым телефонам. Развивающиеся страны могут избежать применявшейся в прошлом развитыми странами практики неэффективного энергопотребления благодаря внедрению технологий, которые потребляют энергию более приемлемым для устойчивого развития образом, рекуперации большего количества отходов и продуктов и переработки остаточных отходов более приемлемыми способами. Технологическая инерция может быть уменьшена благодаря передаче технологии между странами и регионами.

РГII ТДО, глава 2, РГIII ТДО, раздел 10.3.3, СДСВ, раздел 3.3.4.8, и РПСДПТ

5.23 **Явления инерции и неопределенности в климатических, экологических и социально-экономических системах предполагают необходимость учета пределов безопасности при подготовке стратегий, показателей и временных графиков с целью предотвращения выхода на опасные уровни вмешательства в функционирование климатической системы.** На стабилизацию, например, установленных контрольных уровней CO_2 в атмосфере, изменение температуры или повышение уровня моря могут отрицательно повлиять следующие факторы:

- инерция климатической системы, в результате которой изменение климата будет продолжаться в течение определенного периода после осуществления мер по смягчению последствий;
- неопределенность в отношении местоположения возможных пороговых значений необратимого изменения и поведение данной системы при приближении к этим значениям;
- задержка во времени между принятием решений о целях смягчения последствий и их достижением.

В равной мере адаптация испытывает отрицательное влияние задержек во времени, связанных с определением последствий изменения климата, разработкой эффективных адаптационных стратегий и осуществлением адаптационных мер. Надлежащей реакцией на сочетание факторов инерции и неопределенности могут стать стратегии упреждения и принятия последовательных решений (принятие повторных мер, оценка и пересмотренные меры). Инерция имеет иные последствия для адаптации по сравнению со смягчением последствий в том плане, что адаптация направлена главным образом на решение проблемы местных последствий изменения климата, а меры по смягчению последствий – на воздействия, которым подвергается климатическая система. Оба этих вопроса связаны с задержками во времени и инерцией, при этом инерция предполагает в целом более срочный характер мер по смягчению последствий.

РГII ТДО раздел 2.7.1, и РГIII ТДО раздел 10.1.4.1-3

5.24 **Распространенность инерции и возможность необратимости при взаимодействии климатических, экологических и социально-экономических систем являются главными причинами, объясняющими пользу от осуществления заблаговременных мер по адаптации и смягчению последствий.** В случае несвоевременного принятия этих мер может быть утрачен ряд возможностей для осуществления вариантов адаптации и смягчения последствий.

Вопрос 6

B6

а) Каким образом масштабы и сроки осуществления ряда мер по сокращению выбросов определяют темпы, уровень и последствия изменения климата и как они сказываются на них; каким образом они воздействуют на глобальную и региональную экономику с учетом прошлых и нынешних выбросов?

б) Что удалось узнать в результате исследований чувствительности о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов (в эквиваленте диоксида углерода) в пределах от сегодняшних уровней до уровней, превышающих сегодняшний в два или более раза, с учетом, по возможности, воздействия аэрозолей? Для каждого сценария стабилизации, включая различные схемы стабилизации, оценить диапазон расходов и выгод применительно к группе сценариев, рассмотренных в вопросе 3, с точки зрения:

- прогнозируемых изменений атмосферной концентрации, климата и уровня моря, включая изменения, которые произойдут по прошествии ста лет;
- воздействия и экономических издержек и выгод, обусловленных изменением климата и составом атмосферы, для здоровья людей, биоразнообразия и продуктивности экологических систем и для социально-экономических секторов (в особенности для сельского хозяйства и водопользования);
- различных вариантов мер по адаптации, включая издержки, выгоды и проблемы;
- различных технологий, политики и видов практики, которые можно было бы использовать в целях достижения каждого из принятых уровней стабилизации с оценкой национальных и глобальных издержек и выгод и с анализом метода сопоставления этих издержек и выгод – в качественном или количественном плане – с предотвращенным экологическим ущербом в результате сокращения выбросов;
- вопросов развития, устойчивости и справедливости, связанных с воздействием, адаптацией и мерами по смягчению последствий на региональном и глобальном уровнях.

6.1 Климатические, экологические и социально-экономические последствия выбросов парниковых газов были проанализированы в вопросе 3 применительно к сценариям, которые не предусматривают никаких программных мер в области климата. Эти же вопросы рассматриваются и здесь, в вопросе 6, однако на этот раз речь идет об оценке выгод, которые будут получены в результате проведения комплекса программных мер в области климата. В число рассмотренных сценариев, моделирующих сокращение выбросов, включены и сценарии, предусматривающие стабилизацию концентраций CO_2 в атмосфере. Здесь анализируется роль адаптации в качестве фактора, дополняющего работу по смягчению последствий, и потенциальный вклад мероприятий по сокращению выбросов в достижение цели устойчивого развития и обеспечение справедливости. Политика и технология, которые можно было бы использовать для обеспечения сокращения выбросов, и связанные с ними расходы, рассматриваются в вопросе 7.

6.2 **Прогнозируемые темпы и масштабы потепления и повышения уровня моря могут быть уменьшены за счет сокращения выбросов парниковых газов.**

МГИЭК ТД4

6.3 **Чем больше уровень сокращения выбросов и чем раньше оно будет произведено, тем меньшим и более медленным будет прогнозируемое потепление и повышение уровня моря.** Будущее изменение климата определяется прошлыми, нынешними и будущими выбросами. В этой связи были сделаны оценки воздействия на повышение глобальной средней температуры и уровня моря сокращения выбросов CO_2 развитыми странами на 2% в год в период с 2000 по 2100 год, при предположении, что развивающиеся страны свои выбросы не сокращают[6]. Согласно этим допущениям, глобальные выбросы и атмосферная концентрация CO_2 возрастают на протяжении всего столетия, однако более медленными темпами по сравнению со сценариями, которые не предусматривают никаких мер по сокращению выбросов развитыми странами. Эффект ограничения выбросов нарастает медленно, однако со временем приобретает заметный характер. К 2030 году прогнозируемая концентрация CO_2 в атмосфере снижается приблизительно на 20% по отношению к сценарию IS92, не предусматривающему никаких мер борьбы с выбросами, что приводит к небольшому снижению темпов потепления и повышения уровня моря в течение этого периода. К 2100 году прогнозируемая концентрация CO_2 снижается на 35% по сравнению со сценарием IS92a, прогнозируемое глобальное среднее потепление снижается на 25%, а прогнозируемое повышение уровня моря – на 20%. Анализы сокращения выбросов CO_2 на 1 % в год развитыми странами показывают, что меньшие сокращения выбросов приведут к меньшему снижению концентрации CO_2, меньшему изменению температуры и меньшему повышению уровня моря. Такие меры, если их принять сегодня, дадут больший эффект в 2100 году, чем те же самые сокращения выбросов, но произведенные позже.

РГI ТДО раздел 3.7.3

6.4 **Для стабилизации радиационного внешнего воздействия необходимо обеспечить сокращение выбросов парниковых газов и газов, которые определяют их концентрацию.** Например, для большинства важнейших парниковых газов антропогенного происхождения модели изменения круговорота углерода показывают, что стабилизация атмосферных концентраций CO_2 на уровне 450, 650 или 1000 млн.$^{-1}$ предполагает необходимость снижения глобальных антропогенных выбросов CO_2 до уровней, которые были бы ниже уровней 1990 года, в течение нескольких десятилетий, приблизительно одного столетия или приблизительно двух столетий соответственно, и дальнейшего устойчивого их снижения по прошествии этих периодов (см. рисунок 6-1). Эти модели

[6] В этих анализах выбросы CH_4, N_2O и SO_2 развитыми странами остаются постоянными на уровне 1990 года, а изменение концентрации галоидуглеродов идет по сценарию, соответствующему Копенгагенскому варианту Монреальского протокола. Выбросы CO_2 и других парниковых газов развивающимися странами соответствуют, по принятым допущениям, прогнозам, построенным на сценариях IS92. Прогнозы изменения температуры были сделаны с использованием простой климатической модели. Сценарии IS92 изложены в Специальном докладе МГЭИК “Радиационное внешнее воздействие на изменение климата”.

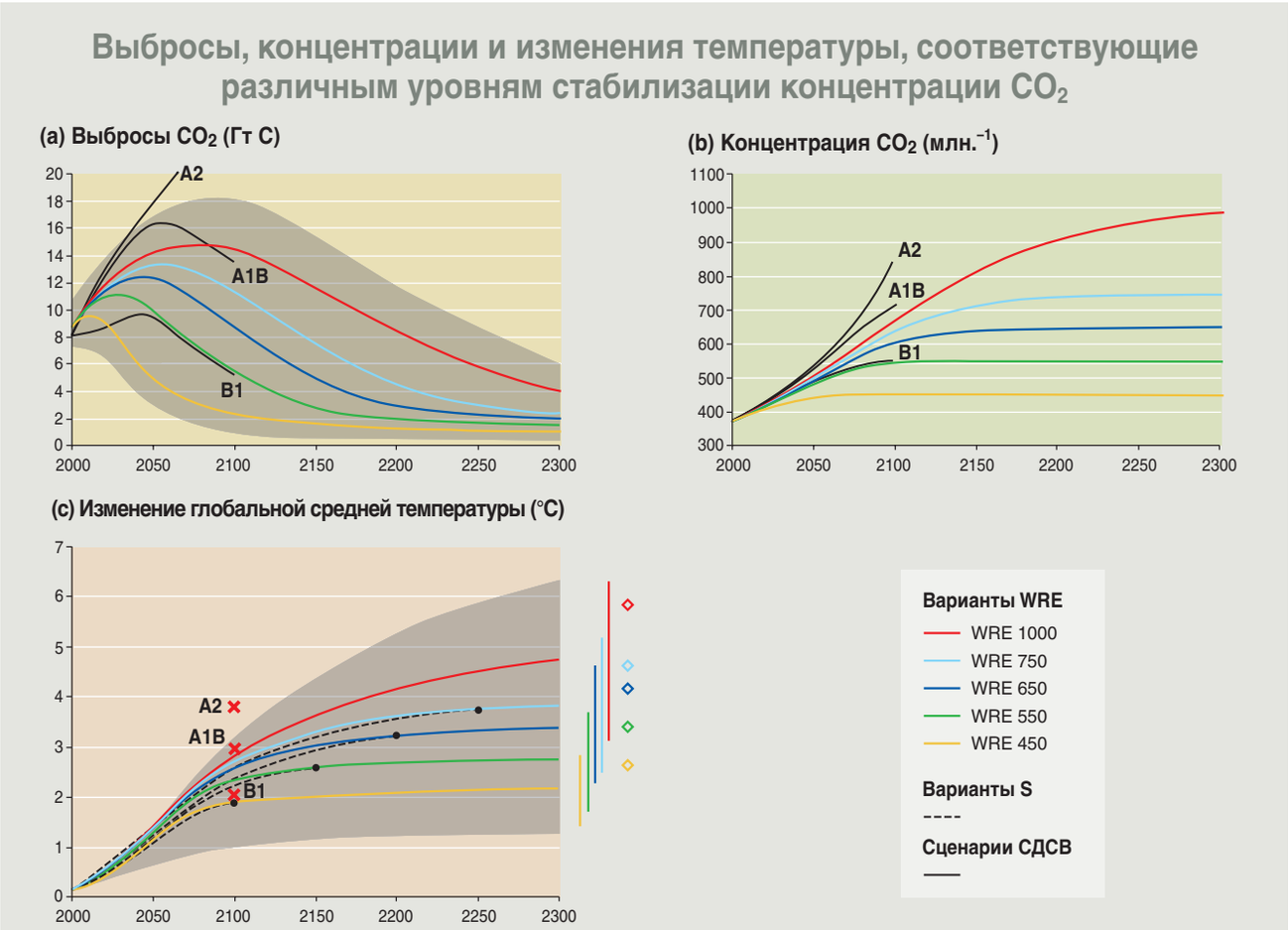


Рисунок 6-1. Стабилизация концентрации CO_2 предполагает необходимость существенного сокращения выбросов ниже нынешних уровней и может привести к замедлению скорости потепления.

РГI ТДО, разделы 3.7.3 и 9.3.3 и МГЭИКТДЗ

a) ***Выбросы CO_2.*** Схемы изменения во времени, которые приведут к стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере на уровне 450, 550, 650, 750 и 1000 млн.$^{-1}$, оцениваются по вариантам стабилизации WRE с использованием модели круговорота углерода. Более низкие уровни концентрации CO_2 предполагают необходимость обращения вспять процесса увеличения выбросов на более раннем этапе и скорейшее снижение до уровней, которые были бы ниже уровня нынешних выбросов. Затененный участок представляет собой диапазон неопределенности в отношении оценки выбросов CO_2, соответствующих указанным схемам стабилизации концентрации во времени, как показано в моделях круговорота углерода. Для сравнения показаны выбросы CO_2 по трем сценариям СДСВ (A1B, A2 и B1), которые не предусматривают сокращения выбросов парниковых газов.

b) ***Концентрации CO_2.*** Концентрации CO_2, определенные для вариантов WRE, постепенно приближаются к стабилизированным уровням в диапазоне от 450 до 1000 млн.$^{-1}$. Для сравнения показаны также оценки концентрации CO_2, которые соответствуют трем прогнозам выбросов СДСВ (A1B, A2 и B1).

c) ***Изменение глобальной средней температуры.*** Изменение глобальной средней температуры оценивается для вариантов стабилизации WRE с использованием простой климатической модели, которая по очереди подгоняется под каждую из нескольких более сложных моделей. Прогнозируемое потепление замедляется по мере замедления роста атмосферной концентрации CO_2, и процесс потепления продолжается после того момента, в который концентрация CO_2 стабилизируется (показано черными точками), однако более низкими темпами. Предполагается, что выбросы газов, помимо CO_2, следуют прогнозу A1B СДСВ до 2100 года, после чего сохраняются на постоянном уровне. Этот сценарий был выбран по той причине, что он занимает среднее положение в группе сценариев СДСВ. Пунктирные линии показывают прогнозируемые изменения температуры для вариантов S – альтернативного набора вариантов стабилизации CO_2 (на графиках (a) и (b) не показаны). Затененный участок представляет собой диапазон чувствительности климата по пяти вариантам стабилизации. Цветные линии с правой стороны показывают, по каждому варианту WRE, диапазон в 2100 году, обусловленный настройкой на различные климатические модели, а ромбики с правой стороны – среднее устойчивое (на весьма дальнюю перспективу) потепление применительно к каждому уровню стабилизации с использованием средних результатов, полученных с помощью климатической модели. Для сравнения также показаны повышения температуры в 2100 году, рассчитанные по сценариям выбросов СДСВ (указаны красными крестиками).

Таблица 6-1 Прогнозируемые концентрации CO_2 для сценариев выбросов СДСВ и вычтенные выбросы для вариантов WRE, ведущие к стабилизации атмосферного CO_2.[a]

	Выбросы CO_2 (ГтС год$^{-1}$)		*Совокупные выбросы CO_2*	*Год, в который выбросы:*		*Атмосферные концентрации (млн.$^{-1}$)*		*Год стабилизации концентрации*
	2050	*2100*	*2001-2100 (ГтС)*	*достигают пика*	*падают ниже уровней 1990 г.*[б]	*2050*	*2100*	
Сценарии выбросов СДСВA1B								
A1B	16,4	3,5	1,415			490-600	615-920	
A1T	12,3	4,3	985			465-560	505-735	
A1F1	23,9	28,2	2,105			520-640	825-1,250	
A2	17,4	29,1	1,780			490-600	730-1,080	
B1	11,3	4,2	900			455-545	485-680	
B2	11,0	13,3	1,080			445-530	545-770	
Варианты стабилизации WRE								
450	3,0-6,9	1,0-3,7	365-735	2005-2015	<2000-2045	445	450	2090
550	6,4-12,6	2,7-7,7	590-1,135	2020-2030	2030-2100	485	540	2150
650	8,1-15,3	4,8-11,7	735-1,370	2030-2045	2055-2145	500	605	2200
750	8,9-16,4	6,6-14,6	820-1,500	2040-2060	2080-2180	505	640	2250
1,000	9,5-17,2	9,1-18,4	905-1,620	2065-2090	2135-2270	510	675	2375

[a] Голубой текст – предписанные величины, черный текст – результаты моделирования; данные учитывают выбросы, обусловленные как сжиганием ископаемого топлива, так и изменениями в землепользовании. Диапазоны на основании двух простых моделей круговорота углерода: диапазон модели ISAM рассчитан на основе результатов комплексной модели, а диапазон модели BERN-CC – на основе неопределенностей в отношении реакции системы и обратной связи. Результаты СДСВ содержатся в добавлении II.1.1 к РГI ТДО. Точная продолжительность периода выбросов WRE зависит от схемы стабилизации.
[б] Выбросы в 1990 году принимаются на уровне 7,8 Гт С; это значение неточное, что обусловлено в первую очередь неопределенностью объемов выбросов, обусловленных изменениями в землепользовании, которые в данном случае принимаются равными 1,7 Гт С – среднее годовое значение за 80-е годы.

иллюстрируют тот факт, что выбросы достигнут пиковых величин через одно-два десятилетия (450 млн.$^{-1}$) и приблизительно через сто лет (1000 млн.$^{-1}$), считая с сегодняшнего дня (см. таблицу 6-1). Вполне возможно, что уровень выбросов CO_2 должен снизиться на очень небольшую долю от нынешнего уровня выбросов. Выгоды от достижения различных уровней стабилизации анализируются выше в вопросе 6, а расходы по достижению этих уровней стабилизации – в вопросе 7.

РГI ТДО, раздел 9.3.3

6.5 **На сегодняшний день степень потепления, которая будет обусловлена стабилизацией концентрации парниковых газов на любом уровне, характеризуется широким диапазоном неопределенности.** Оценки изменения глобальной и средней температуры в случае сценариев, которые предусматривают стабилизацию концентрации CO_2 на различных уровнях и поддержание его на этих уровнях впоследствии, представлены на рисунке 6-1c. Неопределенность в отношении чувствительности климата обуславливает широкий диапазон оценок, касающихся изменения температуры, которое произойдет в результате выбросов, соответствующих выбранному уровню концентрации[7]. Это видно более четко на рисунке 6-2, на котором показаны возможные уровни стабилизации концентрации CO_2 и соответствующий диапазон изменения температуры, прогнозируемые к 2100 году и при достижении равновесного состояния на длительную перспективу. Для оценки изменения температуры в случае этих сценариев сделано допущение, согласно которому выбросы других парниковых газов, помимо CO_2, будут следовать сценарию A1B СДСВ до 2100 года, после чего выбросы этих газов будут постоянными. Различные допущения в отношении выбросов других парниковых газов приводят к различным оценкам потепления для каждого уровня стабилизации CO_2.

[7] В качестве своего рода мерила воздействия на климат зачастую используется сбалансированная реакция глобальной средней температуры на удвоение концентрации атмосферного CO_2. Температура, показанная на рисунках 6-1 и 6-2, выведена из простой модели, откалиброванной таким образом, чтобы она прогнозировала ту же реакцию, что и ряд сложных моделей, в случае которых воздействие на климат варьируется в пределах от 1,7 до 4,2 °C. Этот диапазон температур в общем и целом сопоставим с общепринятым диапазоном от 1,5 до 4,5 °C.

РГI ТДО, раздел 9.3.3, и
РГI ТДО, таблица 9.3

6.6 **Сокращение выбросов, которое может обусловить стабилизацию атмосферной концентрации CO_2 на уровне ниже 1000 млн.$^{-1}$ в соответствии с уровнями, показанными на рисунке 6-1, и при условии, что выбросы газов, помимо CO_2, соответствуют прогнозу A1B СДСВ до 2100 года и после этого приобретают устойчивый характер, приведут, по оценкам, к ограничению повышения глобальной средней температуры до 3,5°C или ниже за период до 2100 года.** Глобальная средняя температура на поверхности Земли должна, по прогнозам, увеличиться к 2100 году на 1,2-3,5°C в соответствии с вариантами, которые обусловят такое сокращение выбросов CO_2, которое может, по идее, привести к стабилизации концентрации CO_2 на уровнях 450-1000 млн.$^{-1}$. Таким образом, хотя все проанализированные варианты стабилизации концентрации CO_2 должны в значительной мере воспрепятствовать в течение XXI века потеплению климата, соответствующему верхней части кривой прогноза в СДСВ (1,4-5,8°C к 2100 году), тем не менее следует иметь в виду, что в случае большинства вариантов концентрация CO_2 будет повышаться и после 2100 года. С учетом большой инерции океана (см. вопрос 5) температура, согласно прогнозам, будет продолжать увеличиваться даже после стабилизации концентраций CO_2 и других парниковых газов, хотя и более медленными темпами по сравнению с прогнозами на этапе, предшествующем стабилизации, и в условиях их дальнейшего снижения. Температура будет повышаться многие сотни лет, прежде чем она достигнет стабильной величины и установится – в случае стабилизации на уровне 450 млн.$^{-1}$ – в пределах 1,5-3,9°C выше уровней 1990 года и, в случае стабилизации на уровне 1000 млн.$^{-1}$, – в пределах 3,5 - 8,7°C выше уровней 1990 года[8]. Кроме того, для каждого конкретного целевого показателя стабилизации температуры существует весьма широкий диапазон неопределенности, связанной с требуемым уровнем стабилизации концентрации парниковых газов (см. рисунок 6-2). Уровень, на котором требуется стабилизировать концентрацию CO_2 для достижения данного температурного показателя, также зависит от уровней концентраций других газов, помимо CO_2. Результаты, полученные только на одной комплексной климатической модели, использованной для анализа региональных последствий стабилизации концентрации CO_2, дают основание сделать вывод о том, что усредненные изменения температуры в масштабах регионов будут одинаковыми по географической распространенности, но меньшими по величине, чем температуры, прогнозируемые по базовому сценарию, предусматривающему увеличение выбросов CO_2 с 1990 года на 1%[9].

РГI ТДО, раздел 9.3.3.1

6.7 **Различные схемы изменения концентрации выбросов во времени, которые ведут к общему уровню стабилизации атмосферной концентрации парниковых газов, обуславливают различные схемы изменения во времени и температурного режима.** Для стабилизации CO_2 на уровне 450, 550, 650 и 750 млн.$^{-1}$ в предыдущих докладах МГЭИК были проанализированы две совокупности схем изменения концентрации выбросов во времени. Они обозначаются в качестве вариантов S и WRE[10]. Варианты WRE дают более высокие уровни выбросов в первые десятилетия по сравнению с вариантами S после чего, в последующие десятилетия, они должны давать более низкие уровни выбросов, с тем чтобы достичь заданного уровня стабилизации. Эта “отсрочка” сокращения выбросов, заложенная в вариантах WRE, приведет, по предположениям, к снижению издержек, связанных со смягчением последствий (см. вопрос 7), однако обусловит более быстрые темпы потепления на начальном этапе. Разница в прогнозируемых температурах между двумя совокупностями сценариев составляет 0,2°C или меньше в 2050 году, когда эта разница достигает максимального значения. После 2100 года тенденции изменения температуры по вариантам S и WRE совпадают. Температурные прогнозы по вариантам S и WRE сопоставляются на рисунке 6-1c.

[8] Для всех этих сценариев «вклад» в устойчивое потепление со стороны других парниковых газов и аэрозолей составит 0,6°C в случае низкого уровня чувствительности климата и 1,4°C в случае высокого уровня чувствительности. Сопутствующее повышение радиационного внешнего воздействия эквивалентно повышению, которое произойдет в случае дополнительного повышения конечных концентраций CO_2 на 28%.

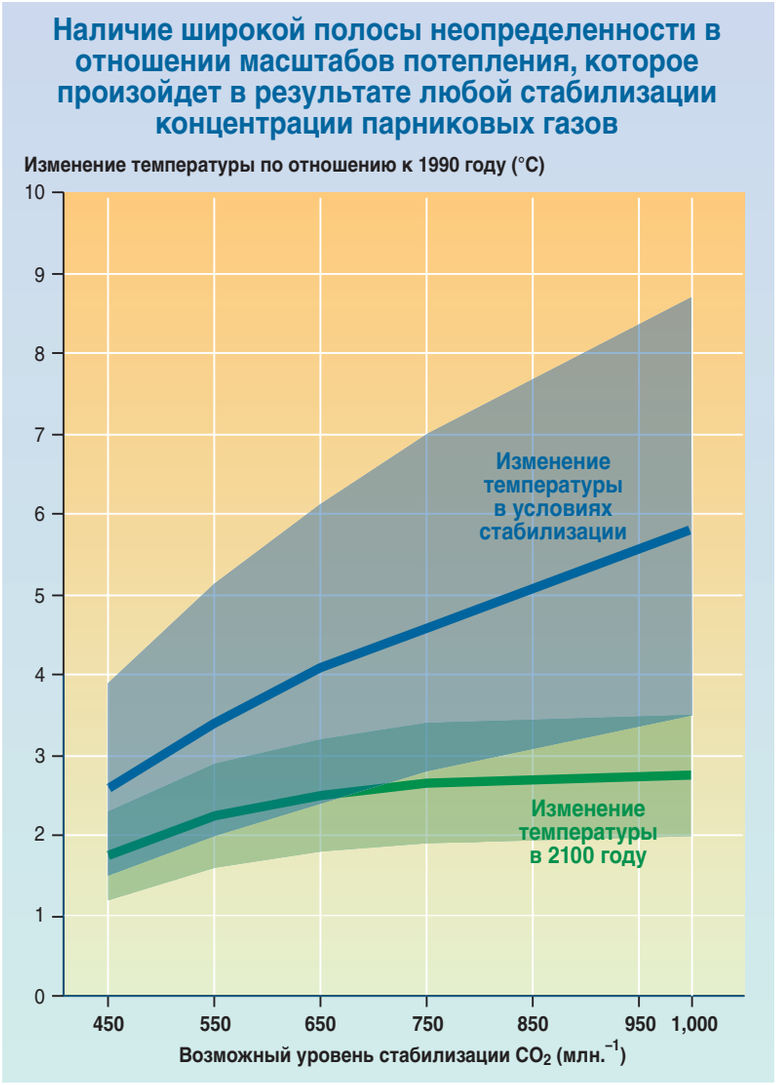
[9] Эти темпы увеличения выбросов в значительной мере соответствуют сценарию выбросов IS92a.

[10] Варианты S и WRE анализируются в РГI ВДО и более подробно излагаются в Техническом докладе 3 МГЭИК.

РГI ТДО РП и РГI ТДО раздел 11.5.4

6.8 **Уровень моря и ледяные покровы будут продолжать реагировать на потепление в течение многих столетий после стабилизации концентрации парниковых газов (см. вопрос 5).** Прогнозируемый диапазон повышения уровня моря в связи с тепловым расширением, достигшим равновесного состояния, составляет 0,5-2 м в случае повышения концентрации CO_2 с 280 млн.$^{-1}$, что соответствует доиндустриальному уровню, до 560 млн.$^{-1}$ и 1-4 м в случае увеличения концентрации CO_2 с 280 до 1120 млн.$^{-1}$. Зарегистрированное повышение в течение XX века составило 0,1-0,2 м. Прогнозируемое повышение будет большим, если учесть воздействие повышения концентрации других парниковых газов. Кроме того, повышению уровня моря способствуют и другие факторы, действие которых по шкале времени составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч лет (см. вопрос 5). По прогнозам, рассчитанным на основании моделей, проанализированных в ТДО, уровень моря повысится на несколько метров в результате таяния полярных ледниковых покровов (см. вопрос 4) и материкового льда даже в случае стабилизации парниковых газов в эквиваленте CO_2 на уровне 550 млн.$^{-1}$.

6.9 **Сокращение выбросов парниковых газов в целях стабилизации их атмосферных концентраций приведет к задержке и снижению ущерба, вызванного изменением климата.**



РГI ТДО раздел 9.3.3

Рисунок 6-2. Стабилизация концентрации CO_2 приведет к снижению уровня потепления, однако пределы этого снижения неопределенны. Изменения температуры по сравнению с 1990 годом в (a) 2100 году и (b) в стабилизированном состоянии рассчитаны с использованием простой климатической модели для вариантов WRE, как и на рисунке 6-1. Самая низкая и самая высокая оценка по каждому уровню стабилизации определены на основе допущения о том, что воздействие на климат составляет 1,7 и 4,2°C соответственно. Центральная линия представляет собой среднее значение самой низкой и самой высокой оценок.

6.10 **Меры по сокращению выбросов парниковых газов (смягчению последствий) приведут к снижению нагрузки на природные и антропогенные системы, обусловленной изменением климата.** Более медленные темпы повышения глобальной средней температуры и уровня моря дадут больше времени на адаптацию. В этой связи меры по смягчению последствий должны привести, как ожидается, к задержке и снижению ущерба, вызванного изменением климата и, тем самым, к обеспечению экологических и социально-экономических выгод. Меры по смягчению последствий и связанные с ними расходы анализируются в ответе на вопрос 7.

РГII ТДО, раздел 1.4.3, 18.8 и 19.5

6.11 **Меры по смягчению последствий в целях стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов на более низких уровнях обеспечат более существенные выгоды, обусловленные меньшим ущербом.** Стабилизация на более низких уровнях снижает опасность превышения температурных пороговых уровней в биофизических системах, для которых они известны. Стабилизация CO_2, например, на уровне 450 млн.$^{-1}$ приведет, по оценкам, к некоторому повышению глобальной средней температуры в 2100 году, которое примерно на 0,75-1,25°C ниже прогнозируемого повышения в случае стабилизации на уровне 1000 млн.$^{-1}$ (см. рисунок 6-2). В случае достижения сбалансированного уровня эта разница составит примерно 2-5°C. Географическая распространенность ущерба природным системам или их гибель, а также число затронутых систем, которое увеличивается с увеличением масштабов и темпов климатических изменений, будет меньше в случае более низкого уровня стабилизации. Аналогичным образом, более низкий уровень стабилизации приведет, по прогнозам, к менее серьезному ущербу, неблагоприятное чистое воздействие на рыночной сектор будет проявляться в меньшем числе регионов, глобальное совокупное воздействие будет меньшим, равно как меньшим будет и риск возникновения крупномасштабных явлений, характеризующихся высокой степенью воздействия. На рисунке 6-3 кратко изложены риски или причины для беспокойства в связи с изменением климата (см. вставку 3-2) в сопоставлении с изображенными сбоку диапазонами изменения глобальной средней температуры в 2100 году, рассчитанными на основании различных сценариев[11].

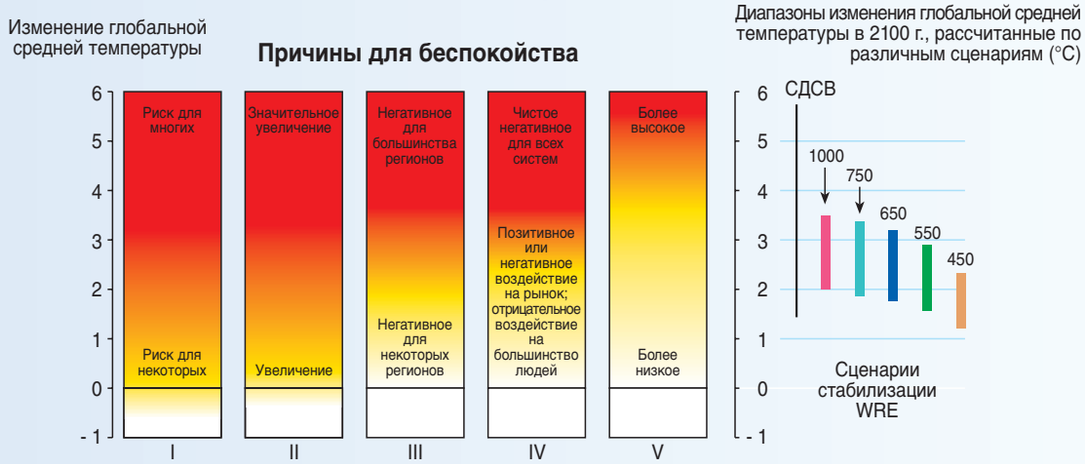
РГI ТДО, раздел 9.3.3, и РГII ТДО, разделы 1.4.3.5, 5.2, 5.4 и 19.3-6

6.12 **Всесторонние количественные оценки выгод, полученных в результате стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов на различных уровнях, пока еще не разработаны.** Хотя некоторые успехи и достигнуты в понимании качественного характера воздействий, обусловленных будущим изменением климата, тем не менее количественно описать воздействия, которые могут иметь место в случае реализации различных сценариев, полностью не удается. В связи с неопределенностью в отношении воздействия на климат и неопределенностью в отношении географических и сезонных закономерностей прогнозируемых изменений температуры, осадков и других климатических переменных и явлений определить однозначно воздействие, обусловленное изменением климата, для отдельных сценариев выбросов невозможно. Существуют также неопределенности в отношении ключевых процессов, а также чувствительности и адаптационной способности систем к климатическим изменениям. Кроме того, такие воздействия, как изменение состава и функции экологических систем, исчезновение видов и изменения в состоянии здоровья людей, а также неравномерность распределения воздействий по различным группам населения, пока что не могут быть легко выражены в денежных или других общепринятых единицах. В силу этих трудностей выгоды, обусловленные различными мерами по сокращению выбросов парниковых газов, в том числе мерами по стабилизации концентрации парниковых газов на

РГII ТДО, разделы 19.4-5

[11] Воздействия, обусловленные изменением климата, будут варьироваться по регионам и секторам или системам и подвергаться воздействию региональных и сезонных изменений в режиме средней температуры и осадков, изменчивости климата, частотности и интенсивности экстремальных климатических явлений и повышения уровня моря. Изменение глобальной средней температуры используется в качестве общей единицы измерения воздействий, обусловленных изменением климата.

Риск ущерба, сопряженного с изменением климата, можно снизить посредством стабилизации концентраций CO_2



I. Уникальные системы и системы, находящиеся под угрозой

Исчезновение видов

Исчезновение уникальных сред обитания, прибрежных приливно-отливных зон

Обесцвечивание и гибель кораллов

II.Экстремальные климатические явления

Воздействие на здоровье, материальные ценности и окружающую среду, обусловленное увеличением частоты и интенсивности некоторых климатических явлений.

III. Распределение воздействий

Урожайность зерновых будет подвергаться изменениям в виде повышения или снижения в зависимости от региона, но, по оценкам, в большинстве тропических и субтропических районов будет снижаться.

Снижение запасов воды в некоторых странах, испытывающих дефицит воды, и увеличение в других.

Повышенный риск для здоровья в развивающихся странах по сравнению с развитыми странами.

Чистые убытки рыночного сектора во многих развивающихся странах; различные последствия, прогнозируемые для развитых стран в случае потепления на несколько градусов, и негативные последствия в случае более сильного потепления.

IV. Глобальные совокупные воздействия

Оценки совокупных глобальных чистых последствий для рыночного сектора носят либо позитивный, либо негативный характер в случае потепления на несколько градусов и чисто негативный – в случае более сильного потепления.

Больше людей будет подвергаться неблагоприятному, чем благоприятному воздействию даже в случае потепления меньше чем на несколько градусов.

V. Крупномасштабные явления со значительными последствиями

К 2100 году возможно существенное замедление термохалинной циркуляции.

Таяние и нарушение сплоченности ледниковых покровов, ведущее к существенному повышению уровня моря (вероятность, что это произойдет до 2100 года, весьма мала; более высокая вероятность в диапазоне временной шкалы, измеряемой несколькими столетиями).

РГI ТДО, раздел 9.3.3, и РГII ТДО, раздел 19.8.2

Рисунок 6-3. Риск ущерба, сопряженного с изменением климата, можно снизить посредством стабилизации концентраций CO_2. Риск неблагоприятного воздействия в результате изменения климата описывается для различных масштабов изменения средней глобальной температуры в тех случаях, где в качестве косвенного показателя масштабов изменения климата используется изменение средней глобальной температуры. Оценки изменения глобальной средней температуры в 2100 году по отношению к 1990 году показаны с правой стороны рисунка для сценариев, которые могут привести к стабилизации атмосферной концентрации CO_2, а также для всей совокупности прогнозов СДСВ. Многих рисков, связанных с потеплением более чем на 3,5°C к 2100 году, можно было бы избежать путем стабилизации концентрации CO_2 на уровне 1000 млн.$^{-1}$ или ниже. Стабилизация на более низком уровне приведет к дополнительному снижению риска. Белый цвет означает нейтральный либо небольшой негативный или небольшой позитивный характер воздействий или рисков; желтый цвет означает негативное воздействие для некоторых систем или низкий риск; красный цвет означает негативные воздействия или риски, которые получают более широкое распространение и/или проявляются более сильно. В оценке воздействий или рисков принимаются во внимание только масштабы, но не скорость изменений. Изменения глобальной среднегодовой температуры используются в качестве косвенного показателя изменения климата, однако воздействия будут зависеть, среди прочего, от масштабов и темпов глобальных и региональных изменений среднестатистического климата, изменчивости климата и экстремальных климатических явлений, социально-экономических условий и адаптации.

установленных уровнях, описаны неточно и не поддаются непосредственному сопоставлению с расходами по смягчению последствий в целях оценки чистого экономического эффекта, связанного с такими мерами по смягчению последствий.

6.13 **Адаптация является необходимой стратегией на всех уровнях в целях дополнения усилий по смягчению последствий изменения климата. Вместе они могут способствовать достижению целей устойчивого развития.**

РГII ТДО, разделы 1.4.4.2, 18.3.5 и 18.4.1

6.14 **Адаптация может использоваться в порядке дополнения мер по смягчению последствий в рамках затратоэффективной стратегии и привести к уменьшению опасностей, связанных с изменением климата.** Сокращение выбросов парниковых газов и даже стабилизация их концентраций в атмосфере на низком уровне не сможет ни полностью предотвратить изменение климата или повышение уровня моря, ни целиком предотвратить их воздействие. В порядке реакции на изменение климата и повышение уровня моря будут приниматься многочисленные ответные меры по адаптации, которые в ряде случаев уже принимаются. Кроме того, в целях ослабления воздействий, связанных с изменением климата, можно разработать стратегии плановой адаптации в целях упреждения опасности и использования имеющихся возможностей в порядке дополнения работы по смягчению последствий. Однако адаптация повлечет за собой расходы и не сможет предотвратить все виды ущерба. Адаптация, осуществляемая в сочетании со смягчением последствий, может оказаться более рентабельной в плане снижения воздействий в результате изменения климата, чем в случае ее применения в индивидуальном порядке. Потенциал адаптации в целях существенного снижения многих неблагоприятных воздействий, обусловленных изменением климата, анализируется в вопросе 3. Поскольку диапазоны повышения глобальной температуры, связанные с различными уровнями стабилизации (см. рисунок 6-1c), накладываются друг на друга, многие варианты адаптации могут вполне вписываться в некоторый диапазон уровней стабилизации. Углубление знаний позволит устранить некоторые неопределенности, связанные с конкретными уровнями стабилизации и определением соответствующих стратегий адаптации.

РГII ТДО, раздел 18.2.2, 18.3 и 18.8

6.15 **Расходы по адаптации и масштабы проблем могут быть уменьшены путем принятия мер по смягчению последствий, связанных с изменением климата.** Сокращение выбросов парниковых газов приведет к сокращению масштабов и темпов изменений, к которым необходимо адаптироваться, в том числе, возможно, и изменений, касающихся частоты и интенсивности экстремальных явлений. Меньшие изменения, которым подвергаются системы, и более медленные темпы нарастания стрессов дадут больше времени на адаптацию и позволят снизить ту степень, в которой, возможно, понадобится изменить нынешнюю практику в целях разрешения проблем, обусловленных изменчивостью климата и экстремальными явлениями (см. вопрос 3). Поэтому более активные усилия по смягчению последствий приведут к снижению расходов по адаптации и обеспечат заданный уровень эффективности.

РГII ТДО, раздел 18.6.1, и РГIII ТДО, разделы 2.2.3 и 10.3.2

6.16 **Работа по смягчению последствий и адаптации, если ее правильно спланировать, будет содействовать достижению цели устойчивого развития.** Как указано в вопросе 3, риски, связанные с изменением климата, могут затормозить работу по достижению устойчивого развития (например ущерб в результате экстремальных климатических явлений, нехватка воды и снижение ее качества, нарушение системы снабжения продовольствием и голод, деградация земельных ресурсов и ухудшение состояния здоровья людей). В результате снижения этих рисков политика в области смягчения последствий, связанных с изменением климата, и адаптация к этим изменениям могут содействовать достижению целей устойчивого развития[12].

[12] Взаимосвязь между самими мерами по смягчению последствий и устойчивым развитием и справедливостью рассматривается в вопросе 7. Взаимосвязь между адаптацией, устойчивым развитием и справедливостью анализируется в вопросе 3.

6.17 **По прогнозам, воздействие изменения климата будет по-разному проявляться в рамках отдельных стран и в отношениях между ними. Задача по решению проблемы, связанной с изменением климата, поднимает важный вопрос справедливости.** Неблагоприятные воздействия, обусловленные изменением климата могут привести к усилению несправедливости в отношениях между развивающимися и развитыми странами; ослабление этого воздействия путем принятия мер по смягчению последствий и укрепления способности к адаптации может ослабить проявление этой несправедливости. Как считается, люди, проживающие в развивающихся странах, в особенности самые бедные слои населения, более уязвимы к изменению климата, чем люди в развитых странах (см. вопрос 3). Снижение темпов потепления и повышения уровня моря и укрепление способности адаптироваться к изменению климата будет выгодным для всех стран, в особенности для развивающихся.

РГII ТДО, разделы 18.5.3 и 19.4

6.18 **Сокращение масштабов и снижение темпов изменения климата может также содействовать обеспечению справедливости в отношениях между поколениями.** Выбросы, производимые нынешним поколением, скажутся на многих будущих поколениях, что обусловлено инерцией системы “атмосфера-океан-климат” и долговременными, а иногда и необратимыми последствиями изменения климата для окружающей среды. Обычно предполагается, что будущие поколения будут более состоятельными, более образованными и более информированными и будут располагать более передовой технологией по сравнению с нынешним поколением и, как следствие, во многих отношениях будут более способны к адаптации. Однако изменения, которые начнут проявляться в ближайшие десятилетия, будут накапливаться и в некоторых случаях могут достичь масштабов, которые подвергнут способность многих стран к адаптации суровой проверке. В случае необратимых воздействий, например вымирания видов или гибели уникальных экосистем, мер по адаптации, которые могли бы восполнить потери, просто нет. Меры, которые может принять нынешнее поколение по смягчению последствий, обусловленных изменением климата, позволят снизить риск для будущих поколений.

РГII ТДО, разделы 1.2 и 18.5.2, и РГIII ТДО, раздел 10.4.3

Вопрос 7

B7

Что известно о потенциале, расходах, выгодах и временных рамках сокращения выбросов парниковых газов?

Каковы будут экономические и социальные издержки и выгоды и последствия с точки зрения справедливости тех или иных вариантов политики и мер, а также механизмов, предусмотренных Киотским протоколом, которые, как можно считать, направлены на решение проблемы изменения климата на региональном и глобальном уровне?

Какой можно было бы рассмотреть набор вариантов исследований и разработок, инвестиций и других программных мер, которые были бы наиболее эффективны в плане активизации разработки и применения технологий, позволяющих решить проблему изменения климата?

Какой можно было бы рассмотреть вид экономических и других программных вариантов для устранения существующих и потенциальных барьеров, стимулирования передачи технологии и ее применения в различных странах и какое воздействие могут оказать эти меры на прогнозируемые выбросы?

Каким образом скажутся сроки реализации вышеупомянутых вариантов на соответствующих экономических расходах и выгодах и на атмосферных концентрациях парниковых газов на протяжении следующего столетия и в последующий период?

7.1 Этот вопрос посвящен потенциалу и расходам, связанным со смягчением последствий в ближайшем и долгосрочном плане. Проблема основных выгод, связанных со смягчением (предотвращенные расходы, связанные с замедлением процесса изменения климата, и соответствующий ущерб) рассматривается в вопросах 5 и 6, а проблема вспомогательных выгод, обусловленных смягчением последствий, рассматривается в данном ответе и в ответе на вопрос 8. В данном пункте описывается целый ряд факторов, которые способствуют значительному разбросу результатов и увеличению диапазона неопределенности в количественных оценках расходов, связанных с вариантами смягчения. В ВДО изложены две категории подходов к оценке расходов: дедуктивные подходы, которые зачастую позволяют оценить краткосрочные расходы и потенциал и строятся на оценках конкретных технологий и секторов, и индуктивные подходы, которые основаны на анализе макроэкономических связей. Применение этих двух подходов приводит к возникновению различий в оценках расходов, которые были несколько сглажены после подготовки ВДО. В ответе, изложенном ниже, говорится об оценках расходов, выведенных с использованием обоих подходов применительно к ближайшему будущему и с использованием индуктивного подхода применительно к долгосрочной перспективе. Сначала анализируются варианты смягчения последствий и их возможностей в плане сокращения выбросов парниковых газов и поглощения углерода. После этого рассматриваются расходы, связанные с обеспечением сокращения выбросов, необходимого для выполнения краткосрочных обязательств по сокращению и достижения долгосрочных целей стабилизации, а также график сокращения в порядке достижения таких целей. В заключение в ответе на этот вопрос анализируется понятие справедливости в той мере, в которой она относится к смягчению последствий, связанных с изменением климата.

Потенциал, барьеры, возможности, политика и расходы, связанные с сокращением выбросов парниковых газов в ближайшем будущем.

7.2 **В настоящее время существует значительный технологический и биологический потенциал в области смягчения последствий в ближайшем будущем.**

7.3 **С момента подготовки ВДО достигнут существенный технический прогресс, связанный с возможностью сокращения выбросов парниковых газов, и этот прогресс оказался более быстрым, чем предполагалось.** Прогресс наблюдается в широком спектре технологий на различных стадиях разработки, например коммерческое внедрение ветряных турбин; оперативная рекуперация промышленных побочных газов, в частности N_2O в процессе производства жирных кислот и перфторуглеродов в процессе производства алюминия; разработка экономичных автомобилей, оснащенных гибридным двигателем; прогресс в области технологии изготовления топливных батарей; доказательство возможности подземного хранения CO_2. Технологические варианты сокращения выбросов включают повышение кпд конечных потребителей и эффективности технологий преобразования энергии, переход на технологии использования энергии с нулевым и низким уровнем выбросов углерода, совершенствование систем рационального использования энергии, сокращения выбросов промышленных побочных продуктов и технологических газов, а также удаление и хранение углерода. В таблице 7-1 кратко изложены результаты многочисленных отраслевых исследований, осуществляемых в значительной степени на проектном, национальном и региональном уровнях, а некоторых – и на глобальном уровне, и даются оценки потенциальных сокращений выбросов парниковых газов на период до 2010 и 2020 года.

РГIII ТДО, разделы 3.3-8, и РГIII ТДО, глава 3, приложения

7.4 **Леса, сельскохозяйственные угодья и другие земные экосистемы обладают существенным потенциалом в области смягчения последствий, связанных с выбросом углерода. Хранение и секвестрация углерода, хотя и не обязательно на постоянной основе, может дать время для доработки и**

РГIII ТДО, разделы 3.6.4 и 4.2-4 и СДЗИЗЛХ

Таблица 7-1 Оценки потенциальных глобальных сокращений выбросов парниковых газов в 2010 и 2020 году (РГIII РП, таблица РП-1)

Сектор	*Выбросы за прошлый период в 1990 г. [Мт $C_{эк}$ год$^{-1}$]*	*Темпы увеличения годовых выбросов $C_{эк}$ за период 1990-1995 гг. [%]*	*Потенциальные сокращения выбросов в 2010 г. [Мт $C_{эк}$ год$^{-1}$]*	*Потенциальные сокращения выбросов в 2020 г. [Мт $C_{эк}$ год$^{-1}$]*	*Чистые прямые расходы на тонну предотвращенных выбросов углерода*
Здания[а] только CO_2	1,650	1,0	700-750	1,000-1,100	В большинстве случаев сокращения достигаются при негативных чистых прямых расходах.
Транспорт только CO_2	1,080	2,4	100-300	300-700	Большинство исследований указывают на чистые прямые расходы менее 25 долл. США на т С, а два исследования указывают, что чистые прямые расходы превысят 50 долл. США на т С.
Промышленность только CO_2 энергоэффек-тивность материалоэф-фективность	2,300	0,4	300-500 ~200	700-900 ~600	Более половины сокращений доступно при чистых негативных прямых расходах. Величина расходов неопределенна.
Промышленность газы, помимо CO_2	170		~100	~100	Расходы по сокращению выбросов N_2O составляют 0-10 долл. США на т $C_{эк}$.
Сельское хозяйство[б] только CO_2 газы, помимо CO_2	210 1,250-2,800	данных нет	150-300	350-750	В большинстве случаев расходы по сокращению составят 0-100 долл. США на т $C_{эк}$ в условиях ограниченных возможностей вариантов сокращения при негативных чистых прямых расходах.
Отходы[б] только CH_4	240	1,0	~200	~200	Около 75% экономии в результате рекуперации CH_4 из свалок при чистых негативных прямых расходах; 25% – при 20 долл. США на т $C_{эк}$.
Варианты применения заменителей по Монреальскому протоколу газы, помимо CO_2	0	данных нет	~100	данных нет	Около половины сокращений обусловлено разницей в базовых условиях исследований и СДСВ. Остальная половина сокращений доступна при чистых прямых расходах ниже 200 долл. США на т $C_{эк}$.
Энергоснабжение и преобразование энергии[в] только CO_2	(1,620)	1,5	50-150	350-700	Существуют варианты ограничения чистых негативных прямых расходов: многие варианты доступны по цене ниже 100 долл. США на т $C_{эк}$.
Итого	6,900-8,400[г]		1,900-2,600[д]	3,600-5,050[д]	

[а] Здания включают оборудование, сами здания и облицовку зданий.
[б] Этот диапазон для сельского хозяйства обусловлен, главным образом, значительными неопределенностями в отношении выбросов CH_4, N_2O и выбросов CO_2, связанных с почвой. Основным компонентом отходов являются свалки, выделяющие метан; другие сектора можно оценить точнее, поскольку для них основным компонентом является ископаемый CO_2.
[в] Включены показатели по вышеприведенному сектору. Сокращения включают только варианты производства электроэнергии (переход на газ/ядерное топливо, рекуперация и хранение CO_2, повышение эффективности теплоэлектростанций и использование возобновляемых источников.
[г] Итоговый показатель включает все сектора, проанализированные в главе 3 РГIII ТДО для всех шести газов. Сюда не входят источники CO_2, не связанные с энергетикой (производство цемента, 160 Мт С; газовые факелы, 60 Мт С и изменения в землепользовании, 600-1400 Мт С) и энергия, используемая для преобразования топлива в секторе конечного потребления (в общей сложности 630 Мт С). Если сюда включить очистку нефти и коксовый газ, то глобальные выбросы CO_2 в 1998 г., составляющие 7100 Мт С, увеличатся на 12%. Следует учесть, что выбросы в секторе лесного хозяйства и варианты смягчения последствий с помощью их поглотителей углерода не включены.
[д] По базовым сценариям СДСВ (для шести газов, включенных в Киотский протокол) прогнозируется диапазон выбросов 11 500-14 000 Мт $C_{эк}$ в 2010 году и 12 000-16 000 Мт $C_{эк}$ в 2020 году. Оценки сокращения выбросов в большей степени совместимы с базовыми тенденциями выбросов в сценарии СДСВ B2. В потенциальных сокращениях учтен регулярный оборот капитальных фондов. Они не ограничиваются затратоэффективными вариантами, но исключают варианты стоимостью выше 100 долл. США за Мт $C_{эк}$ (за исключением газов, регулируемых Монреальским протоколом) или варианты, которые не будут приняты в порядке применения общепринятой политики.

осуществления других вариантов (см. таблицу 7-2). Для смягчения последствий с помощью биологических методов можно использовать три способа: а) сохранение существующих углеродных пулов, б) секвестрация посредством увеличения

Таблица 7-2 Оценки потенциальных глобальных выбросов парниковых газов в 2010 г.: землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.

Категории вариантов смягчения последствий	*Потенциальное сокращение выбросов в 2010 г. [Мт С год$^{-1}$]*	*Потенциальные сокращения выбросов [Мт С]*	
Обезлесение/ лесовозобновление (ОЛ)[а]	197-584		Включает углерод в подземной и наземной биомассе. Исключает углерод в почве и в мертвом органическом материале.
Сокращение масштабов обезлесения (СО)[б]		1,788	Потенциал сокращения масштабов обезлесения весьма неопределенный в случае тропиков. Погрешность может составлять порядка ±50%
Улучшение системы управления в секторе землепользования (УЗ)[в]	570		Допускается, что это наилучший имеющийся вариант дальнейшей управленческой практики применительно к каждому виду землепользования и каждой климатической зоне.
Изменения в землепользовании (ИЗ)[в]	435		
Итого	1,202-1,589	1,788	

[а] Источник: СДЗИЗЛХ, таблица РП-3. На основе исходного сценария МГЭИК. Информации по другим исходным сценариям нет. Потенциал относится к прогнозируемому диапазону учтенного среднего обмена запасов за период 2008-2012 годов (Мт С год$^{-1}$).
[б] Источник: СДЗИЗЛХ, таблица РП-3. На основе исходного сценария МГЭИК. Информации по другим исходным сценариям нет. Потенциал относится к прогнозируемому среднему обмену запасов (Мт С).
[в] Источник: СДЗИЗЛХ, таблица РП-4. Потенциал относится к прогнозируемому чистому обмену запасов углерода в 2010 году (Мт С год$^{-1}$). Перечень мероприятий не является ни исчерпывающим, ни полным, причем маловероятно, что все страны будут осуществлять все мероприятия. Некоторые из этих оценок отражают значительную неопределенность.

размера углеродных пулов[13] и в) замена устойчиво производимых биологических продуктов (например лесоматериалы вместо энергоемких строительных материалов и биомасса вместо ископаемых видов топлива). Если утечку можно предотвратить, то тогда работа по сохранению находящихся под угрозой пулов может способствовать предотвращению выбросов и может приобрести устойчивый характер только в том случае, если будут решены социально-экономические проблемы, ведущие к обезлесению и исчезновению других углеродных пулов. Поглощение углерода отражает биологическую динамику роста, которая зачастую сначала проявляется слабо, затем достигает максимума и впоследствии начинает снижаться в течение десятилетий, а то и столетий. Потенциал вариантов смягчения последствий биологическими методами составляет порядка 100 Гт С (в совокупности) на период до 2050 года, что эквивалентно 10-20% прогнозируемых выбросов в результате сжигания ископаемых видов топлива в этот период, хотя для этого прогноза характерны существенные неопределенности. Реализация этого потенциала зависит от наличия земельных угодий и водных ресурсов, а также от темпов применения соответствующей практики землепользования. Самым крупным биологическим потенциалом в области поглощения атмосферного углерода обладают субтропические и тропические регионы.

7.5 Использование возможностей, включая технологии и меры по сокращению выбросов парниковых газов, может предполагать необходимость преодоления барьеров посредством осуществления соответствующих программных мер.

7.6 Для успешной реализации вариантов смягчения последствий, связанных с выбросом парниковых газов, потребуется преодолеть технические, экономические, политические, культурные, социальные, поведенческие

РГIII ТДО, разделы 1.5 и 5.3-5

[13] Изменение методов землепользования может повлиять на атмосферную концентрацию CO_2. Гипотетически если бы весь углерод, выброшенный в результате изменения методов землепользования в прошлом, можно было вернуть в земную биосферу в течении нынешнего столетия (например посредством лесовосстановления), то концентрация CO_2 снизилась бы на 40-70 млн.$^{-1}$.

и/или институциональные барьеры, которые препятствуют всестороннему использованию технологических, экономических и социальных возможностей этих вариантов (см. таблицу 7-1). Потенциальные возможности смягчения последствий и виды барьеров варьируются в зависимости от регионов и секторов, а также во времени. В большинстве случаев страны могут воспользоваться новаторскими системами финансирования, социального просвещения и инновационной деятельности, институциональных реформ, устранения барьеров на пути торговли и искоренения нищеты. Это обусловлено широким разнообразием потенциала в области смягчения последствий. Беднейшие группы населения в любой стране располагают ограниченными возможностями в плане применения технологий или изменения своих социальных привычек, особенно если они не входят в систему экономики, построенной на денежных отношениях. Большинство стран могли бы с успехом провести новаторскую финансовую и институциональную реформу и устранить барьеры на пути торговли. В промышленно развитых странах будущие возможности заключаются, в первую очередь, в устранении социальных и поведенческих барьеров, в странах с переходной экономикой – в рационализации цен, а в развивающихся странах – в рационализации цен, расширении доступа к данным и информации, наличии передовых технологий, обеспечении финансовых ресурсов, профессиональной подготовке и создании потенциала. Вместе с тем возможности для любой данной страны могут заключаться в устранении этих барьеров в любой их комбинации.

7.7 **Меры реагирования на изменение климата на национальном уровне могут быть более эффективными, если они представляют собой своего рода набор программных инструментов, нацеленных на ограничение или сокращение чистых выбросов парниковых газов.** Этот набор может включать – в зависимости от национальных обстоятельств – налоги на выбросы/углерод/энергоносители, передаваемые или непередаваемые лицензии, политику в области землепользования, предоставление и/или прекращение субсидий, системы депозитов/возмещения, технические или эксплутационные стандарты, обязательное использование различных видов энергии, запрет на некоторые виды продукции, добровольные соглашения, информационные компании, экологическую маркировку, государственные расходы и инвестиции и поддержку исследований и разработок (НИОКР). В имеющейся литературе, как правило, предпочтение какому-либо конкретному программному инструменту не отдается.

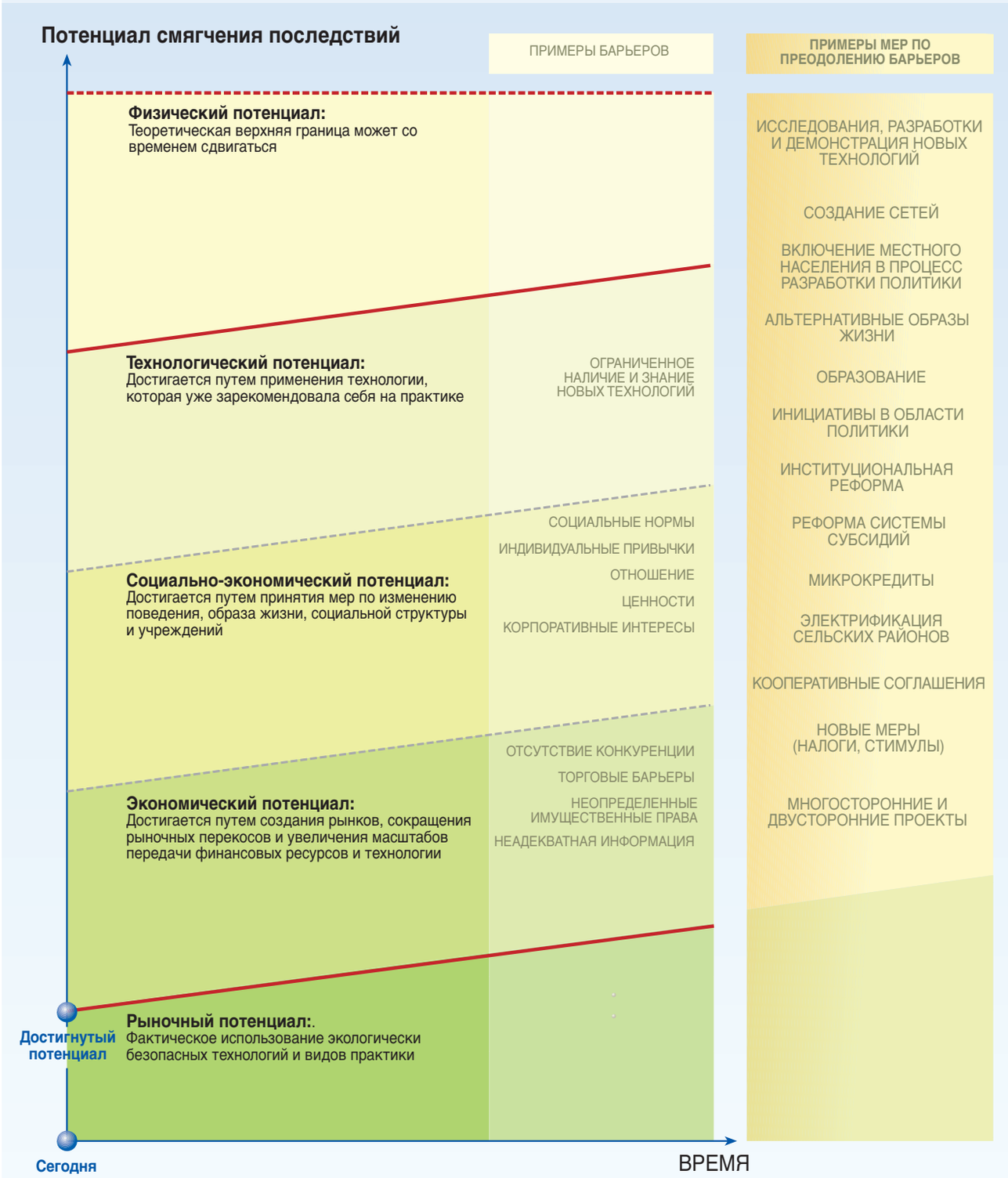
РГIII ТДО, разделы 1.5.3, 5.3-4 и 6.2

7.8 **Согласованные действия между странами и секторами могут способствовать снижению расходов по смягчению последствий путем решения проблем, связанных с конкурентоспособностью, потенциальной коллизией с правилами международной торговли и утечкой углерода. Какая-либо группа стран, желающая ограничить свои коллективные выбросы парниковых газов, может принять решение ввести в действие хорошо разработанные международные механизмы.** Механизмы, проанализированные в РГIII ТДО и получившие развитие в Киотском протоколе, включают торговлю выбросами, совместное осуществление (СО) и механизм чистого развития (МЧР). Другие международные инструменты, также проанализированные в РГIII ТДО, включают согласованные или унифицированные налоги на выбросы/углерод/энергию, соответствующий налог на выбросы/углерод/энергию, стандарты на технологию и изделия, добровольные соглашения с промышленностью, прямую передачу финансовых ресурсов и технологии и согласованное создание стимулирующих условий, например сокращение субсидий на ископаемые виды топлива. Некоторые из этих механизмов на сегодняшний день рассмотрены только в отдельных регионах.

РГIII ТДО, разделы 6.3-4 и 10.2

7.9 **Передача технологии между странами и регионами расширит выбор вариантов на региональном уровне, а экономия за счет масштабов производства и обучения позволит снизить расходы по их применению.**

Концепции потенциалов смягчения последствий



РГIII ТДО, раздел 5.2

Рисунок 7-1. Проникновение экологически безопасных технологий (включая практику): концептуальная схема. Реализации различных потенциалов могут препятствовать многие барьеры. Существующие возможности преодоления барьеров включают новаторские проекты, программы и финансовые соглашения. Какая-либо мера может распространяться не на один барьер, а на несколько. Можно осуществлять меры, направленные на устранение барьеров, одновременно на всех уровнях. Осуществление этих мер может предполагать необходимость разработки соответствующей государственной политики, мероприятий и инструментов. Социально-экономический потенциал может располагаться на графике в любом месте между экономическим и технологическим потенциалом.

7.10 **Адекватный кадровый и организационный потенциал на каждом этапе процесса может способствовать увеличению потока и повышению качества технологий, передаваемых в рамках стран и между ними.** Передача экологически безопасных технологий в настоящее время рассматривается в качестве важнейшего элемента глобальных стратегий по обеспечению устойчивого развития и смягчения последствий, связанных с изменением климата. Наличие на местах технических, деловых, управленческих и нормативных навыков может привести к увеличению потоков международного капитала, содействуя тем самым передаче нужных технологий. Технические навыки можно развивать путем формирования профессионального мастерства в соответствующих службах, организационного ноу-хау и укрепления потенциала в области разработки и обеспечения исполнения соответствующих правил. Создание потенциала – процесс постоянный, который должен идти в ногу с развитием вариантов смягчения последствий, поскольку они соответствуют техническим и социальным изменениям.

РГIII ТДО разделы 2.4.5 и 10.3.3, и СДПТ РП

7.11 **Правительства могут создавать стимулирующие условия для передачи технологии по линии частного и государственного сектора путем разработки разумной экономической политики и нормативной базы, обеспечения гласности и политической стабильности.** Меры, подлежащие рассмотрению на макроуровне, включают реформу правовой системы, охрану прав интеллектуальной собственности, открытый и конкурентоспособный рынок, сокращение масштабов коррупции, создание условий, препятствующих применению ограничительной деловой практики, реформу системы экспортных кредитов, страхование политических рисков, сокращение объема помощи, оказываемой на определенных условиях, создание физической инфраструктуры и инфраструктуры связи и укрепление стабильности на уровне макроэкономики. На отраслевом и проектном уровнях такие меры включают рационализацию цен на топливо и электричество, институциональную реформу сектора энергетики, укрепление права собственности на землю, гласные процедуры утверждения проектов, обеспечение оценки местных потребностей в технологиях и социального воздействия технологий, межгосударственные исследования и разработки в области новаторских технологий и опытно-показательные программы.

РГIII ТДО, раздел 10.3.3 и СДПТ РП

7.12 **Процессы эффективной передачи технологий можно укрепить путем создания сетей в составе частных и государственных заинтересованных сторон и смещения акцента на изделия и методы, обеспечивающие различные вспомогательные выгоды, которые удовлетворяют местным потребностям и приоритетам в области развития или могут быть адаптированы к ним.** Решению этой задачи могут способствовать национальные инновационные системы (НИС) по линии таких мероприятий, как: (а) укрепление учебных заведений; (б) сбор, оценка и распространение технической, коммерческой, финансовой и юридической информации; (в) оценка технологий, опытно-показательные проекты и службы пропаганды; (г) поддержка коммерческих посреднических организаций и (д) новаторские финансовые механизмы. Увеличение потоков национальной и многосторонней помощи, включая официальную помощь в целях развития, может способствовать мобилизации и увеличению дополнительных финансовых ресурсов на поддержку деятельности в области НИС.

РГIII ТДО, раздел 10.3.3 и СДПТ РП

7.13 **Расширение масштабов международного сотрудничества, например в области торговли выбросами[14] и передачи технологии, позволит странам-участницам снизить расходы по смягчению последствий.**

[14] Этот рыночный подход к достижению экологических целей позволяет тем, кто снижает выбросы парниковых газов ниже требуемого уровня, использовать или продавать избыточное сокращение в целях компенсации выбросов из другого источника внутри страны или за ее пределами. Здесь этот термин используется широко и включает торговлю разрешениями на выбросы и сотрудничество в рамках соответствующих проектов.

7.14 Большое число исследований, в которых используются как индуктивные, так и дедуктивные подходы (определение см. во вставке 7-1), содержат данные о расходах, связанных со смягчением последствий выбросов парниковых газов. Оценки расходов по ограничению выбросов парниковых газов в результате сжигания ископаемого топлива варьируются в широких пределах и зависят от выбора методологии, основных допущений, сценариев выбросов, программных инструментов, года отчетности и других критериев.

7.15 **Дедуктивные исследования указывают на наличие существенных возможностей смягчения последствий при низких издержках.** В соответствии с оценками конкретных технологий и секторов, сделанными с помощью дедуктивных моделей (см. вставку 7-1), половина потенциальных сокращений выбросов, указанных в таблице 7-1, может быть обеспечена к 2020 году в условиях превышения прямых выгод над прямыми расходами, а другая половина – при чистых прямых расходах не более 100 долл. США на т $C_{эк}$ (по ценам 1998 года). Однако по указанным ниже соображениям, реализация этого потенциала может выглядеть по-иному. Эти оценки расходов получены с использованием коэффициентов дисконтирования в пределах 5-12%, что соответствует коэффициентам дисконтирования, используемым в государственном секторе. Внутренние коэффициенты окупаемости в частном секторе варьируются в весьма широких пределах и зачастую значительно выше, что отрицательно сказывается на темпах применения этих технологий частными субъектами хозяйствования. Исходя

РГIII ТДО, разделы 1.5, 3.3-8, 5.3-4 и 6.2

Вставка 7-1 Дедуктивные и индуктивные подходы к оценке расходов: важнейшие факторы и масштабы неопределенности.

РГIII ТДО, разделы 3.3-8, 7.6.6.3, 8.2-3 и 9.4 и РГIII ТДО, вставка РП-2

По целому ряду причин конкретные количественные оценки расходов, связанных со смягчением последствий, характеризуются значительными различиями и неопределенностью. Различия в оценках расходов обусловлены (а) методологией, используемой в анализе, и (б) факторами и допущениями, на которых строится этот анализ. Дедуктивные модели включают детальные анализы технических расходов применительно к широкому спектру имеющихся и предполагаемых технологий и очень подробно описывают структуру потребления энергии. Однако они, как правило, включают относительно мало данных о поведении потребителей продукции, не относящейся к категории энергетической, и о взаимодействии с другими секторами экономики. Расходы, рассчитанные с помощью дедуктивных моделей, могут располагаться в диапазоне от негативных значений (в связи с принятием «беспроигрышных» вариантов) до позитивных. Негативные издержки означают, что прямые выгоды от соответствующего варианта смягчения последствий превышают связанные с ним расходы (чистый капитал, эксплуатационные расходы и расходы по техническому содержанию). Однако рыночные и институциональные барьеры могут воспрепятствовать, задержать или сделать более дорогостоящей работу по применению этих вариантов. Включение расходов по осуществлению и разработке политики приводит к завышению издержек, рассчитанных с помощью дедуктивных моделей.

Индуктивные модели представляют собой агрегированные модели экономики, которые зачастую строятся на анализе прошлых тенденций и взаимоотношений в целях прогнозирования крупномасштабных взаимодействий между секторами экономики, особенно взаимодействий между сектором энергетики и остальной частью экономики. Индуктивные модели, как правило, включают относительно мало данных о потреблении энергии и техническом прогрессе. Расходы, рассчитанные с помощью индуктивных моделей, обычно варьируются в пределах от нуля до позитивных значений. Это обусловлено тем, что варианты негативных расходов, рассчитанные с помощью индуктивных моделей, используются, в соответствии с допущениями, как в базовых, так и в программных сценариях. Это – важный фактор различий в оценках, рассчитанных с помощью этих двух видов моделей.

Включение одних факторов может привести к занижению оценок, а других – к завышению. Учет многих парниковых газов, поглотителей, вынужденных технических изменений и торговли выбросами может привести к снижению расходов. Кроме того, проведенные исследования предполагают, что социальные издержки, связанные с ограничением выбросов парниковых газов из некоторых источников, могут быть нулевыми или негативными в той степени, в которой программные меры разрабатываются с учетом “беспроигрышных” вариантов, таких, как корректировка рыночных перекосов, включение дополнительных выгод и эффективное “рециклирование” налоговых поступлений. Международное сотрудничество, которое способствует затратоэффективному сокращению выбросов, может привести к снижению расходов, связанных с мерами по смягчению последствий. С другой стороны, учет потенциальных краткосрочных потрясений на уровне макроэкономики, ограничение использования внутренних и международных рыночных механизмов, высокие трансакционные расходы, включение дополнительных расходов и неэффективные меры по “рециклированию” налоговых поступлений могут привести к повышению расходов. Поскольку ни один анализ не содержит всех соответствующих факторов, сказывающихся на расходах по смягчению последствий, прогнозируемые расходы, возможно, неточно отражают фактические расходы, связанные с реализацией действий по смягчению последствий.

из данного сценария выбросов можно сделать вывод о том, что чистые прямые расходы по ограничению глобальных выбросов в период 2010-2020 годов ниже уровней 2000 года будут соответствовать этим оценкам. Реализация указанных сокращений предполагает дополнительные расходы по осуществлению, которые в ряде случаев могут быть существенными, возможно потребность в программной поддержке, расширение исследований и разработок, эффективную передачу технологии и преодоление других барьеров. Различные глобальные, региональные, национальные, отраслевые и проектные исследования, проанализированные в разделе ТДО, подготовленном РГIII, охватывают иной круг вопросов и построены на иных допущениях. Исследования проведены не по каждому сектору и региону.

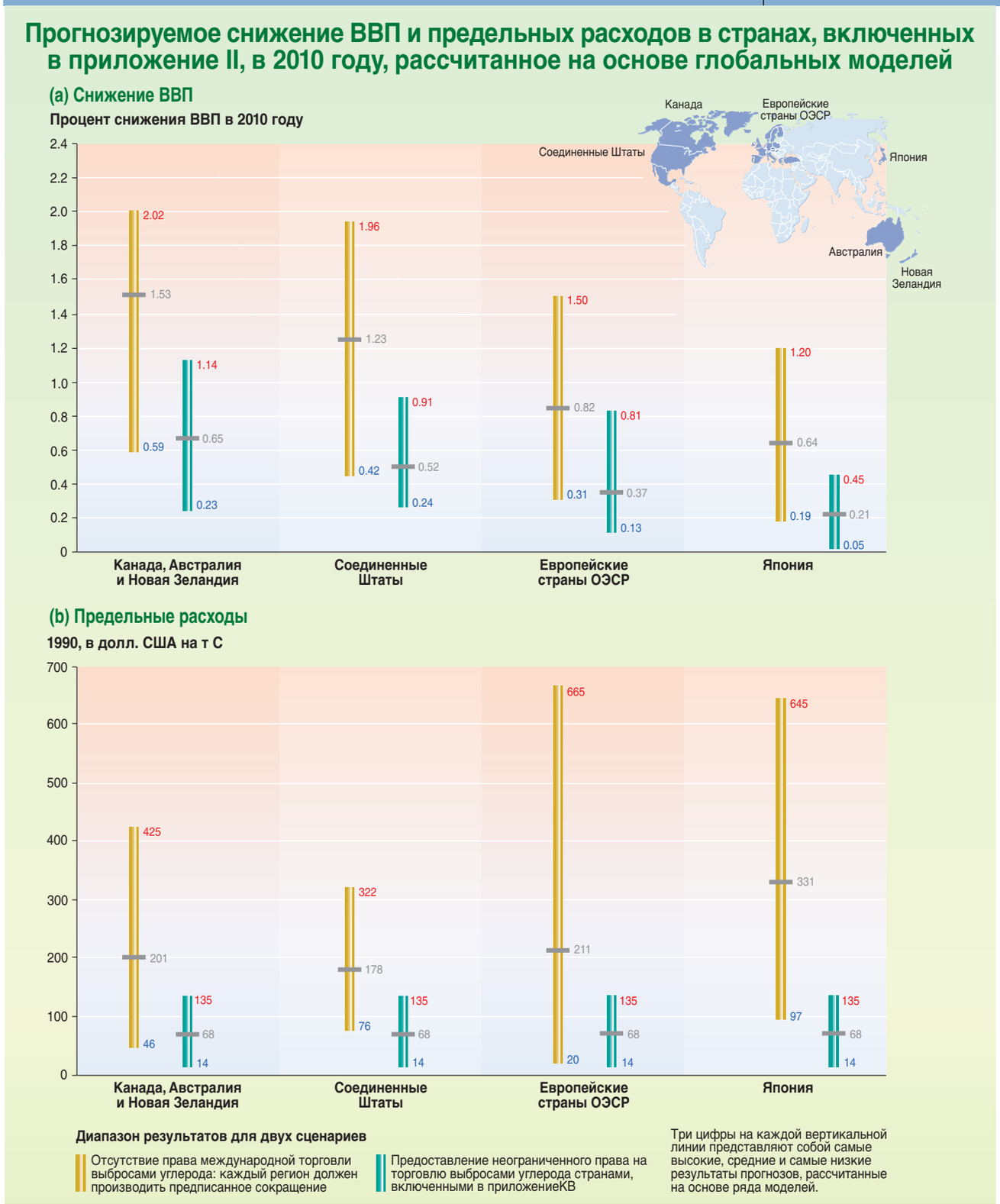
РГIII ТДО, разделы 4.3-4

7.16 **Имеющиеся на сегодняшний день оценки расходов по смягчению последствий биологическими методами, которые рассчитаны с помощью дедуктивных анализов, варьируются в широких пределах и не всегда учитывают все существенные компоненты расходов.** Известные на сегодняшний день расчеты расходов смягчения последствий биологическими методами, проведенные с помощью дедуктивных анализов, варьируются в широких пределах: от 0,1 долл. США до примерно 20 долл. США в расчете на т С в некоторых тропических странах и от 20 долл. США до 100 долл. США в расчете на т С в нетропических странах. Методы финансового анализа и учета углерода не сопоставимы. Кроме того, калькуляция расходов во многих случаях не охватывает, в частности, расходы на инфраструктуру, соответствующее дисконтирование, мониторинг, сбор данных и осуществление, альтернативные расходы, связанные с использованием земли и техническим обслуживанием, и другие повторяющиеся расходы, которые зачастую исключаются или не учитываются. По оценкам, нижняя часть этого диапазона занижена, однако постепенно понимание и учет этих расходов улучшается. Варианты смягчения последствий биологическими методами могут привести к сокращению или повышению выбросов других парниковых газов, помимо CO_2.

РГIII ТДО, разделы 8.2-3

7.17 **Прогнозируемые расходы по сокращению выбросов в результате осуществления программных вариантов в ближайшем будущем в условиях отсутствия торговли выбросами с участием стран, включенных в приложение B, в целях соблюдения заданного показателя выбросов CO_2 в ближайшее время, которые рассчитаны с использованием некоторых моделей[15] глобальной экономики (индуктивные модели), варьируются по регионам (показано с помощью коричневых линий на рисунке 7-2a в разбивке по регионам для стран, включенных в приложение II, и в таблице 7-3a).** Различные результаты, полученные с помощью моделей в рамках регионов, обусловлены различными допущениями в отношении будущих темпов роста ВВП и изменений углеродного компонента и энергоемкости (различные социально-экономические схемы развития). Этими же причинами объясняются и различия между регионами. Указанные модели построены на предположении о том, что инструменты национальной политики являются эффективными и соответствуют инструментам международной политики, т.е. они предполагают, что сокращения производятся с помощью рыночных механизмов (например с установлением верхних пределов и с помощью торговли) в рамках каждого региона. В той степени, в которой регионы используют различные рыночные механизмы и директивные методы, расходы, как можно предположить, будут выше. С другой стороны, включение поглотителей углерода, парниковых газов, помимо CO_2, вынужденных технических изменений, вспомогательных выгод или целенаправленного “рециклирования” налоговых поступлений может привести к снижению расходов.

[15] Результаты вышеупомянутых моделей используются в сценариях Форума моделирования энергетики, в которых рассматриваются выгоды от торговли выбросами. В анализах, о которых говорится здесь, эти модели исключают поглотители, варианты различных газов, вспомогательные выгоды, макроэкономические потрясения и вынужденные технические изменения, но включают единовременные выплаты в порядке рециклирования налоговых поступлений. В базовую модель включены дополнительные «беспроигрышные» варианты, которые здесь не перечислены.



РГIII ТДО, разделы 8.3.1 и 10.4.4

Рисунок 7-2. Прогнозируемое снижение ВВП и предельных расходов в 2010 году в странах, включенных в приложение II, рассчитанное на основе глобальных моделей: (a) снижение ВВП и (b) предельные расходы. Сокращение прогнозируемого ВВП рассчитано на 2010 год по базовому случаю расчета ВВП на основе имеющихся моделей. Эти прогнозы основаны на результатах, полученных девятью группами по моделированию, которые участвовали в исследовании в рамках Форума моделирования энергетики. Эти прогнозы, отраженные в цифрах, относятся к четырем регионам, образующим приложение II. В моделях рассматриваются два сценария. В первом каждый регион производит предписанное сокращение с учетом только внутренней торговли выбросами углерода. Во втором допускается торговля между странами, включенными в приложение B, поэтому предельные расходы по всем регионам одинаковы. Ключевые факторы, допущения и неопределенности, на которых строились эти исследования, см. во вставке 7-1.

РГIII ТДО, разделы ТР 8.3, 7.3, 8.3, 9.2 и 10.2

7.18 **Модели, использованные в указанном выше исследовании, показывают, что киотские механизмы являются важным средством ограничения рисков, сопряженных с повышением расходов в данных странах, и, таким образом, могут дополнять внутренние программные механизмы и позволить свести до минимума риск несправедливых международных воздействий.** Например, коричневая и голубая линии на рисунке 7-2b и таблица 7-3b показывают, что национальные предельные издержки по соблюдению киотских целей варьируются от примерно 20 долл. США до 600 долл. США на т С в условиях отсутствия торговли с участием стран, включенных в приложение B, и от 15 долл. США до 150 долл. США на т С в условиях торговли с участием стран, включенных в приложение B, соответственно. На момент проведения этих исследований большинство моделей было разработано без учета поглотителей, других газов, помимо CO_2, МЧР, вариантов негативных расходов, вспомогательных выгод или целевого "рециклирования" налоговых поступлений, включение которых приведет к снижению прогнозируемых расходов. С другой стороны, в этих моделях используются допущения, которые несколько занижают расходы, поскольку они предполагают неограниченное использование торговли выбросами без трансакционных расходов как внутри стран, включенных в приложение B, так и между ними, а также тот факт, что меры по смягчению последствий будут максимально эффективны и что в период с 1990 по 2000 год начата работа по корректировке экономики стран с целью соблюдения Киотскго протокола. Сокращение расходов в результате торговли с участием стран, включенных в приложение B, будет зависеть от конкретных аспектов осуществления, включая совместимость внутренних и международных механизмов, ограничения и трансакционные расходы. Ниже приведены ориентировочные данные, характеризующие широкий диапазон изменения ВВП стран, включенных в приложение B.

- *В случае стран, включенных в приложение II, вышеупомянутые исследования на основе моделей показывают сокращение ВВП в сравнении с прогнозируемыми уровнями в 2010 году.* Из рисунка 7-2 следует, что в условиях отсутствия торговли с участием стран, включенных в приложение B, снижение составит от 0,2 до 2% ВВП. В условиях торговли с участием стран, включенных в приложение B, сокращение составит от 0,1% до 1% ВВП. Национальные исследования, в которых рассматривается более разнообразный набор программных мер и учитываются конкретные национальные обстоятельства, дают еще больший разброс показателей.
- *Для большинства стран с переходной экономикой воздействие на ВВП варьируется в пределах от ничтожно малой величины до увеличения на несколько процентов, что отражает возможности повышения энергоэффективности, которых нет у стран, включенных в приложение II.* В случае допущений, предполагающих кардинальные меры по повышению энергоэффективности и/или продолжение экономического спада в некоторых странах, установленные количества могут превысить прогнозируемые выбросы в первый период действия обязательств. В этом случае модели показывают увеличение ВВП за счет поступлений от торговли установленными количествами. Однако для некоторых стран с переходной экономикой осуществление Киотского протокола будет иметь те же последствия для ВВП, что и для стран, включенных в приложение II.

РГIII ТДО, разделы 8.3.2 и 9.3.1-2

7.19 **Нагрузка, связанная с выбросами, на страны, включенные в приложение I, сопряжена с точно установленными, хотя и не одинаковыми побочными последствиями[16] для стран, не включенных в приложение I.**

- *Страны – экспортеры нефти, не включенные в приложение I. Анализы показывают различные расходы, включая, в частности, сокращение прогнозируемого ВВП и сокращения прогнозируемых поступлений от нефти.* Исследование, в котором получены самые низкие расходы, показывает снижение прогнозируемого ВВП на 0,2% в 2010 году в условиях отсутствия торговли выбросами и менее 0,05% прогнозируемого ВВП в условиях торговли

[16] Побочные последствия включают только экономические последствия, но не включают экологические.

Таблица 7-3 Результаты сопоставления моделей, разработанных Форумом моделирования энергетики[a]

(а) Расчетное сокращение (в % от общего ВВП) для различных рассмотренных режимов торговли, связанных с соблюдением целей Киотского протокола в странах, включенных в приложение B

	Отсутствие торговли				*Торговля с участием стран, включенных в приложение I*			
Модель	*КАНЗ*	*США*	*ОЭСР Европа*	*Япония*	*КАНЗ*	*США*	*ОЭСР Европа*	*Япония*
АБАРЕ-ГТЕМ	1,96	1,96	0,94	0,72	0,23	0,47	0,14	0,05
АИМ	0,59	0,45	0,31	0,25	0,36	0,31	0,17	0,13
СЕТА		1,93				0,67		
“Три Г”	1,83	0,42	1,50	0,57	0,72	0,24	0,61	0,45
ГРАПЕ			0,81	0,19			0,81	0,10
МЕРДЖ-3	2,02	1,06	0,99	0,80	1,14	0,51	0,47	0,19
МС-МРТ	1,83	1,88	0,63	1,20	0,88	0,91	0,13	0,22
РАЙС	0,96	0,94	0,55	0,78	0,54	0,56	0,28	0,30

(б) Предельные расходы по сокращению (в долл. США по ценам 1990 г. на т С; цель Киотского протокола на 2010 год).

Модель	*КАНЗ*	*США*	*ОЭСР Европа*	*Япония*	*Торговля с участием стран, включенных в приложение I*
АБАРЕ-ГТЕМ	425	322	665	645	106
АИМ	147	153	198	234	65
СЕТА		168			46
“Фанд”					14
“Три Г”	157	76	227	97	53
ГРАПЕ			204	304	70
МЕРДЖ-3	250	264	218	500	135
МИТ-ЕРРА	247	193	276	501	76
МС-МРТ	213	236	179	402	77
РАЙС	145	132	159	251	62
СГМ	201	188	407	357	84
“УорлдСкэн”	46	85	20	122	20

(в) Расходы по осуществлению Киотского протокола странами - экспортерами нефти в соответствии с различными моделями[б].

Модель[c]	*Отсутствие торговли*[г]	*Торговля с участием стран, включенных в приложение I*	*“Глобальная торговля”*
“Три Г”	-25% от поступлений за нефть	-13% поступлений за нефть	-7% поступлений за нефть
ГРИН	-3% реального дохода	“существенно меньшее снижение”	данных нет
ГТЕМ	Сокращение ВВП на 0,2%	Сокращение ВВП менее 0,05%	данных нет
МС-МРТ	Снижение благосостояния на 1,39%	Снижение благосостояния на 1,15%	Снижение благосостояния на 0,36%
ОПЕК	-17% от поступлений ОПЕК	-10% от поступлений ОПЕК	-8% от поступлений ОПЕК
КЛИМОКС	данных нет	-10% от поступлений некоторых экспортеров нефти	данных нет

[a] Таблица 7-3a взята из РГIII ТДО, таблица TP-5; Таблица 7-3b – из РГIII ТДО, таблица TP-4; и Таблица 7-3c – из РГIII ТДО, таблица TP-6.
[б] Определение страны – экспортера нефти не везде одинаково. В случае моделей “Три Г” и ОПЕК речь идет о странах ОПЕК; в случае модели ГРИН – о группе стран–экспортеров нефти; в случае ГТЕМ – о Мексике и Индонезии; в случае МС-МРТ – о странах ОПЕК и Мексике; и в случае КЛИМОКС – о западноазиатских и североафриканских экспортерах нефти.
[в] Эти модели свидетельствуют о воздействии на глобальную экономику в 2010 году в условиях принятия мер по смягчению последствий в соответствии с целями Киотского протокола (как правило в случае моделей, применяемых к сокращению выбросов CO_2 к 2010 году, а не к выбросам парниковых газов в период 2008-2012 годов), в результате введения в действие налога на углерод или коммерчески переуступаемых разрешений на выбросы в условиях “рециклирования” поступлений путем единовременных выплат потребителям. В результатах не учитываются дополнительные выгоды, например сокращение ущерба, вызванного местным загрязнением воздуха.
[г] “Торговля” означает торговлю разрешениями на выбросы между странами.

выбросами между странами, включенными в приложение B[17]. Исследование, в котором получены самые высокие расходы, показывает сокращение прогнозируемых поступлений от нефти на 25% в 2010 году в условиях отсутствия торговли выбросами и на 13% в условиях торговли выбросами между странами, включенными в приложение B (см. таблицу 7-3c). В этих

[17] Эти прогнозируемые расходы могут быть выражены в качестве разницы в темпах роста ВВП за период 2000-2010 годов. При отсутствии торговли выбросами темпы роста ВВП снижаются на 0,02 процентных пункта в год; в случае торговли выбросами между странами, включенными в приложение B, темпы роста снижаются менее чем на 0,005 процентных пункта в год.

исследованиях не учитываются иные меры[18] и политика, помимо торговли выбросами между странами, включенными в приложение B, которые могли бы снизить последствия для стран-экспортеров нефти, не включенных в приложение I. Воздействие на эти страны может быть дополнительно снижено за счет ликвидации системы субсидий на ископаемые виды топлива, реструктуризации налога на энергоносители в зависимости от содержания углерода, более широкого использования природного газа и диверсификации экономики стран–экспортеров нефти, не включенных в приложение I.

- *Другие страны, не включенные в приложение I. Они могут оказаться в неблагоприятном положении в результате снижения спроса на их экспорт в страны ОЭСР и повышение цены на те углеродоемкие и другие виды продукции, которые они продолжают импортировать. Эти страны могут получить определенную выгоду в результате снижения цен на топливо, увеличения экспорта углеродоемких видов продукции и передачи экологически безопасных технологий и ноу-хау.* Чистый баланс для данной страны зависит от тех факторов, которые оказывают доминирующее воздействие. В силу этих сложностей разбивка этих стран на те, которые выиграют, и те, которые проиграют, остается нечеткой.
- *Утечка углерода. Возможное перемещение некоторых углеродоемких отраслей в страны, не включенные в приложение I, и более масштабное воздействие на торговые потоки в ответ на изменение цен могут привести к утечке углерода на уровне 5-20%*[19]. Исключения (например для энергоемких отраслей) вряд ли приведут, по результатам моделирования, к более сильной утечке углерода, однако могут привести к повышению совокупных издержек. Передача экологически безопасной технологии и ноу-хау, не включенная в модели, может привести к снижению утечки, а в более долгосрочном плане может ее с лихвой компенсировать.

РГIII ТДО, разделы 5.3-5, 7.3.3, 8.2.2, 8.2.4, 9.2.1-2, 9.2.4, 9.2.8 и 10.4

7.20 **Некоторые источники выбросов парниковых газов могут быть ограничены без каких бы то ни было социальных издержек или даже при негативных издержках в той мере, в какой стратегия предусматривает использование “беспроигрышных” возможностей. Это может быть достигнуто путем устранения рыночных перекосов, учета дополнительных выгод (см. вопрос 8) и “рециклирования” поступлений в целях финансирования программ по сокращению налогов, ведущих к рыночному дисбалансу (“двойной дивиденд”).**

- *Рыночные перекосы.* Сокращение существующих рыночных или институциональных сбоев и других барьеров, препятствующих принятию затратоэффективных мер по сокращению выбросов, может снизить частные издержки по сравнению с нынешней практикой. Это также может привести к сокращению частных издержек в целом.
- *Дополнительные выгоды.* Меры по смягчению последствий, связанных с изменением климата, могут воздействовать на другие проблемы, стоящие перед обществом. Например, сокращение выбросов углерода во многих случаях приведет к одновременному снижению загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях. Вполне возможно, что стратегии в области смягчения последствий окажут воздействие на транспорт, сельское хозяйство, практику землепользования и утилизацию и удаление отходов и скажутся на других вопросах, представляющих

[18] Эти меры и политика включают меры, применяемые в отношении газов, помимо CO_2, и неэнергетических источников всех газов, нейтрализацию за счет поглотителей, реструктуризацию промышленности (например в направлении от производителя энергии до поставщика услуг в области энергетики), использование рыночной мощи ОПЕК и меры (например принимаемые странами, включенными в приложение B) в области финансирования, страхования и передачи технологии. Кроме того, эти исследования, как правило, не включают следующие виды программных мер и последствия, которые могут привести к снижению общих расходов по смягчению: использование налоговых поступлений на цели снижения налогового бремени или финансирования других мер по смягчению последствий, дополнительные выгоды от сокращения выбросов в результате использования ископаемых видов топлива и вынужденные технологические изменения, обусловленные политикой в области смягчения последствий.

[19] Под утечкой углерода здесь понимается увеличение выбросов в странах, не включенных в приложение B, в связи с осуществлением мер по сокращению в странах, включенных в приложение B, выраженное в виде процентной доли от сокращений в странах, включенных в приложение B.

общественный интерес, таких, как трудоустройство и безопасность энергетики. Однако не все из этих последствий будут положительными; тщательная разработка и отбор программных мер может в большей степени обеспечить положительное воздействие и снизить негативные последствия. В некоторых случаях масштабы дополнительных выгод от работы по смягчению последствий могут быть сопоставимы с масштабами расходов, связанных с мерами по смягчению последствий, укрепляя тем самым «беспроигрышный» потенциал, хотя оценки здесь наталкиваются на трудности и варьируются в широких пределах.

- *Двойной дивиденд.* Некоторые механизмы (например налоги или переуступаемые на коммерческой основе разрешения) обеспечивают поступления в государственную казну. Если их использовать для финансирования работы по сокращению существующих перекосов в налогах (“рециклирование поступлений”), то эти поступления позволят снизить экономические издержки, связанные с достижением целей сокращения выбросов парниковых газов. Масштабы этой компенсации зависят от существующей структуры налогов, типа налоговых скидок, условий на рынках труда и методов “рециклирования”. В некоторых условиях вполне может быть, что экономические выгоды могут превзойти расходы, связанные со смягчением последствий.

Потенциал, барьеры, возможности, политика и расходы, связанные со стабилизацией концентрации парниковых газов в атмосфере в долгосрочной перспективе.

7.21 **Расходы по стабилизации зависят как от поставленной цели, так и от схемы сокращения выбросов.**

7.22 **Единой схемы достижения в будущем низкого уровня выбросов нет, поэтому странам и регионам придется выбирать свою собственную схему. Результаты моделирования в большинстве случаев указывают на то, что известные технологические варианты[20] могут обеспечить в течение ближайших 100 лет или далее широкий спектр уровней стабилизации атмосферного CO_2, например 550 млн.$^{-1}$ по объему, 450 млн.$^{-1}$ по объему или ниже, однако для выполнения этой задачи потребуется произвести соответствующие социально-экономические и институциональные изменения.** Сценарии позволяют предположить, что для достижения стабилизации на этих уровнях потребуется весьма существенное сокращение выбросов углерода в мире на единицу ВВП по отношению к уровням 1990 года. В случае исключительно важного сектора энергетики практически все сценарии сокращения выбросов парниковых газов и стабилизации их концентрации включают компонент эффективных технологий как использования энергии, так и энергоснабжения, а также производство энергии с низким или нулевым выбросом углерода. Однако обеспечить все сокращения выбросов, необходимые для стабилизации, с помощью какого-либо одного технологического варианта невозможно. Существенные резервы сокращения выбросов скрываются также в вариантах сокращения в источниках, не имеющих отношения к энергетике, и парниковых газов, помимо CO_2.

РГIII ТДО, разделы 2.3.2, 2.4.5, 2.5.1-2, 3.5 и 8.4 и РГIII ТДО, глава 3, приложение

7.23 **Существенному снижению расходов по стабилизации концентрации на заданном уровне может способствовать разработка и распространение новой конкурентоспособной с экономической точки зрения и экологически безопасной технологии.** В огромной работе, проведенной по этому вопросу, рассматривается воздействие разработки и распространения технологий на расходы

РГIII ТДО, раздел 10.3.3

[20] “Известные технологические варианты” означают технологии, которые сегодня применяются на практике или находятся на этапе экспериментальной отработки, как указано в сценариях смягчения последствий, рассматриваемых в настоящем докладе. Они не включают никаких новых технологий, которые предполагают необходимость радикальных технологических прорывов. Таким образом, с учетом продолжительности расчетного периода сценария эту оценку можно считать осторожной.

по достижению альтернативных уровней стабилизации. Основной вывод состоит в том, что расходы по смягчению последствий выбросов зависят в огромной степени от способности разработать и применять новую технологию. Стоимость работы по успешному распространению технологии, как представляется, огромна и зависит от масштабов и графика сокращения выбросов, принятого исходного сценария и экономической конкурентоспособности технологии.

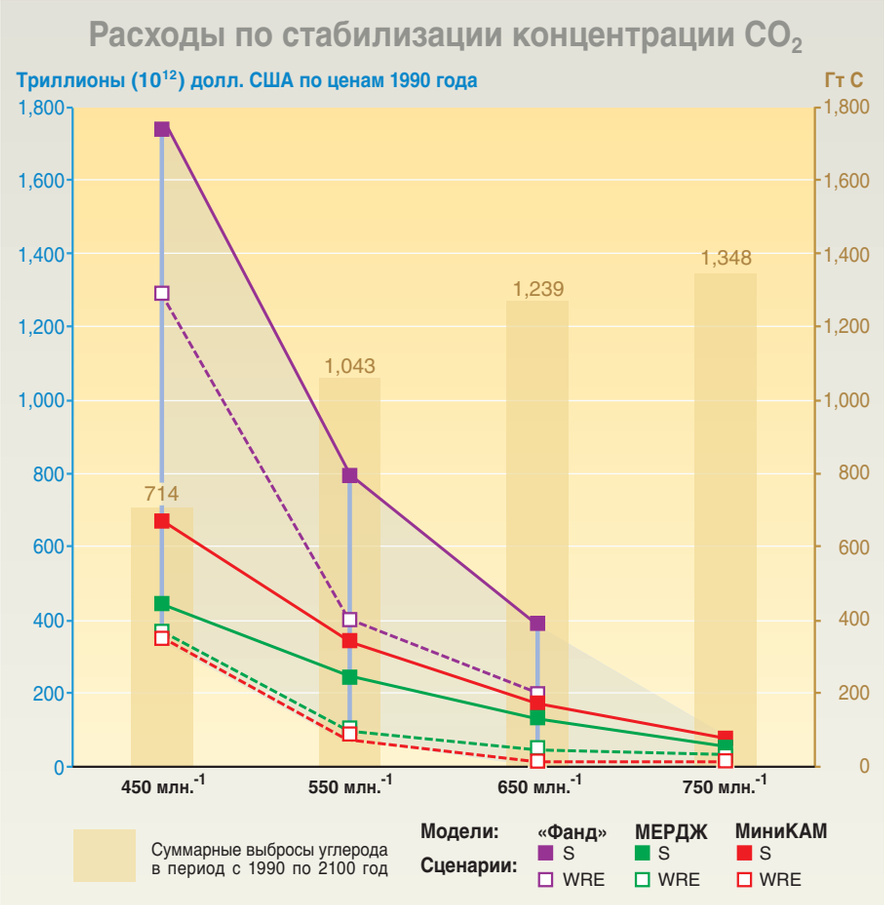
РГIII ТДО, разделы 2.3.2, 5.3.1, 8.4 и 10.4.2-3

7.24 **При определении расходов по смягчению последствий схема стабилизации может иметь столь же важное значение, как и сам уровень стабилизации.** Исследования с помощью экономического моделирования, завершенные после подготовки ВДО, указывают на то, что постепенный переход в ближайшем будущем от системы энергетики, сложившейся сегодня в мире, к экономике с меньшим выбросом углерода позволит свести до минимума расходы, связанные с досрочным выводом из эксплуатации существующих основных фондов. Он также даст время для разработки и распространения соответствующей технологии и позволит избежать преждевременного “замыкания” на начальные варианты быстро развивающейся технологии, обеспечивающей низкий уровень выбросов. С другой стороны, более быстрые краткосрочные меры позволят повысить гибкость в работе на пути обеспечения стабилизации, снизить опасность для окружающей среды и людей, связанную с прогнозируемым изменением климата, и свести до минимума потенциальные последствия инерции климатических и экологических систем (см. вопрос 5). Он может также стимулировать более быстрое внедрение существующих технологий, обеспечивающих низкий уровень выбросов, и в значительной мере стимулировать в краткосрочном плане будущий технологический прогресс, который мог бы содействовать снижению риска «замыкания» на углеродоемких технологиях. Он также даст более широкие возможности для последующего “ужесточения” целей в этой области, если это будет сочтено необходимым в свете более глубокого научного понимания этой проблемы.

РГIII ТДО, разделы 2.5.2, 8.4.1, 8.4.3 и 10.4.6

7.25 **Исследования эффективности затрат в столетнем диапазоне временной шкалы дают основание предположить, что расходы по смягчению последствий путем стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере повышаются по мере снижения уровня стабилизации концентрации. Абсолютные расходы могут в значительной мере зависеть от различных базовых условий.** Если при переходе от стабилизации концентраций на уровне 750 до 550 млн.$^{-1}$ по объему расходы увеличиваются в умеренной степени, то при переходе от 550 до 450 млн.$^{-1}$ расходы увеличиваются более существенно (см. рисунок 7-3), если только выбросы, предусмотренные базовым сценарием, не слишком низки (см. рисунок 7-4). Хотя прогнозы по результатам моделирования показывают, что глобальная тенденция роста ВВП в долгосрочном плане не слишком подвержена влиянию мер по смягчению последствий посредством стабилизации, они, тем не менее, ничего не говорят о возможности более крупных колебаний, которые могут произойти в течение более коротких промежутков времени и в пределах секторов или регионов. Однако эти результаты не учитывают ни поглощение углерода, ни возможные последствия более амбициозных целей для требуемых технологических изменений. Расходы, связанные с каждым уровнем концентрации, зависят от многих факторов, включая коэффициент дисконтирования, распределение сокращений выбросов во времени, используемые программы и меры и, в частности, выбор базового сценария. В случае сценариев, которые, например, ограничены перспективами устойчивого развития на местном и региональном уровнях, суммарные издержки, связанные со стабилизацией на конкретном уровне, значительно ниже, чем в случае других сценариев. Кроме того, по мере расширения горизонта прогнозирования фактор неопределенности начинает приобретать большее значение.

7.26 **Научные исследования и разработки в области энергетики и социального обучения могут способствовать увеличению потока и внедрению более совершенных технологий в области энергетики на протяжении всего XXI века.**



РГIII ТДО, разделы 2.5.2, 8.4.1, 8.4.3 и 10.4.6

Рисунок 7-3. Расходы по смягчению последствий (в долл. США по ценам 1990 года с корректировкой нынешних значений методом дисконтирования на уровне 5% в год за период с 1990 по 2100 год) посредством стабилизации концентрации CO_2 на уровне 450-750 млн.$^{-1}$ по объему рассчитаны с использованием трех глобальных моделей, построенных на основе различных базовых условий моделирования. Предотвращенные воздействия, обусловленные изменением климата, не включены. В каждом случае расходы рассчитываются на основе двух схем сокращения выбросов, необходимого для достижения заданной цели: S (в РГIII ТДО обозначается в качестве схем выбросов РГI) и WRE, изложенных в ответе на вопрос 6. Столбики показывают суммарные выбросы углерода в период с 1990 по 2100 год. Суммарные будущие выбросы до достижения верхнего предельного запаса углерода указаны над столбиками в Гт С.

РГIII ТДО, разделы 2.5.1-2, 3.8.4 и 8.4.5

7.27 **Сценарии с более низкими уровнями выбросов предполагают необходимость наличия иных схем развития энергоресурсов и активизации исследований и разработок в области энергетики в целях содействия ускоренной разработке и внедрению передовых экологически безопасных технологий в области энергетики.** Можно практически с уверенностью утверждать, что выбросы CO_2 в результате сжигания ископаемых видов топлива будут оказывать доминирующее влияние на тенденцию атмосферной концентрации CO_2 в течение XXI века. Данные о ресурсах, проанализированные в ТДО, могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Ресурсы ископаемых видов топлива не позволят ограничить выбросы углерода в XXI веке (см. рисунок 7-5). Содержание углерода в разведанных традиционных месторождениях нефти и газа гораздо ниже, чем в совокупных выбросах углерода, связанных со стабилизацией CO_2 на уровнях 450 млн.$^{-1}$ по объему или выше[21]. Эти данные о ресурсах могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Выбор комбинации энергоресурсов и связанных с этим технологий и инвестиций – либо в большей степени в направлении эксплуатации нетрадиционных ресурсов нефти и газа, либо в направлении использования иных источников энергии, помимо ископаемых видов топлива, или же в направлении технологий производства энергии на базе ископаемых видов топлива, но с рекуперацией и хранением углерода – позволит определить, могут ли быть стабилизированы концентрации парниковых газов, и, если могут, то на каком уровне и за счет каких издержек.

[21] Ссылка на конкретный уровень концентрации не предполагает установленной на согласованной основе целесообразности стабилизации именно на этом уровне.

7.28 **Снижение расходов на НИОКР в области энергетики не соответствует цели ускорения разработки и внедрения передовых технологий в области энергетики.** Расходы на НИОКР в области энергетики со стороны государств, включенных в приложение II, резко увеличились после повышения цен на нефть в 1970 году, однако по группе в целом с начала 80-х годов они постоянно снижаются в реальном выражении. В некоторых странах это снижение составляет целых 75%. Финансовая поддержка НИОКР в области экономии энергии и возобновляемых источников энергии повысилась. Однако другие технологии, имеющие важное значение с точки зрения изменения климата, например использование биомассы на коммерческой основе и рекуперация и хранение углерода в целом, составляют незначительную часть в общей научно-исследовательской работе в области энергетики.

РГIII ТДО, раздел 10.3.3 и СДПТ, раздел 2.3

7.29 **Работе по смягчению последствий, связанных с изменением климата, может содействовать социальное обучение и новаторская деятельность, а также изменения в институциональной структуре.** Изменения в правилах поведения коллективов и отдельных людей могут оказать существенное воздействие на выбросы парниковых газов, однако они происходят в сложных институциональных, нормативных и правовых условиях. Некоторые исследования предполагают, что нынешние системы стимулирования могут поощрять ресурсоемкие виды производства и структуры потребления, которые приводят к увеличению выбросов парниковых газов во всех секторах (например в транспорте и жилищном секторе). В более краткосрочном плане есть возможности воздействовать на поведение отдельных лиц и организаций посредством применения новаторских подходов на уровне общества. В более долгосрочном плане такие новаторские подходы в сочетании с техническим прогрессом могут способствовать дальнейшему укреплению социально-экономического потенциала, особенно в том случае, если предпочтения и культурные нормы будут смещены в сторону формирования такого поведения, которое обеспечивало бы более низкий уровень выбросов и устойчивое развитие. Эти новаторские подходы зачастую наталкиваются на сопротивление, которое

РГIII ТДО, разделы 1.4.3, 5.3.7, 10.3.2 и 10.3.4.

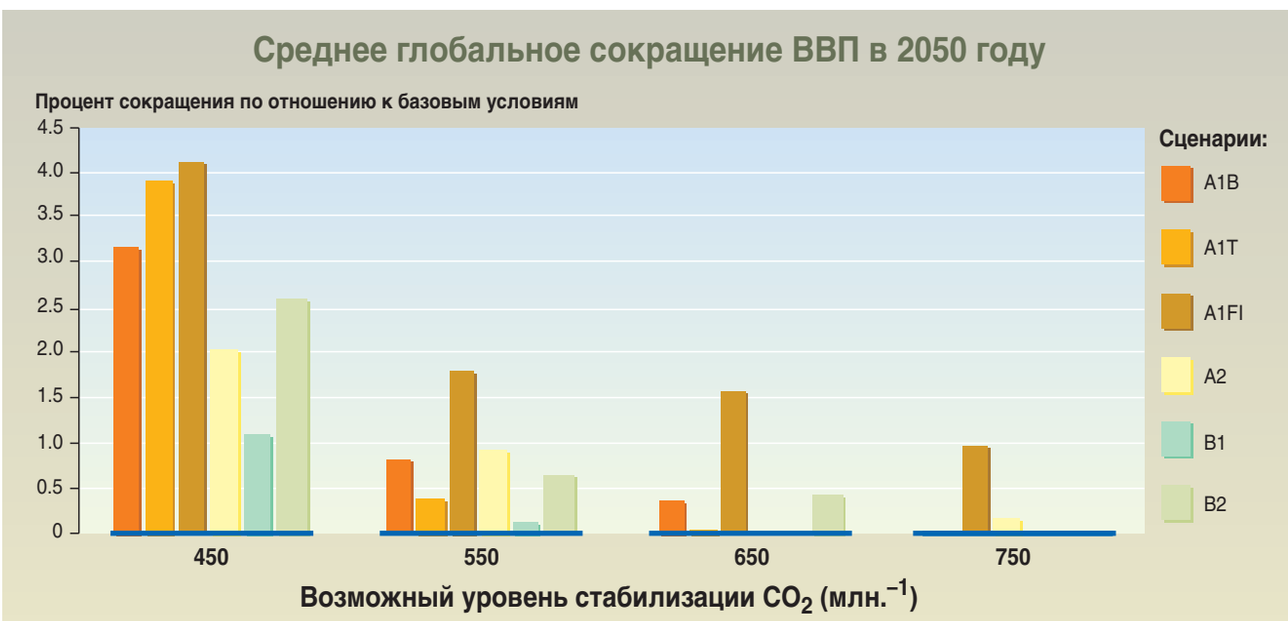


Рисунок 7-4. Примерная взаимосвязь в 2050 году между относительным снижением ВВП, вызванным деятельностью по смягчению последствий, сценариями СДСВ и уровнем стабилизации. Величина снижения ВВП, как правило, возрастает с увеличением жесткости уровня стабилизации, однако расходы в значительной мере зависят от выбора базового сценария. В этих прогнозируемых расходах по смягчению последствий не учитываются потенциальные выгоды от предотвращения климатических изменений.

РГIII ТДО, рисунок 8-18

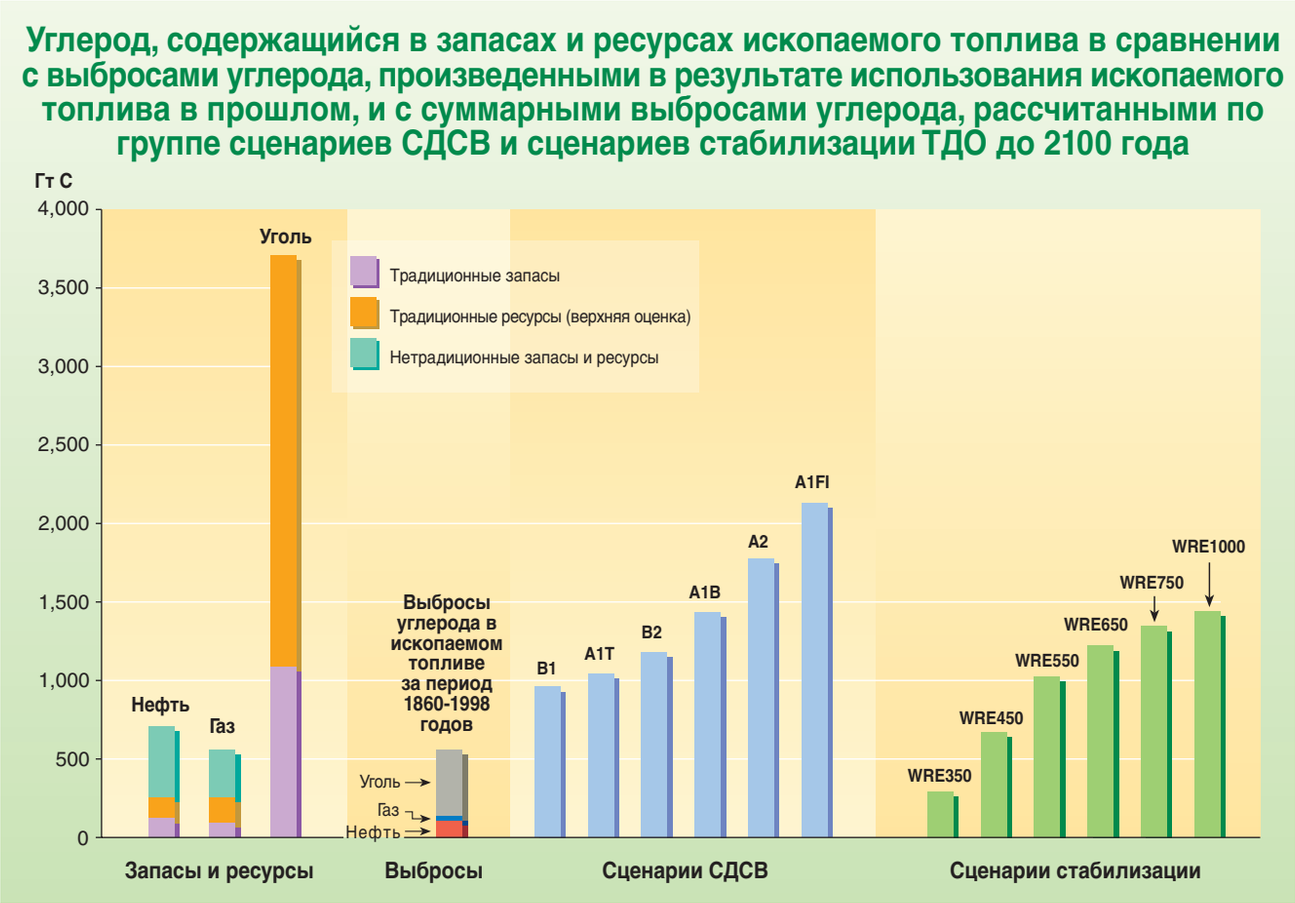
можно преодолеть посредством поощрения более широкого участия общественности в процессе принятия решений. Это также может способствовать выработке новых подходов к устойчивости и справедливости.

Сведение воедино краткосрочных и долгосрочных подходов.

7.30 **Процесс принятия решений в области изменения климата – это последовательный процесс в условиях неопределенности. Принятие решения в любой момент времени предполагает нахождение нужного баланса между риском, сопряженным с недостаточными действиями, и риском, сопряженным с чрезмерными действиями.**

7.31 **Разработка стратегии осторожного управления рисками предполагает тщательный учет последствий (как экологических, так и экономических), вероятности их наступления и отношения общества к риску.** Весьма вероятно,

РГIII ТДО, раздел 10.4.3



РГIII ТДО, раздел 3.8.1

Рисунок 7-5. Углерод, содержащийся в запасах и ресурсах нефти, газа и угля, сопоставляется с прошлыми выбросами углерода, связанными с использованием ископаемого топлива, за период 1860-1998 годов и с суммарными выбросами углерода, рассчитанными по ряду сценариев СДСВ и сценариев стабилизации ТДО до 2100 года. Данные о нынешних запасах и ресурсах показаны в виде столбиков с левой стороны графика. Нетрадиционные запасы нефти и газа включают битуминозные пески, горючие сланцы, другие виды тяжелой нефти, метан в угольных пластах, газ под давлением в глубокорасположенных геологических пластах, газ в водоносном слое и т.д. Газовые гидраты (клатраты), количество которых, по оценкам, составляет 12 тыс. Гт С, не показаны. Сценарные столбики показывают как исходные сценарии СДСВ, так и сценарии, которые ведут к стабилизации концентрации CO_2 в заданном диапазоне. Следует иметь в виду, что если к 2100 году суммарные выбросы, рассчитанные по сценарию СДСВ, равны или меньше выбросов, рассчитанных по сценариям стабилизации, то это не значит, что эти сценарии ведут к одним и тем же уровням стабилизации.

что такой риск для разных стран будет разным, и, возможно, разным он будет и для различных поколений. В этой связи в данном докладе подтверждается вывод, сделанный в ВДО относительно того, что более полная информация о процессах изменения климата и его воздействий, а также о реагировании общества на эти изменения будет, судя по всему, приобретать большое значение. Если решения, касающиеся политики в области климата на ближайшую перспективу, вырабатываются уже сейчас, то цель стабилизации концентраций все еще находится на стадии полемики. В научной литературе предлагается поэтапное решение, направленное на стабилизацию концентраций парниковых газов. Это также предполагает нахождение нужного баланса между риском, сопряженным с недостаточными действиями, и риском, сопряженным с чрезмерными действиями. В этой связи уместно задать вопрос не о том, "какой должен быть наиболее эффективный курс действий на ближайшие 100 лет", а скорее "какой будет наиболее эффективный курс действий на ближайшую перспективу с учетом ожидаемого изменения климата в долгосрочной перспективе и сопутствующих ему неопределенностей".

РГIII ТДО, разделы 2.5.2 и 8.4

7.32 **Стабилизация атмосферных концентраций будет зависеть от сокращений выбросов ниже уровней, предусмотренных в Киотском протоколе.** Анализы большинства сценариев, разработанных после СДСВ, дают возможность предположить, что для достижения стабилизации на уровне 450 млн.$^{-1}$ по объему может понадобиться произвести сокращение выбросов в период с 2008 по 2012 год в странах, включенных в приложение I, в гораздо большей степени, нежели это предусмотрено обязательствами по Киотскому протоколу. Эти анализы также предполагают, что соблюдение общих обязательств по Киотскому протоколу может соответствовать схемам, позволяющим обеспечить стабилизацию на уровне 550 млн.$^{-1}$ по объему или выше. Другие анализы предполагают более постепенное отклонение от базовых условий выбросов даже в случае 450 млн.$^{-1}$ с дальнейшими резкими сокращениями в последующие периоды действия обязательств. Эта схема подвергается влиянию со стороны факторов инерции системы и прогнозов относительно того, каким образом первоначальные сокращения выбросов в странах, включенных в приложение I, могут воздействовать на величину и масштабы ограничения выбросов в последующие периоды.

7.33 **Смягчение последствий, обусловленных изменением климата, ставит проблему справедливости в отношениях между регионами и между поколениями.**

РГIII ТДО, разделы 1.3, 2.5.2, 8.2.2, 10.2 и 10.4.5

7.34 **Различия в распределении технологических, природных и финансовых ресурсов среди стран и регионов и между поколениями, а также различия в расходах по смягчению последствий представляют собой зачастую ключевые факторы анализа вариантов смягчения последствий, связанных с изменением климата.** Эти обстоятельства также зачастую рассматриваются в ходе полемики вокруг будущего различного вклада стран в работу по смягчению последствий и решению связанного с этим вопроса справедливости[22]. Задача по решению проблемы изменения климата поднимает важный вопрос справедливости, который заключается в определении той степени, в какой воздействия, обусловленные изменением климата, или программные меры по смягчению его последствий сглаживают или усугубляют несправедливость как между странами и регионами, а также внутри их, так и между поколениями. Выводы в отношении этих различных аспектов справедливости включают:

- *справедливость в рамках стран. Большинство исследований показывают, что эффект распределения налога на углерод носит регрессивный характер, если только налоговые поступления не используются либо непосредственно, либо косвенно*

[22] Подходы к справедливости классифицируются на множество категорий, включая категории, в основе которых лежат ассигнования, полученные результаты, процессы, права, обязательства, нищета и возможности, что отражает различные надежды на обеспечение справедливости, используемые для анализа программных процессов и соответствующих им результатов.

в интересах групп с низким уровнем дохода; регрессивный аспект можно полностью или частично компенсировать за счет мер по "рециклированию" поступлений;

- *справедливость между странами и регионами. Проанализированные в настоящем докладе сценарии стабилизации выбросов парниковых газов предполагают, что ограничивают и сокращают свои выбросы парниковых газов в первую очередь развитые страны и страны с переходной экономикой*[23]. Еще один аспект справедливости между странами и регионами заключается в том, что смягчение последствий, обусловленных изменением климата, может сгладить несправедливость, которая была бы усилена в результате воздействий, обусловленных изменением климата (см. вопрос 6);
- *справедливость в отношениях между поколениями. Стабилизация концентраций зависит в большей степени от суммарных, нежели годовых выбросов; сокращения выбросов, произведенные любым поколением, приведут к тому, что нагрузка по сокращению выбросов, которая будет лежать на будущих поколениях, будет меньшей*[24]. Справедливость в отношении между поколениями можно укрепить посредством снижения воздействий, обусловленных изменением климата, путем смягчения этих последствий любым поколением, поскольку это приведет не только к ограничению воздействий, которые должны в первую очередь коснуться тех, у кого меньше всего ресурсов, но и к тому, что будущим поколениям придется выполнять меньшую работу по адаптации к изменениям климата (см. вопрос 6).

[23] Выбросы во всех регионах так или иначе отличаются от базовых условий. Глобальные выбросы отличаются на начальном этапе и в значительной мере в случае более низких уровней стабилизации или более высоких уровней в первоначальных сценариях. Такие сценарии нечетки и не дают информации о том, каким образом эти изменения скажутся на справедливости, каким образом они могут быть достигнуты и кто может нести любые связанные с этим расходы.

[24] Другие аспекты графика сокращения выбросов парниковых газов см. выше.

Вопрос 8

B8

Что известно о взаимодействиях между прогнозируемыми изменениями климата, вызванными антропогенной деятельностью, и другими экологическими вопросами (например такими, как загрязнение воздуха в городах, региональные кислотные отложения, уменьшение биологического разнообразия, истощение стратосферного озона, опустынивание и деградация земельных ресурсов)? Что известно об экологических, социальных и экономических издержках и выгодах этих взаимодействий и их последствиях для интеграции стратегий противодействия изменению климата на справедливой основе в более широкие стратегии устойчивого развития на местном, региональном и глобальном уровнях?

8.1 Ответ на этот вопрос включает два важных элемента. Первый заключается в том, что воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду проявляются в ряде проблем, многие из которых обусловлены общими факторами, связанными с удовлетворением потребностей людей. Второй заключается в том, что между многими из этих проблем – их причинами и последствиями – существуют биогеографические и социально-экономические связи. Поскольку здесь речь идет прежде всего об изменении климата, этот ответ включает оценку существующего понимания взаимосвязей между причинами и последствиями актуальных ключевых проблем в области окружающей среды. К этому добавляется совокупность значительно различающихся в настоящее время подходов к определению политики в отношении этих проблем. Таким образом, этот ответ показывает, как выбор того или иного варианта, связанного с какой-либо проблемой, может оказывать положительное или отрицательное влияние на выбор другого варианта. Такое понимание позволяет применять эффективные комплексные подходы.

8.2 **Местные, региональные и глобальные экологические проблемы иногда переплетаются таким образом, что оказывают совокупное воздействие на устойчивое удовлетворение потребностей людей.**

8.3 **Удовлетворение потребностей людей во многих случаях вызывает деградацию окружающей среды, что, в свою очередь, затрудняет удовлетворение нынешних и будущих потребностей людей.** Общество располагает определенным набором социально-экономических схем развития; однако они могут быть устойчивыми только в том случае, если окружающей среде уделяется должное внимание. Деградация окружающей среды уже очевидна на местном, региональном и глобальном уровнях и проявляется в загрязнении воздуха, нехватке пресной воды, обезлесивании, опустынивании, кислотных осаждениях, уменьшении биологического разнообразия и генетических и видовых изменениях, деградации земельных ресурсов, истощении стратосферного озона и изменении климата. Весьма часто удовлетворение потребностей людей вызывает или усугубляет многие экологические проблемы, которые могут увеличить уязвимость к изменению климата. Например, в целях повышения сельскохозяйственного производства увеличилось применение удобрений, орошения и конверсии лесных массивов в сельскохозяйственные угодья. Такие виды сельскохозяйственной деятельности могут оказывать воздействие на климат Земли в результате выбросов парниковых газов, вести к деградации земельных ресурсов в связи с эрозией и засолением и уменьшать биоразнообразие. В свою очередь, изменение климата может сказаться на удовлетворении потребностей людей. Например, на производительности сельского хозяйства могут отрицательно сказаться изменения масштабов и режима выпадения дождей, а на здоровье людей в городских районах могут оказать влияние приливы жары.

РГI ТДО, разделы 3.4.4.1 и 5.2, РГII ТДО разделы 4.1 и 5.1-2 и РГIII ТДО, разделы 3.6 и 4.2

8.4 **Подобно тому, как в основе различных экологических проблем часто лежат одни и те же движущие силы (экономический рост, широкомасштабный технический прогресс, образ жизни, демографические изменения (численность населения, возрастная структура и миграция) и управленческие структуры), так и решению целого ряда экологических и социально-экономических проблем препятствуют одни и те же барьеры.** Многие из этих барьеров могут препятствовать определению подходов к решению экологических проблем, например:

- повышение спроса на природные ресурсы и энергию;
- рыночные перекосы, включая субсидии, которые обуславливают неэффективное использование ресурсов и действуют в качестве барьера, препятствующего проникновению на рынок экологически безопасных технологий; нечеткое понимание истинной ценности природных ресурсов; неспособность осознать глобальные ценности природных ресурсов на местном уровне и невключение издержек, связанных с деградацией окружающей среды, в рыночную цену того или иного ресурса;

РГIII ТДО, глава 5, СДСВ, глава 3 и СДПТ РП 1.5

- ограниченное наличие и ограниченная передача технологии, неэффективное использование технологий и неадекватные инвестиции в исследования и разработки технологий, ориентированных на будущее;
- неспособность должным образом организовать рациональное использование природных ресурсов и энергии.

8.5 **Многие экологические проблемы, которые традиционно рассматривались раздельно, должны, на самом деле, быть увязаны с изменением климата через общие биохимические и социально-экономические процессы.**

8.6 На рисунке 8-1 показано, как изменение климата взаимосвязано со многими другими экологическими вопросами.

Рисунок 8-1. Климат зависит от геохимических процессов и циклов, обусловленных взаимодействием между соответствующими компонентами окружающей среды, на которые оказывает воздействие антропогенная деятельность. На схеме показаны некоторые из этих вопросов. Для простоты одинарными стрелками с двумя указателями между вопросами показаны некоторые действующие связи. Например, биологические и экологические процессы играют важную роль в формировании климата Земли как на региональном, так и на глобальном уровне посредством регулирования концентрации водяных паров и других парниковых газов, содержание которых в атмосфере увеличивается или сокращается. Изменение климата воздействует на границы, состав и функционирование таких экологических систем, как леса, а изменение структуры и жизнедеятельности лесов влияет на климатическую систему Земли посредством изменения биохимических циклов, в частности круговорота углерода, азота и воды. Существуют и другие связи, такие, как взаимодействие между качеством воздуха и лесами, непосредственные или косвенные кислотные осаждения, которые для упрощения здесь не показаны.

Загрязнение воздуха озоном у поверхности Земли и изменение климата

РГI ТДО, разделы 4.2.3-4

8.7 **Загрязнение воздуха озоном у поверхности Земли и вызывающие его выбросы газов являются важными факторами, способствующими глобальному изменению климата.** Те загрязняющие вещества, которые порождают загрязнение воздуха озоном у поверхности Земли (окислы азота, окись углерода и летучие органические соединения), способствуют также и увеличению глобальной концентрации тропосферного озона, выводя его в разряд третьего наиболее важного вещества, после CO_2 и CH_4, увеличивающего радиационное воздействие (см. рисунок 2-2). В некоторых регионах выбросы веществ, воздействующих на концентрации озона, регулируются региональными природоохранными соглашениями (см. таблицу 8-3) и другими правилами.

РГI ТДО, разделы 4.4.4 и 4.5-6 и РГII ТДО, разделы 7.2.2.3 и 9.6

8.8 **Глобальное изменение климата и повышение уровней тропосферного озона могут обострить проблемы в области загрязнения воздуха в городах.** Прогнозы, основанные на некоторых сценариях СДСВ, показывают повышение уровней тропосферного озона более чем на 40 млрд.$^{-1}$ в большей части средних широт в северном полушарии. Такое увеличение приведет к возрастанию приблизительно в два раза базовых уровней озона в атмосфере над многими городскими агломерациями, значительно ухудшая качество воздуха. Изменение климата может сказаться на метеорологических условиях (региональные температурные показатели, облачный покров и режим ветров у поверхности), влияющих на фотохимические процессы, и на распространенности случаев катастрофического загрязнения. Если повышение температур в целом способствует увеличению количества озона в городских районах, то оценки изменения частоты и интенсивности катастрофических случаев загрязнения еще не производились. Отрицательное воздействие качества воздуха на здоровье людей в городах может усилиться в связи с увеличением приливов жары в результате изменения климата, вызванного антропогенными факторами.

Кислотные осаждения и изменение климата

РГI ТДО, разделы 5.2.2.6, 5.5.3, 6.7 и 6.15, РГII ТДО, разделы 5.6, 5.7.3 и 15.2.4.2 и СДСВ, раздел 3.6.4

8.9 **Сульфат-аэрозоли, образующиеся в результате выбросов серы при сжигании ископаемых видов топлива, способствуют как кислотным осаждениям, так и похолоданию климата.** Кислотные осаждения оказывают неблагоприятное воздействие на земные и водные экосистемы и наносят ущерб здоровью людей и многим видам материалов. Некоторые из таких воздействий могут усиливаться в результате изменения климата (например в виде повышения влажности или температуры). Меры по сокращению выбросов серы предпринимались во многих странах, в результате чего в последние годы в некоторых регионах наблюдалось сокращение сульфатных осаждений (см. таблицу 8-2). Эта ситуация позволила спрогнозировать на основе сценариев СДСВ концентрации сульфат-аэрозолей в будущем ниже уровней, указанных в сценариях ВДО. В свою очередь, это дало основание составить менее отрицательные прогнозы в области радиационного воздействия аэрозолей, следовательно, предположить их более слабое охлаждающее воздействие, компенсирующее потепление, вызванное парниковыми газами.

Истощение стратосферного озона и изменение климата

РГI ТДО, разделы 4.2.2 и 6.4

8.10 **Истощение стратосферного озона ведет к увеличению проникновения биологически активного ультрафиолетового излучения и похолоданию климата.** Истощение озонового слоя привело к увеличению проникновения биологически активного ультрафиолетового излучения, оказывающего вредное воздействие на здоровье людей и животных, на растения и т.д. В течение двух последних десятилетий наблюдаемая убыль стратосферного озона привела к сокращению нисходящего инфракрасного излучения в тропосферу из более низких (и теперь более холодных) слоев стратосферы. Истощение стратосферного озона

изменило также концентрацию тропосферного озона, а это, в результате проникновения большего количества солнечных ультрафиолетовых лучей в тропосферу, привело к более быстрому фотохимическому разрушению CH_4 и, тем самым, к сокращению его радиационного воздействия. Эти явления ведут также к похолоданию климата.

8.11 **Многие галоидуглероды, которые вызывают истощение озонового слоя, имеют также большое значение и как парниковые газы.** Хлорфторуглероды, например, в значительной мере усиливают общее положительное радиационное воздействие, начиная с доиндустриальной эпохи. Отрицательное радиационное воздействие, обусловленное истощением стратосферного озона (как отмечено выше), уменьшает его концентрацию примерно наполовину. Монреальский протокол направлен на прекращение действия обоих этих факторов, усиливающих радиационное воздействие. Однако один класс заменителей запрещенных в настоящее время хлорфторуглеродов составляют именно гидрофторуглероды, которые входят в число парниковых газов, указанных в Киотском протоколе. Эта накладка может в перспективе привести к конфликту между целями этих двух протоколов.

РГI ТДО, разделы 4.2.2 и 3.3

8.12 **Изменение климата будет оказывать влияние на температурные режимы и режимы ветров в стратосфере, что, возможно, приведет к дальнейшему истощению стратосферного озона под воздействием хлорфторуглерода в последующие 50 лет.** Повышение уровня концентрации парниковых газов в стратосфере ведет, в целом, к понижению ее температуры, что влечет за собой изменения в химических процессах в стратосфере. В соответствии с прогнозами, основанными на некоторых исследованиях, существующие темпы изменения климата приведут к значительному увеличению степени истощения стратосферного озонового слоя в районе Арктики в течение последующего десятилетия, прежде чем произойдет существенное снижение концентраций хлорфторуглеродов. Несмотря на то, что существование многих механизмов взаимодействия между климатом и озоновым слоем сегодня установлено, согласованные количественные характеристики этого явления еще не определены.

РГI ТДО, разделы 4.5, 6.4 и 7.2.4.2

Биоразнообразие, сельское и лесное хозяйство и изменение климата

8.13 **Изменения земных и морских экосистем тесно связаны с изменениями климата *и наоборот*.** Изменения климата и атмосферных концентраций CO_2 вызывают изменения в биологическом разнообразии и функционировании некоторых экосистем. В свою очередь, изменения экосистем влияют на обмен парниковых газов (например CO_2, CH_4 и N_2O) в системе "поверхность–атмосфера" и водный и энергетический обмен, а также изменяют альбедо поверхности Земли. Поэтому для оценки будущего состояния атмосферы и естественных систем и их биоразнообразия необходимо понять эти комплексные воздействия и обратные связи.

РГI ТДО, раздел 4.5.3

8.14 **Естественные климатические колебания иллюстрируют воздействие изменения климата на естественные и регулируемые экосистемы.** Последствия наводнений, засух и приливов жары оставили след в истории человечества. Кроме того, процессы потепления, связанные с явлением Эль-Ниньо, показывают, что изменение климатического режима оказывает неблагоприятное воздействие на рыб, морских млекопитающих и прибрежное и морское биоразнообразие. На прибрежные экосистемы, такие, как коралловые рифы, соляные марши и мангровые заросли воздействует повышение уровня моря и температуры воды в океанах, увеличение концентрации CO_2 и изменение частоты и интенсивности штормов. В таблице 8-1 указаны основные последствия изменения климата для естественных экосистем на региональном уровне.

РГII ТДО, главы 5 и 6

8.15 **Изменение климата является лишь одним из многих стрессовых воздействий на регулируемые и нерегулируемые экосистемы.** Изменения в землепользовании, потребности в ресурсах, осаждения питательных веществ и загрязнителей, продуктивность

РГII ТДО, главы 5 и 6, и РГIII ТДО, разделы 4.1-2

Таблица 8-1	Примеры наблюдаемых и прогнозируемых воздействий изменения климата на естественные экосистемы, биоразнообразие и наличие продовольствия на региональном уровне.	
Регион	***Воздействия***	***Ссылка на раздел в РГII ТДО***
Африка	Необратимый процесс уменьшения биоразнообразия может ускориться по мере изменения климата. Прогнозируется существенное вымирание видов растений и животных, что окажет определенное воздействие на средства существования в сельских районах, туризм и генетические ресурсы (*средний доверительный уровень*).	ТР 5.1.3 и раздел 10.2.3.2
Азия	Сокращение сельскохозяйственного производства и аквакультуры в результате температурного и водного стрессов, повышения уровня моря, увеличения масштабов наводнений и засух, а также тропических циклонов может снизить продовольственную безопасность во многих странах Азии, находящихся в районах засушливого, тропического и умеренного климата; сельскохозяйственное производство может расшириться и увеличиться в северных регионах (*средний доверительный уровень*). Изменение климата может увеличить угрозу для биоразнообразия в результате изменения методов землепользования и характера покрова суши и демографической нагрузки (*средний доверительный уровень*). Повышение уровня моря может создать риск для экологической безопасности экосистем, включая мангровые заросли и коралловые рифы (*высокий доверительный уровень*).	ТР 5.2.1-2 и разделы 11.2.1-2
Австралия и Новая Зеландия	Потепление на 1°C может создать угрозу для выживания видов, тепловая толерантность которых приближается в настоящее время к верхнему пределу их температурного диапазона, особенно на границах горных зон. Некоторые виды, существующие в ограниченных климатических нишах и неспособные мигрировать в связи с расчисткой земель, различиями в характере почвы или топографическими особенностями, могут оказаться на грани вымирания или даже вымереть (*высокий доверительный уровень*). Экосистемы Австралии, которые особенно уязвимы к изменению климата, включают коралловые рифы, засушливые и полузасушливые ареалы обитания в юго-западной и внутренней части Австралии, а также австралийские горные системы. Уязвимыми являются пресноводные болота в прибрежных зонах в Австралии и Новой Зеландии, а некоторые экосистемы Новой Зеландии уязвимы к ускоренной инвазии сорняков.	ТР 5.3.2 и разделы 12.4.4-5 и 12.4.7
Европа	Естественные экосистемы изменятся в результате повышения температуры и увеличения концентрации CO_2 в атмосфере. Разнообразие природных заповедников находится под угрозой быстрого изменения. Сокращение крупных ареалов обитания (водно-болотистые угодья, тундра и изолированные ареалы обитания) может поставить некоторые виды под угрозу вымирания, включая редкие/эндемические виды и перелетных птиц. В северной Европе проявятся некоторые, в целом положительные, воздействия на сельское хозяйство (*средний доверительный уровень*); сократится сельскохозяйственное производство в южной и восточной Европе (*средний доверительный уровень*).	ТР 5.4.2-3 и разделы 13.2.1.4, 13.2.2.1, 13.2.2.3-5 и 13.2.3.1
Латинская Америка	Латинская Америка, как хорошо известно, является одним из регионов с наибольшей на Земле концентрацией биоразнообразия, поэтому воздействие, вызванное изменением климата, может, как ожидается, увеличить риск уменьшения биоразнообразия (*высокий доверительный уровень*). Прогнозируется уменьшение урожайности важных сельскохозяйственных культур во многих районах, даже с учетом воздействия CO_2; в некоторых районах под угрозой могут оказаться натуральные фермерские хозяйства (*высокий доверительный уровень*).	ТР 5.5.2 и 5.5.4 и разделы 14.2.1-2
Северная Америка	Данные со всей очевидностью свидетельствуют о том, что изменение климата может привести к потере определенных типов экосистем (например высокогорные зоны и специфические прибрежные приливно-отливные зоны (соляные марши и внутренние луга-"котловины") (*высокий доверительный уровень*). На некоторых сельскохозяйственных культурах может благоприятно сказаться умеренное потепление, сопровождаемое повышением концентрации CO_2, но этот эффект может воздействовать на сельскохозяйственные культуры и проявляться в различных районах по-разному (*высокий доверительный уровень*), включая сокращение сельскохозяйственного производства в результате засухи в некоторых районах канадских прерий и Великих равнин в США, потенциальное увеличение производства продовольствия в районах Канады, расположенных севернее нынешних сельскохозяйственных районов, и повышение продуктивности смешанных лесов в зонах теплого умеренного климата (*средний доверительный уровень*). Однако благоприятные условия для сельскохозяйственных культур будут ухудшаться все более быстрыми темпами, и, возможно, полностью сойдут на нет по мере дальнейшего потепления (*средний доверительный уровень*). Такие уникальные естественные экосистемы, как заболоченные луга, горная тундра и холодноводные экосистемы, окажутся под угрозой исчезновения, а их эффективная адаптация представляется маловероятной (*средний доверительный уровень*).	ТР 5.6.4-5 и разделы 15.2.2-3
Арктика	Арктика является чрезвычайно уязвимой к изменению климата; как ожидается, основные физические, экологические и экономические воздействия проявятся здесь быстро.	ТР 5.7 и разделы 16.2.7-8

➔

3.1 В качестве сценариев выбросов парниковых газов, используемых для расчета прогнозов климата в ТДО, использованы сценарии, содержащиеся в Специальном докладе МГЭИК «Сценарии выбросов» (см. вставку 3-1). Поскольку сценарии СДСВ были разработаны совсем незадолго до подготовки ТДО к печати, включить оценки воздействия, основанные на этих сценариях, не удалось. В этой связи оценки воздействий в ТДО рассчитаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например 2xCO_2), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). Поэтому задача поиска ответа на этот вопрос заключается в апробировании и отображении этих результатов воздействия в сравнении с результатами изменения климата, рассчитанных с использованием сценариев СДСВ. Это предполагает необходимость применения различных вариантов аппроксимации, в связи с чем можно сделать лишь выводы на качественном уровне. Прогнозирование тенденций в области изменчивости климата, экстремальных явлений и внезапных/нелинейных изменений изложено в Вопросе 4.

Вставка 3-1	Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей, обусловленные антропогенной деятельностью, приведут к такому изменению состава атмосферы, которое, как предполагается, должно воздействовать на климат.

Изменение климата обусловлено внутренней изменчивостью климатической системы и действием внешних факторов (как естественных, так и антропогенных). Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей определяются такими движущими факторами, как демографическая структура, социально-экономическое развитие и технический прогресс, и в этой связи характеризуются существенной неопределенностью. Сценарии представляют собой альтернативное отображение вероятных вариантов изменения ситуации в будущем и являются подходящим инструментом анализа возможного воздействия в будущем движущих факторов на последствия выбросов и оценки связанных с этим неопределенностей. Сценарии СДСВ, разработанные в порядке обновления серии сценариев IS92, состоят из шести сценарных групп, основанных на описательных сюжетных линиях, которые построены с учетом широкого спектра этих движущих факторов (см. рисунок 3-1). Они включают четыре комбинации изменения демографической структуры, социально-экономического развития и масштабных технологических изменений (A1B, A2, B1, B2). Две другие сценарные группы A1FI, A1T разработаны для непосредственного анализа альтернативных технологических изменений в области энергетики применительно к сценарию A1B (см. рисунок 3-1a). Итоговые выбросы парниковых газов CO_2, CH_4 и N_2O, наряду с выбросами SO_2, которые ведут к образованию сульфат-аэрозолей, показаны на рисунках 3-1b – 3-1e; важное значение имеют также другие газы и твердые частицы. Эти выбросы приводят к изменению концентраций этих газов и аэрозолей в атмосфере. Изменения концентраций, рассчитанные на основе сценариев СДСВ, показаны на рисунках 3-1f – 3-1i. Следует иметь в виду, что в случае газов, которые сохраняются в атмосфере в течение длительного периода, например CO_2, показанных на графике (f), их атмосферная концентрация реагирует на изменение уровня выбросов относительно слабо (см., например, рисунок 5-3). Что касается быстро распадающихся газов и аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, показанных на графике (i), то их атмосферная концентрация изменяется гораздо быстрее. Воздействие изменений концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере на климатическую систему можно, в общем и целом, сопоставить с использованием концепции радиационного воздействия, которое является своеобразной мерой воздействия, оказываемого тем или иным фактором на изменение баланса поступающей и отходящей энергии в системе “Земля-атмосфера”. Позитивное радиационное воздействие, которое, например, возникает в результате повышения концентрации парниковых газов, приводит, как правило, к повышению температуры поверхности; и напротив, негативное радиационное воздействие, которое может возникнуть в результате увеличения концентраций некоторых видов аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, приводит, как правило, к снижению температуры поверхности. Радиационное воздействие, обусловленное повышением концентраций, отображенных на графиках (f) – (i), показано на графике (j). Следует иметь в виду, что, как и в случае сценариев IS92, все комбинации выбросов парниковых газов и аэрозолей в сценариях СДСВ приводят к повышению радиационного воздействия.

РГI ТДО, главы 3, 4, 5 и 6

3.2 **Согласно прогнозам, полученным на основе всех сценариев выбросов МГЭИК, концентрации диоксида углерода, средняя температура поверхности Земли в глобальном масштабе и уровень моря должны в XXI веке увеличиться.**

3.3 **Для всех сценариев выбросов СДСВ атмосферная концентрация CO_2 должна увеличиться.** Для шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ

РГI ТДО, раздел 3.7.3.3

прогнозируемая концентрация CO_2 – основного парникового газа антропогенного происхождения – в 2100 году составит 540-970 млн.$^{-1}$ против приблизительно 280 млн.$^{-1}$ в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368 млн.$^{-1}$ в 2000 году (см. рисунок 3-1f). В эти прогнозы включены обратная реакция системы "суша-океан" на изменение климата. Различные социально-экономические допущения (демографические, социальные, экономические и технологические) дают различные уровни выбросов парниковых газов и аэрозолей в будущем. Дальнейшие факторы неопределенности, прежде всего касающиеся устойчивости нынешних процессов абсорбции (поглотителей углерода) и масштабов воздействия климата на земную биосферу, обуславливают колебания концентрации в 2100 году в пределах от –10 до +30% по каждому сценарию. В этой связи общие пределы составляют 490-1260 млн.$^{-1}$ (75-350% по сравнению с концентрацией 1750 года (в доиндустриальную эпоху)).

3.4 **Концентрации основных парниковых газов, кроме CO_2, в 2100 году прогнозируются в широком диапазоне по всем шести иллюстративным сценариям СДСВ.** В большинстве случаев в соответствии с A1B, A1T и B1 прогнозируются минимальные увеличения, а в соответствии с A1F1 и A2 – максимальные (см. рисунки 3-1g и 3-1h).

РГI ТДО, раздел 4.4.5 и РГI ТДО, вставка 9-1

3.5 **Сценарии СДСВ включают возможность либо повышения, либо снижения концентрации аэрозолей антропогенного происхождения в зависимости от масштабов использования ископаемых видов топлива и программ в области сокращения выбросов загрязняющих веществ.** Как видно из рисунка 3-1i, концентрации сульфат-аэрозолей должны, согласно прогнозам, рассчитанным с применением всех шести иллюстративных сценариев СДСВ, упасть к 2100 году ниже нынешних уровней. Это приведет к некоторому потеплению по сравнению с нашим временем. Кроме того, концентрации аэрозолей естественного происхождения (например морская соль, пыль и выбросы, ведущие к образованию сульфат – и углерод-аэрозолей) должны, по прогнозам, в результате изменения климата повыситься.

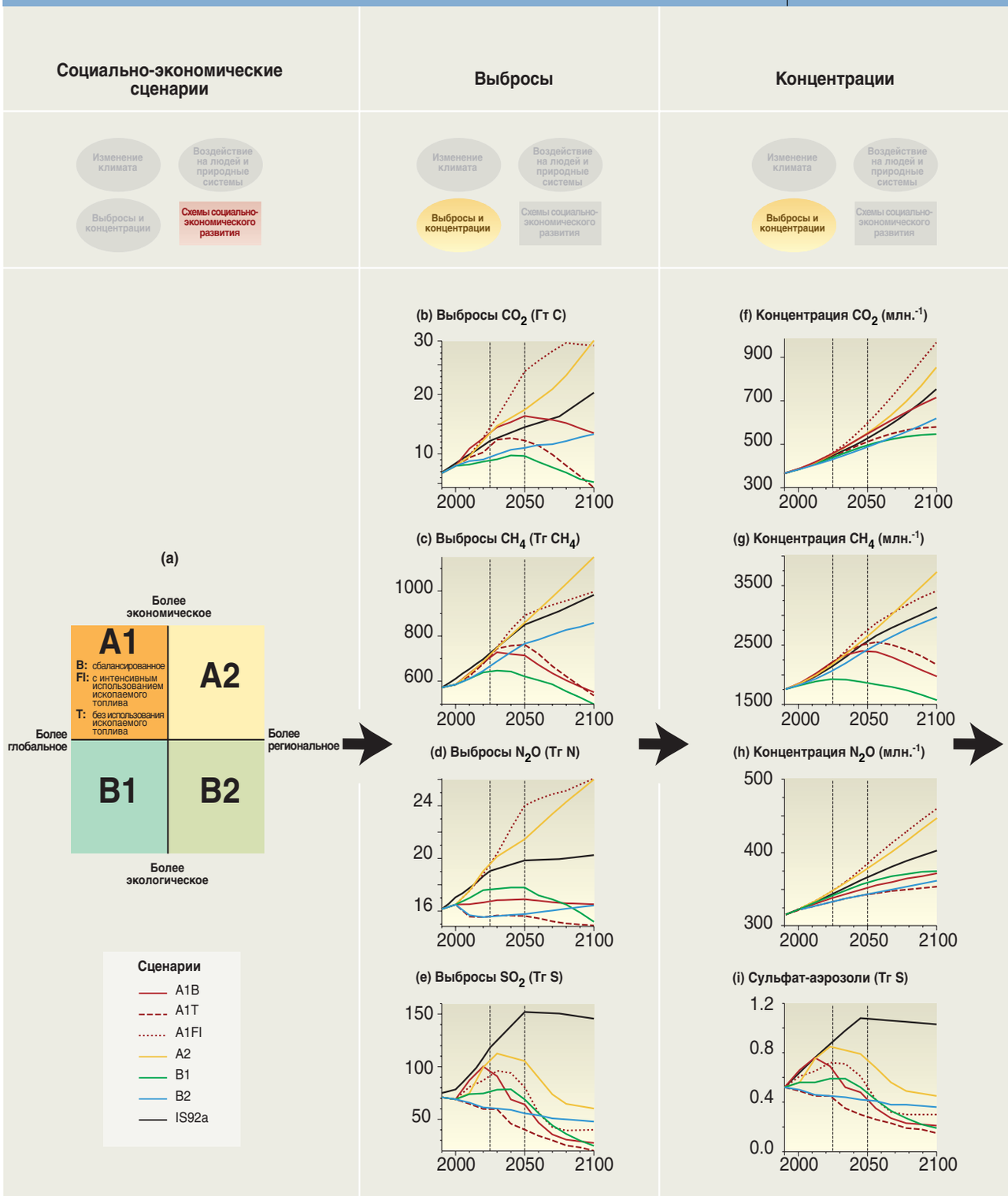
РГI ТДО, раздел 5.5 и СДСВ, раздел 3.6.4

3.6 **Средняя температура поверхности Земли, по прогнозам, должна увеличиться в период с 1990 по 2100 год на 1,4-5,8°C (см. рисунок 3-1k). Это приблизительно в 2-10 раз выше средней величины потепления, наблюдавшегося в течение XX века, причем прогнозируемые темпы потепления вполне могут оказаться, если исходить из палеоклиматических данных, самыми высокими, по крайней мере, за последние 10 000 лет (см. рисунок 9-1).** В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое увеличение составит 0,4-1,1°C и 0,8-2,6°C соответственно. Эти результаты рассчитаны для всей совокупности, включающей 35 сценариев СДСВ, на основе целого ряда климатических

РГI ТДО, раздел 9.3.3

Рисунок 3-1. Различные социально-экономические допущения, на которых строятся сценарии СДСВ, обуславливают различные уровни будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей. Эти выбросы в свою очередь приводят к изменению концентрации этих газов и аэрозолей в атмосфере и, как следствие, к изменению радиационного внешнего воздействия на климатическую систему. Радиационное воздействие, предусмотренное в сценариях СДСВ, обуславливает прогнозируемое повышение температуры и уровня моря, что в свою очередь вызывает соответствующие воздействия. Сценарии СДСВ построены без учета дополнительных инициатив, связанных с изменением климата, и без указания степени вероятности наступления тех или иных событий. Поскольку сценарии СДСВ были получены практически накануне подготовки ТДО, приведенные здесь оценки воздействий разработаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например 2xCO_2), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). В свою очередь воздействие может сказаться на схемах социально-экономического развития в результате, например, принятия мер по адаптации и смягчению последствий. Выделенные элементы в верхней части рисунка иллюстрируют взаимосвязь между различными аспектами и комплексной схемой оценки, используемой для анализа изменения климата (см. рисунок 1-1).

РГI ТДО, рисунки 3.12, 4.14, 5.13, 9.13, 9.14 и 11.12, РГII ТДО, рисунки 19-7, и СДСВ, рисунки РП-2, РП-5, РП-6, и ТР-10



A1FI, A1T и A1B

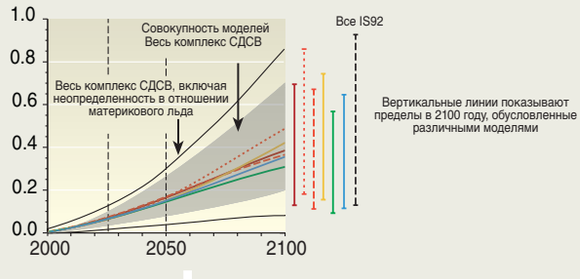
Группа сценариев и сюжетных линий развития A1 описывает будущий мир, характеризующийся весьма быстрыми темпами экономического роста, численностью глобального населения, пик которого приходится на середину столетия и которое затем постепенно сокращается, и быстрыми темпами внедрения новых и более эффективных технологий. Основными направлениями является сглаживание различий между регионами, создание потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей, а также существенное сокращение региональных различий в доходе на душу населения. Группа сценариев A1 подразделяется на три подгруппы, которые описывают альтернативные направления технологических изменений в системе энергетики. Эти подгруппы отличаются друг от друга технологической направленностью: интенсивное использование ископаемых видов энергии (A1FI), использование источников энергии, помимо ископаемых видов топлива (A1T), или сбалансированное использование всех источников (A1B) (где сбалансированность определяется как не слишком интенсивное использование какого-либо одного конкретного источника энергии при условии, что работа по совершенствованию всех технологий энергоснабжения и конечного использования проводится в одинаковой степени).

Внешнее радиационное воздействие

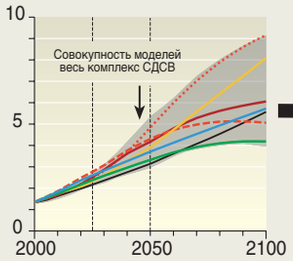
Изменение температуры и уровня моря

Причины для беспокойства

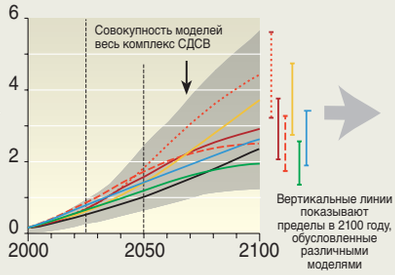
(l) Повышение уровня моря (м)



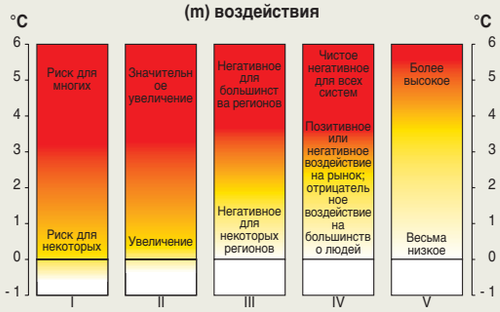
(j) Радиационное внешнее воздействие (Втм$^{-2}$)



(k) Изменение температуры (°C)



Причины для беспокойства (m) воздействия



I Риск для уникальных систем и систем, находящихся под угрозой
II Риск в результате экстремальных климатических явлений
III Распределение воздействий
IV Совокупное воздействие
V Риск в результате будущих крупномасштабных нарушений

Сценарии

- A1B
- A1T
- A1FI
- A2
- B1
- B2
- IS92a

A2

Группа сценариев и сюжетных линий A2 описывает весьма разнообразные условия в мире. Основной момент заключается в опоре на собственные силы и сохранении местной самобытности. Коэффициенты рождаемости по регионам выравниваются очень медленно, что приводит к постоянному росту численности населения. Экономическое развитие ориентировано в первую очередь на уровне регионов, а экономический рост и технический прогресс в расчете на душу населения носит более разобщенный и медленный характер, нежели в случае других сюжетных линий.

B1

Группа сценариев и сюжетных линий B1 описывает условия развития мира с выравниванием характеристик при том же общем количестве населения, что и в случае сюжетной линии A1, пик роста которого приходится на середину столетия с последующим снижением, однако в условиях более быстрого изменения экономических структур в сторону экономики, ориентированной на обслуживание и информационные технологии, а также сокращение материалоемкости и внедрения чистых и ресурсоэффективных технологий. Акцент в этой группе сценариев сделан на глобальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости, включая укрепление справедливости, но без дополнительных инициатив, связанных с изменением климата.

B2

Группа сценариев и сюжетных линий B2 описывает условия развития мира, в котором акцент сделан на локальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно растущей численностью общего населения Земли, темпы которого ниже, чем в случае A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрым и более разнообразным техническим прогрессом, чем в случае сюжетных линий B1 и A1. Хотя этот сценарий также ориентирован на защиту окружающей среды и повышение социальной справедливости, он, тем не менее, ограничивается главным образом местным и региональным уровнями.

моделей[4]. По этим прогнозам, повышение температуры будет более существенным по сравнению с прогнозами, содержащимися в ВДО, в соответствии с которыми оно должно составлять, согласно шести сценариям IS92, 1-3,5°C. Более высокие прогнозируемые температуры и более широкий диапазон обусловлены в первую очередь более низкими прогнозируемыми выбросами CO_2 в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92 в силу структурных изменений в системе энергетики и мер по снижению загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях.

РГI ТДО, раздел 9.3.3

3.7 **К 2100 году диапазон изменения температуры поверхности, согласно различным климатическим моделям для одного и того же сценария выбросов, сопоставим с диапазоном, рассчитанным на основе различных сценариев выбросов СДСВ для одной климатической модели.** Из рисунка 3-1 видно, что сценарии СДСВ, предусматривающие самые высокие уровни выбросов, предполагают самое большое прогнозируемое повышение температуры. Дополнительные неопределенности порождаются неопределенностями, связанными с радиационным воздействием. Наибольшая неопределенность с точки зрения радиационного воздействия обусловлена сульфат-аэрозолями.

РГI ТДО, раздел 9.3.1

3.8 **Глобальный среднегодовой уровень осадков в XXI веке должен, по прогнозам, увеличиться.** Глобальная средняя концентрация водяных паров и уровень испарения также, по прогнозам, должны увеличиться.

РГI ТДО, раздел 11.5.1

3.9 **Глобальный средний уровень моря в период с 1990 по 2100 год должен, по прогнозам, повыситься в пределах 0,09-0,88 м, согласно всем сценариям СДСВ (см. рисунок 3-1l).** В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое повышение составит 0,03-0,14 м и 0,05-0,32 м соответственно. Это обусловлено в первую очередь тепловым расширением океанов и таянием ледников и ледяных шапок. Диапазон повышения уровня моря, рассчитанный на основе сценариев IS92, который указан в ВДО, составляет 0,13-0,94 метра. Несмотря на более высокое прогнозируемое повышение температуры в этой оценке, прогнозируемое повышение уровня моря несколько меньше, что обусловлено в первую очередь использованием более совершенных моделей, предполагающих менее выраженное влияние на эти явления ледников и ледяных шапок.

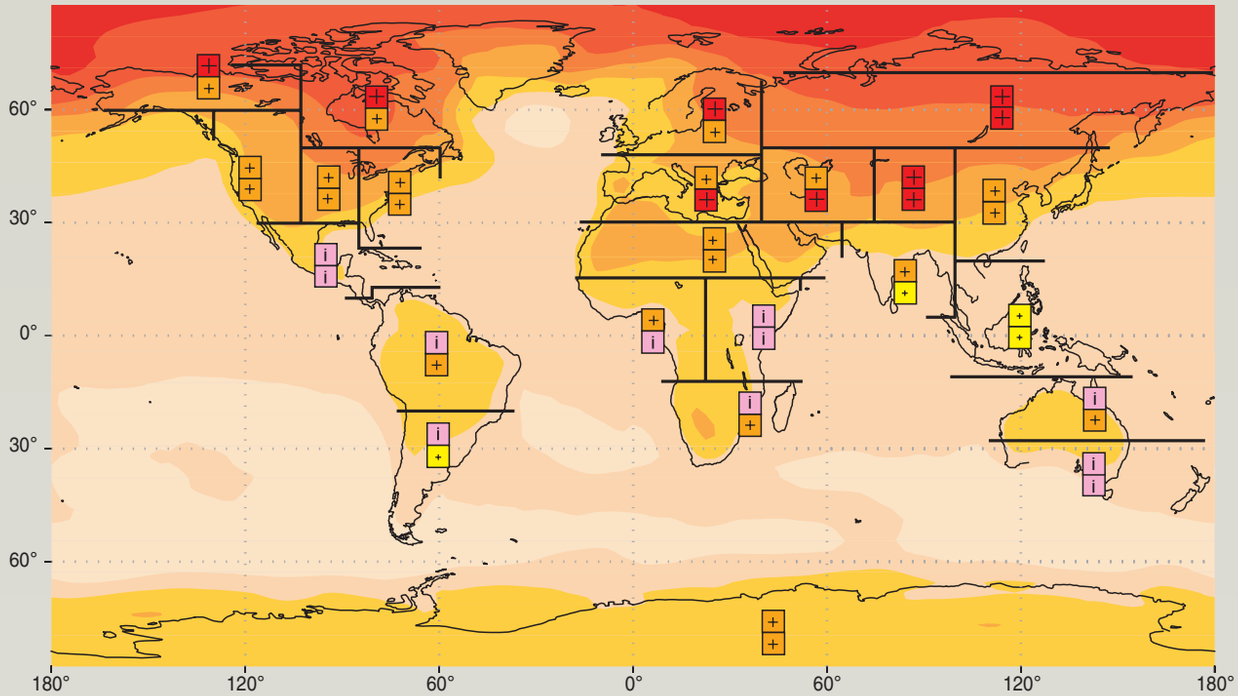
РГI ТДО, рисунки 9.10d и 9.10e, РГI ТДО, вставка 10.1 (рисунок 1)

Рисунок 3-2. Среднегодовое изменение температуры (показано с помощью цветового затенения фона) для: (a) сценария A2 СДСВ и (b) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961-1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогона AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного потепления по регионам (т.е. потепление по отношению к среднему глобальному потеплению, рассчитанному для каждой модели) для одних и тех же сценариев. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов потепления: согласованность расчетов потепления, превышающего на 40% глобальный среднегодовой показатель (*гораздо выше среднего уровня потепления*); согласованность расчетов потепления, превышающего глобальный среднегодовой показатель (*выше среднего показателя потепления*); согласованность расчетов потепления, меньшего чем глобальный среднегодовой показатель (*ниже среднего уровня потепления*); или несоответствие расчетов масштаба относительного регионального потепления, рассчитанного с помощью различных моделей (*масштабы потепления не соответствуют*). Предусмотрена также соответствующая категория согласованности расчетов похолодания (эта категория не проявилась ни в одном из случаев). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей. В моделях использовались следующие диапазоны глобального среднегодового потепления: 1,2-4,5°C для A2 и 0,9-3,4°C для B2, в связи с чем региональное повышение на 40% вписывается в следующие диапазоны потепления: 1,7-6,3°C для A2 и 1,3-4,7°C для B2.

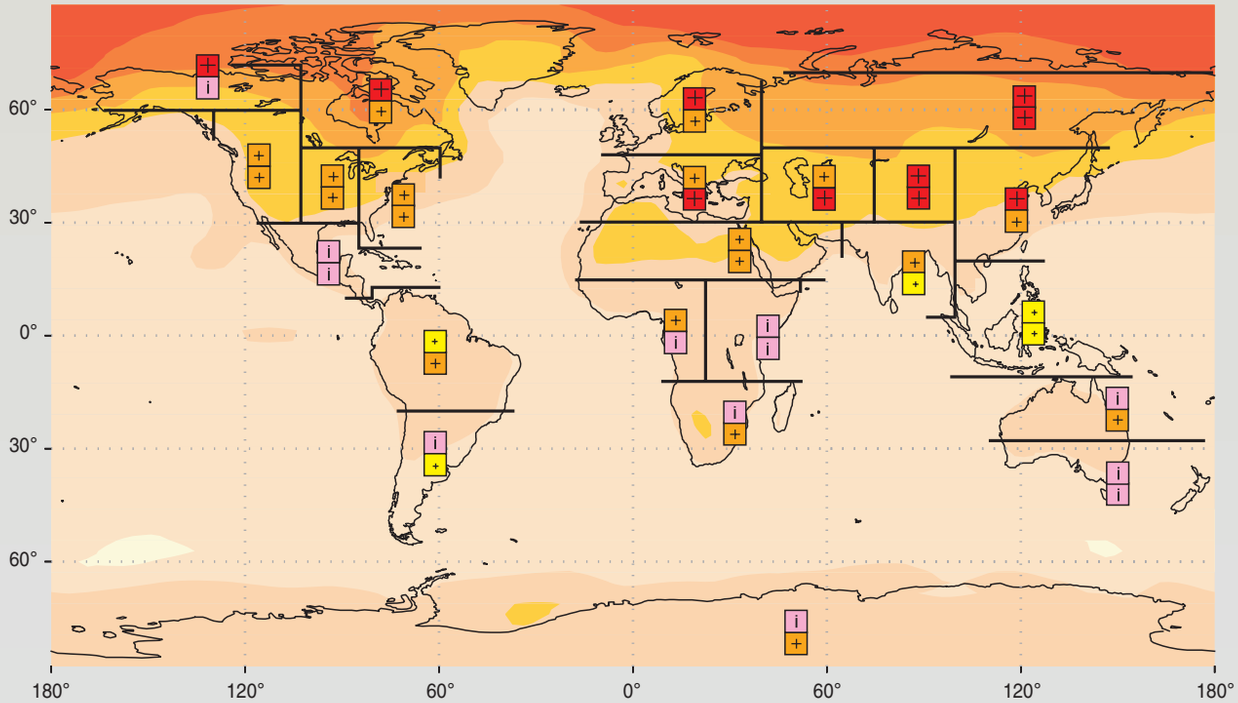
[4] Основным инструментом прогнозирования будущего изменения климата являются сложные климатические модели, построенные на физических параметрах. Для анализа тенденций с использованием всей совокупности сценариев они дополняются простыми климатическими моделями, откалиброванными таким образом, чтобы получить ту же реакцию в плане повышения температуры и уровня моря, что и в случае сложных климатических моделей. Эти прогнозы рассчитываются с использованием простой климатической модели, в которой чувствительность климата и поглощение тепла океаном откалиброваны по каждой из семи сложных климатических моделей. Чувствительность климата, заложенная в простой модели, варьируется в пределах от 1,7 до 4,2°C, что сопоставимо с общепринятым диапазоном 1,5-4,5°C. В случае расчетов с использованием модели общей циркуляции в системе "атмосфера-океан" (AOGCM) на конец XXI века (2071–2100 годы) по сравнению с периодом 1961-1990 годов среднее потепление по сценарию СДСВ A2 составляет 3°C с разбросом в диапазоне от 1,3 до 4,5°C, а для сценария СДСВ B2 среднее потепление составляет 2,2°C с разбросом в диапазоне от 0,9 до 3,4°C.

Изменение температуры по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



b) Сценарий B2



Изменение температуры по отношению к среднему глобальному показателю, рассчитанному с помощью модели

- Гораздо выше среднего уровня потепления
- Выше среднего уровня потепления
- Ниже среднего уровня потепления
- Масштабы потепления не соответствуют
- Похолодание

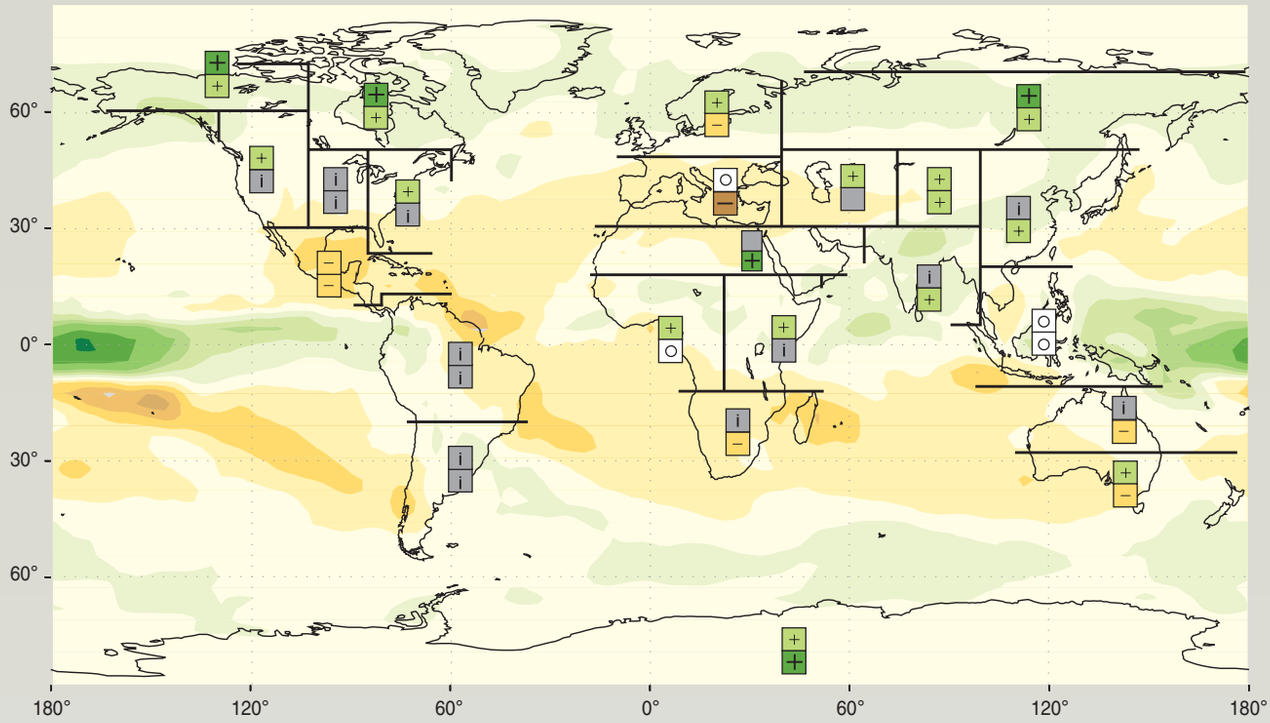
Изменение глобальной средней температуры (в °C)

- 2 - 1 0 1 2 3 4 5 6 8 10 12

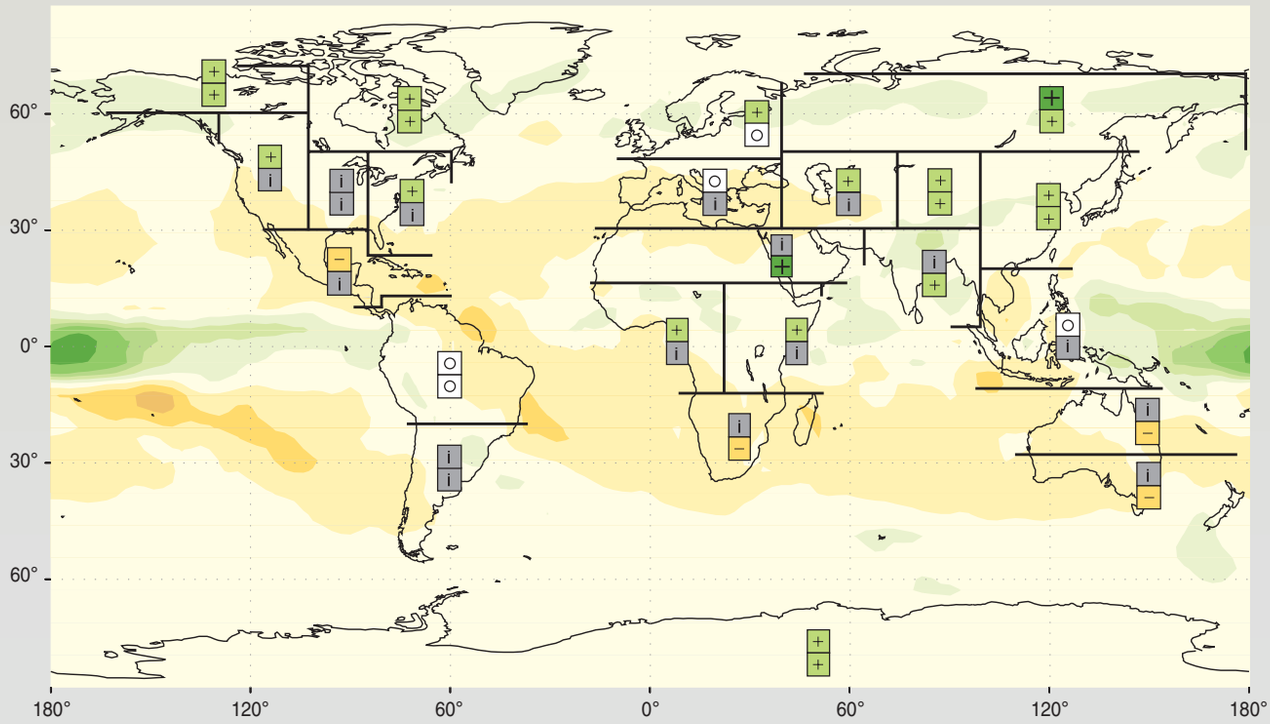
- декабрь-январь-февраль
- июнь-июль-август

Изменение уровня осадков по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



b) Сценарий B2



Изменение уровня осадков

- Значительное повышение
- Небольшое повышение
- Без изменений
- Небольшое снижение
- Значительное снижение
- Знак несоответствия

Изменение глобального среднего уровня осадков (мм день$^{-1}$)

- 1 | - 0.75 | - 0.50 | - 0.25 | 0 | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1 | 1.5 | 2 | 3

- декабрь-январь-февраль
- июнь-июль-август

3.10 **По прогнозам, изменение климата и уровня моря будет варьироваться, по сравнению с глобальным средним изменением, в существенных пределах в зависимости от региона.**

3.11 **Весьма вероятно, что температура практически всех материковых районов будет повышаться быстрее, нежели в среднем по земному шару, особенно в зимнее время в районах, расположенных в высоких широтах северного полушария.** Наиболее заметным в этом плане будет потепление в северных районах Северной Америки и в северных и центральных районах Азии, которое будет превосходить глобальное среднее потепление, в соответствии с каждой моделью, более чем на 40%. Напротив, в южной и юго-восточной части Азии в летнее время и в южной части Южной Америки в зимнее время оно будет меньшим по сравнению с глобальным средним уровнем (см. рисунок 3-2).

РГI ТДО, раздел 10.3.2

3.12 **В региональном масштабе прогнозируется как увеличение, так и уменьшение уровня осадков, в общем и целом, на 5-20%.** Вполне вероятно, что уровень осадков увеличится в регионах, расположенных в высоких широтах, как в летнее, так и в зимнее время. Увеличение также прогнозируется в средних широтах северного полушария, тропической Африке и Антарктике в зимнее время и в южной и восточной части Азии в летнее время. Что касается Австралии, Центральной Америки и южной части Африки, то, по прогнозам, уровень осадков в зимнее время в виде дождя будет постоянно снижаться. Вполне вероятно, что в большинстве районов, в которых прогнозируется увеличение среднего уровня осадков, будут наблюдаться более широкие годовые колебания в режиме осадков (см. рисунок 3-3).

РГI ТДО, раздел 10.3.2

3.13 **По сравнению с прогнозируемым глобальным средним повышением уровня моря, этот показатель в разных регионах будет варьироваться, согласно прогнозам, в существенных пределах, поскольку уровень моря на береговой линии определяется многими факторами (см. рисунок 3-4).** Доверительный уровень распределения изменений в уровне моря по регионам, рассчитанный с помощью сложных моделей, низок, поскольку результаты, полученные на разных моделях, весьма неоднозначны, хотя практически все модели указывают на то, что повышение уровня океана в районе Арктики будет выше среднего, а в южном полушарии – ниже среднего.

РГI ТДО, раздел 11.5.2

Ледники и ледовые шапки, по прогнозам, будут постоянно отступать в течение всего XXI века. Снежный покров, вечная мерзлота и площадь морских льдов в северном полушарии будут, согласно прогнозам, сокращаться и впредь. Предполагается, что антарктический ледяной покров будет увеличиваться в результате более сильных осадков, в то время как ледяной покров Гренландии будет, скорее всего, уменьшаться в силу того, что темпы увеличения стока будут превышать темпы увеличения осадков. Проблемы, изложенные по поводу стабильности ледникового покрова в Западной Антарктике, рассматриваются в вопросе 4.

РГI ТДО, раздел 11.5.4

Рисунок 3-3. Среднегодовое изменение режима осадков (показано с помощью цветового затенения фона) для: (a) сценария A2 СДСВ и (b) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961-1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогона AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного изменения режима осадков по регионам. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов: согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (*значительное повышение*), согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению в пределах от 5 до 20% (*небольшое повышение*), согласованность расчетов изменения в пределах от –5 до +5% или согласованность расчетов по отношению к среднему изменению в пределах от –5 до +5% (*изменений нет*), согласованность расчетов снижения в пределах от 5 до 20% (*небольшое снижение*), согласованность расчетов снижения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (*значительное снижение*) или несоответствие расчетов (*знак несоответствия*). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей.

РГI ТДО, вставка 10.2 (рисунок 2)

3.15 **Прогнозируемое изменение климата будет оказывать как благотворное, так и отрицательное экологическое и социально-экономическое воздействие, однако чем больше будут изменения и темпы изменения климата, тем сильнее будут проявляться отрицательные последствия.**

3.16 **Последствия изменения климата будут проявляться тем сильнее, чем больше будут суммарные выбросы парниковых газов (*средний доверительный уровень*).** Изменение климата может иметь как благотворные, так и отрицательные последствия, однако отрицательные последствия будут, согласно прогнозам, превалировать во многих районах мира. Различные последствия изменения климата сопряжены с рисками, которые повышаются с увеличением глобальной средней температуры. Многие из этих рисков сгруппированы по пяти группам причин для беспокойства: опасности, которым подвергаются виды, находящиеся под угрозой исчезновения, и уникальные системы; ущерб, обусловленный экстремальными климатическими явлениями; последствия, которые сказываются наиболее сильно на развивающихся странах и беднейших слоях населения внутри стран; глобальные совокупные воздействия и крупномасштабные явления со значительными последствиями (см. вставку 3-2 и рисунок 3-1). Ниже кратко изложены последствия изменения климата для здоровья людей, экосистем, производства продовольственных товаров, водных ресурсов, небольших островных и низинных прибрежных районов и совокупной рыночной деятельности. Однако следует иметь в виду, что в большинстве из этих исследований будущие изменения частотности или интенсивности экстремальных явлений не учитывались (см. также вопрос 4).

РГII ТДО, разделы 1.2, 19.3, 19.5 и 19.8

Рисунок 3-4. В условиях глобальной окружающей среды уровень моря на береговой линии определяется многими факторами, которые действуют в широком диапазоне временных шкал: от нескольких часов (приливы и отливы) до нескольких миллионов лет (изменение бассейна океана в результате тектонических явлений и осаждения). В диапазоне временных шкал от нескольких десятилетий до нескольких столетий некоторые из крупнейших видов воздействия на средний уровень моря связаны с климатом и процессами его изменения.

РГI ТДО, вставка ТР-2

Вставка 3-2 Увеличение степени рисков, сопряженных с изменением климата, по мере повышения температуры.

- *Уникальные системы и системы, находящиеся под угрозой.* Некоторые изменения, касающиеся видов и систем, уже связываются с наблюдаемыми изменениями климата, причем некоторые весьма уязвимые виды и системы могут пострадать или даже оказаться под угрозой исчезновения в результате очень небольших изменений климата. Большее потепление может привести к увеличению опасности для этих видов и систем и поставить под угрозу дополнительные виды и системы.
- *Экстремальные климатические явления.* Увеличение частоты и интенсивности некоторых экстремальных явлений уже наблюдается в течение определенного времени (см. бопрос 2) и может ускориться по мере дальнейшего потепления, что приведет к увеличению опасности для здоровья людей, материальных ценностей, урожая, поголовья скота и экосистем. Эти опасности увеличиваются в тех случаях, когда работы по освоению проводятся в зонах, которые характеризуются динамичным и неустойчивым характером (например в поймах рек и низинных прибрежных районах) (см. также бопрос 4).
- *Неравномерное распределение воздействий.* Как правило, развивающиеся страны подвергаются большему риску неблагоприятных воздействий в результате изменения климата, чем развитые страны, причем для некоторых из них потепление меньше чем на несколько (“a few”) °C может привести к определенным рыночным выгодам. В случае более сильного потепления в большинстве районов будут проявляться преимущественно негативные последствия изменения климата. Однако развивающиеся страны, в общем и целом, будут и дальше подвергаться более сильному воздействию, нежели развитые страны. В отдельных странах степень уязвимости варьируется, и наиболее бедные слои населения зачастую подвергаются более сильному воздействию, которое может поставить под угрозу их жизнь и средства к существованию.
- *Глобальные совокупные воздействия.* В случае повышения температуры на несколько (“a few”) °C глобальные совокупные воздействия на рыночный сектор могут носить в одних случаях положительный, в других отрицательный характер, хотя большинство людей может оказаться в более неблагоприятном положении. С увеличением потепления вероятность негативных воздействий на рыночный сектор в глобальном масштабе повышается, причем для большинства людей эти воздействия будут носить преимущественно негативный характер.
- *Крупномасштабные явления со значительными последствиями.* Вероятность крупномасштабных явлений со значительными последствиями на уровне столетнего горизонта прогнозирования, таких, как прекращение термохалинной циркуляции или разрушение ледникового покрова западной части Антарктики в случае потепления менее чем на несколько (“a few”) °C, весьма низка. Степень риска, который представляет собой произведение вероятностей наступления этих событий и масштаба их последствий, количественно практически не определена. В случае более сильного потепления и с учетом горизонта прогнозирования более чем на сто лет степень вероятности и рисков увеличивается, однако оценить величину этого увеличения на данный момент не представляется возможным. См. также Вопрос 4.

РГII ТДО, разделы 5.2, 5.4 и 19.3

РГII ТДО, разделы 15.2 и 19.6

РГII ТДО, раздел 19.4

РГII ТДО, раздел 19.5

РГII ТДО, раздел 19.6

Здоровье людей

РГII ТДО, разделы 5.3, 9.1, 9.5 и 9.11

3.17 **В общем и целом, изменение климата должно привести, по прогнозам, к увеличению опасности для здоровья людей, прежде всего в группах населения с более низким уровнем дохода, преимущественно в тропических/субтропических странах.** Изменение климата может сказаться на здоровье людей самыми различными способами, в том числе непосредственно (например снижение стресса под воздействием холода в странах с умеренным климатом, но увеличение стресса под воздействием жары, гибель людей в результате наводнений и штормов) и опосредованно в результате изменения распространенности переносчиков болезней (например комаров)[5], патогенных микроорганизмов, являющихся переносчиками болезней посредством воды, а также в результате изменения качества воды, качества воздуха и наличия и качества продовольствия (*средний – высокий доверительный уровень*). Некоторые последствия могут носить благотворный характер (например снижение стресса под воздействием холода и снижение в некоторых случаях степени распространенности заболеваний), однако в целом эти последствия будут носить, как представляется, преимущественно неблагоприятный характер (см. таблицу 3-1). Фактическое воздействие будет в значительной мере зависеть от местных экологических условий и социально-экономических обстоятельств, причем для каждого прогнозируемого неблагоприятного воздействия на здоровье предусматривается целый комплекс социальных, институциональных, технологических и поведенческих мер по адаптации, которые могут быть приняты в целях ослабления этого воздействия. Меры по адаптации могут, например, включать укрепление инфраструктуры общественного здравоохранения,

[5] Воздействие изменения климата на эти болезни были смоделированы в восьми исследованиях, в т.ч. в пяти по малярии и трех по тропической лихорадке. В семи из них использовался биологический подход или подход на основе физических процессов, в одном – эмпирический и статистический подход.

Таблица 3-1 Последствия изменения климата для здоровья людей в случае отсутствия программных мер в области климата.

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[a]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для здоровья людей[в]			
Тепловой стресс и смертность в зимнее время [РГII ТДО, раздел 9.4]	Увеличение случаев смерти и болезни под воздействием теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]). Снижение числа случаев смерти в зимнее время в некоторых регионах с умеренным климатом (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение последствий теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение последствий теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]).
Инфекционные заболевания и заболевания, переносимые водой [РГII ТДО, раздел 9.7]		Расширение районов потенциальной передачи малярии и денге (*средний – высокий доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее расширение районов потенциальной передачи (*средний – высокий доверительный уровень*[г]).
Наводнения и штормы [РГII ТДО, разделы 3.8.5. и 9.5]	Увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций, связанных с экстремальными погодными явлениями (*средний доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (*средний доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (*средний доверительный уровень*[г])
Питание [РГII ТДО, разделы 5.3.6 и 9.9]	Уязвимость беднейших слоев населения к повышенному риску голода, однако уровень научных знаний по этому вопросу весьма низок.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.

[a] Указанные диапазоны концентраций CO_2 рассчитаны с помощью моделей быстрого круговорота углерода по шести иллюстративным сценариям СДСВ и соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью модели быстрого круговорота углерода по тридцати пяти прогнозам выбросов парниковых газов СДСВ. См. РГI ТДО, раздел 3.7.3.
[б] Указанные диапазоны глобального изменения средней температуры и глобального повышения среднего уровня моря соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью простой климатической модели по 35 прогнозам выбросов парниковых газов и SO_2, содержащимся в СДСВ. См. РГI ТДО, разделы 9.3.3 и 11.5.1.
[в] Краткое изложение последствий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах сделаны на основе оценки исследований Рабочей группы II, в которых анализируются воздействия в случае реализации иных сценариев, помимо прогнозов СДСВ, поскольку исследования, в которых используются прогнозы СДСВ, еще не опубликованы. Оценки воздействия изменения климата варьируются по регионам и в значительной мере зависят от оценок региональной и сезонной закономерности изменений температуры и режима осадков, изменений частоты или интенсивности экстремальных климатических явлений и темпов этих изменений. Оценки воздействий также в значительной мере зависят от допущений в части характеристик будущих обществ и степени эффективности будущих мер по адаптации к изменению климата. В этой связи краткое изложение воздействий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах носит неизбежно общий и качественный характер. Изложение последствий в этой таблице, как считается, справедливо для широкого спектра сценариев. Однако следует иметь в виду, что последствия изменения климата, которые будут сопровождаться глобальным повышением температуры вблизи верхнего предела диапазона, указанного на 2100 год, были проанализированы в небольшом числе исследований.
[г] Определение доверительного уровня производится по следующей шкале: *весьма высокий* (95%), *высокий* (67-95%), *средний* (33-67%), *низкий* (5-33%) и *весьма низкий* (5% и менее). См. РГII ТДО, вставка 1-1.

рациональное природопользование, ориентированное на укрепление здоровья (включая качество воздуха и воды, продовольственную безопасность, планирование городов и проектирование жилья, а также рациональное использование поверхностных вод) и обеспечение соответствующей медицинской помощи.

Биоразнообразие и продуктивность экологических систем

3.18 **По прогнозам, изменение климата и повышение уровня моря скажется на разнообразии экологических систем с сопутствующим увеличением опасности**

РГII ТДО, разделы 5.2.3, 5.4.1, 16.2, 17.2 и 19.3.2-3

исчезновения некоторых уязвимых видов (*высокий доверительный уровень*). Как ожидается, произойдет существенное нарастание случаев нарушений функционирования экосистем в результате таких негативных явлений, как пожары, засухи, нашествие вредителей, инвазия чужеродных видов, штормы и обесцвечивание кораллов (см. таблицу 3-2). Эти стрессы, вызванные изменением климата, когда они действуют одновременно с другими стрессами на экологические системы (например использование земли в других целях, деградация земельных ресурсов, отлов и загрязнение) создают угрозу нанесения значительного ущерба или полного разрушения некоторых уникальных экосистем и вымирания некоторых видов, находящихся под серьезной угрозой исчезновения или исчезающих видов. В качестве примера систем находящихся под угрозой изменения климата, можно привести коралловые рифы и атоллы, мангровые заросли, бореальные и тропические леса, полярные и горные экосистемы, водно-болотистые угодья в степных районах и оставшиеся естественные пастбищные угодья. В некоторых случаях в число находящихся под угрозой экосистем входят те системы, которые могут способствовать ослаблению некоторых воздействий, обусловленных изменением климата (например прибрежные системы, которые ослабляют воздействие штормов). Возможные методы адаптации по снижению вероятности уменьшения биоразнообразия включают создание заповедников, парков и заказников с оборудованием коридоров для миграции видов и использование методов размножения в неволе и переселения видов.

3.19 **Продуктивность экологических систем в значительной мере зависит от изменения климата, в связи с чем прогнозируемое изменение продуктивности варьируется в диапазоне от ее повышения до снижения (*средний доверительный уровень*).** Повышение концентраций CO_2 приведет к повышению чистой первичной продуктивности (CO_2 в качестве удобрения) и чистой продуктивности экосистем в большинстве систем растительности и, как следствие, к накоплению с течением времени углерода в растительности и почвах. Изменение климата может привести либо к усилению непосредственного воздействия CO_2 на продуктивность, либо к его ослаблению в зависимости от типа растительности, региона и сценария изменения климата.

РГI ТДО, раздел 3.7 и РГII ТДО, разделы 5.2.2 и 5.6.3

3.20 **В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода, которая может ослабиться с повышением температуры к концу XXI века (см. таблицу 3-2) (*средний доверительный уровень*).** В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода. Это отчасти обусловлено сдвигом во времени между усиленным ростом растений и их гибелью и разложением. Нынешний усиленный рост растений частично обусловлен последствиями повышения концентрации CO_2, действующего в качестве удобрения, для фотосинтеза растений (либо непосредственно путем повышения усвоения углерода, либо косвенно, путем повышения эффективности использования воды), отложения азота (особенно в северном полушарии), а также последствиями изменения климата и практики землепользования в течение нескольких прошедших десятилетий. Степень поглощения будет снижаться по мере достижения лесами зрелости, достижения максимального уровня эффекта удобрения и уравнивания темпов разложения с темпами роста, а также, возможно, в результате изменений в режиме нарушений (например пожары и нашествие насекомых) вследствие изменения климата. Некоторые глобальные модели позволяют предположить, что чистая абсорбция углерода земными экосистемами в первой половине XXI столетия будет повышаться, однако впоследствии может снизиться и даже стать к концу XXI века источником дальнейшего потепления.

РГI ТДО, раздел 3.2.2, РГII ТДО, разделы 5.2, 5.5-6 и 5.9 и СДЗИЗЛХ, раздел 1.4

Сельское хозяйство

3.21 **Модели производства зерновых культур показывают, что в некоторых районах с умеренным климатом потенциальный сбор урожая увеличится в случае небольшого увеличения температуры, но снизится в случае значительных температурных изменений (*средний – низкий доверительный уровень*). В большинстве тропических и субтропических регионов потенциальный сбор**

РГII ТДО, разделы 5.3.4-6 и 9.9

Таблица 3-2 Последствия изменения климата для экосистем в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[а]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для экосистем[в]			
Кораллы [РГII ТДО, раздел 6.4.5, 12.4.7 и 17.2.4]	Увеличение частоты обесцвечивания и гибели кораллов (*высокий доверительный уровень*[г]).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (*высокий доверительный уровень*[г]).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (*высокий доверительный уровень*[г]). Снижение биоразнообразия видов и отлова рыбы в районах рифов (*средний доверительный уровень*[г]).
Прибрежные приливно-отливные зоны и береговые линии [РГII ТДО, разделы 6.4.2 и 6.4.4]	Исчезновение некоторых прибрежных приливно-отливных зон с повышением уровня моря (*средний доверительный уровень*[г]). Увеличение эрозии береговых линий (*средний доверительный уровень*[г]).	Более обширное исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (*средний доверительный уровень*[г]). Дальнейшая эрозия береговых линий (*средний доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (*средний доверительный уровень*[г]). Дальнейшая эрозия береговых линий (*средний доверительный уровень*[г]).
Земные экосистемы [РГII ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.1, 5.4.3, 5.6.2, 16.1.3 и 19.2]	Увеличение вегетационного периода в средних и высоких широтах; сдвиги границ произрастания отдельных видов растений или обитания животных (*высокий доверительный уровень*[г])[д,е]. Повышение чистой первичной продуктивности многих лесов, расположенных в средних и высоких широтах *(средний доверительный уровень*[г]). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых *(высокий доверительный уровень*[г]).	Исчезновение некоторых видов, находящихся под угрозой; многие другие виды все больше и больше подталкиваются к вымиранию (*высокий доверительный уровень*[г]). Возможность дальнейшего повышения в отдельных случаях чистой первичной продуктивности. Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых *(высокий доверительный уровень*[г]).	Исчезновение уникальных сред обитания и населяющих их эндемических видов (например растительность в Капском районе Южной Африки и некоторые дождевые леса) (*средний доверительный уровень*[г]). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых *(высокий доверительный уровень*[г]).
Ледовая обстановка [РГI ТДО, разделы 2.2.5 и 11.5; РГII ТДО, разделы 4.3.11, 11.2.1, 16.1.3, 16.2.1, 16.2.4 и 16.2.7]	Отступление ледников, сокращение площади морских льдов, подтаивание вечной мерзлоты в некоторых районах, более продолжительные периоды отсутствия льда на реках и озерах (*высокий доверительный уровень*[г]).[е]	Существенное сокращение площади арктических морских льдов, что приводит к облегчению судоходства, но наносит ущерб диким животным (например котикам, белым медведям, моржам) (*средний доверительный уровень*[г]). Просадка грунта, которая приводит к нарушению инфраструктуры (*высокий доверительный уровень*[г]).	Существенное уменьшение объема льда в ледниках, особенно в тропических районах (*высокий доверительный уровень*[г]).

* См. сноски а-г в таблице 3-1.

[д] Совокупные рыночные последствия представляют собой чистые последствия прогнозируемых экономических выгод и убытков, суммированных по всем рыночным секторам, таким, как сельское хозяйство, коммерческое лесное хозяйство, энергетика, водные ресурсы и строительство. Эти оценки, как правило, исключают последствия изменения степени изменчивости климата и экстремальных климатических явлений, не включают последствия различных темпов изменений и только частично учитывают воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли. Эти недочеты могут привести к занижению оценки экономических убытков и завышению оценки экономических выгод. Оценки суммарных воздействий носят противоречивый характер, поскольку в них выгоды в одних случаях компенсируют убытки в других, и поскольку весовые коэффициенты, используемые для агрегирования показателей по индивидам, в общем и целом, субъективны.

[е] Эти последствия уже наблюдаются и, как ожидается, будут иметь место и впредь. [РГII ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.3, 16.1.3 и 19.2]

урожая должен, по прогнозам, снизиться в случае всех прогнозируемых вариантов повышения температуры (*средний доверительный уровень*) (см. таблицу 3-3). В средних широтах модели производства зерновых культур указывают на то, что потепление менее чем на несколько ("a few") °C и связанное с этим повышение концентраций CO_2 будет вызывать, как правило, положительную реакцию, а в случае большего потепления, как правило, – отрицательную реакцию. Аналогичные оценки указывают, что в тропических сельскохозяйственных районах урожайность некоторых зерновых культур снизится даже в случае минимального повышения температуры, поскольку их стойкость к повышению температуры практически достигла предела. В тех случаях, когда в субтропических и тропических системах неорошаемого земледелия также прогнозируется существенное снижение уровня осадков в виде дождей, урожай зерновых снизится в еще большей степени. Оценки, которые разработаны с учетом автономной агрономической адаптации (например изменение времени сева и разновидностей культур), как правило, указывают на то, что в этом случае урожай будет в меньшей степени подвергаться отрицательному воздействию изменения климата, чем в случае отсутствия адаптации. Эти оценки включают эффект действия CO_2 в

Таблица 3-3 Последствия изменения климата для сельского хозяйства в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[a]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для сельского хозяйства[в]			
Средняя урожайность зерновых культур* [РГII ТДО, разделы 5.3.6, 10.2.2, 11.2.2, 12.5, 13.2.3, 14.2.2 и 15.2.3]	Повышение урожайности зерновых культур во многих районах в средних и высоких широтах (*низкий – средний доверительный уровень*[г]). Снижение урожайности зерновых культур в большинстве тропических и субтропических регионов (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).	Различное воздействие на урожайность зерновых в районах средних широт. Более заметное снижение урожайности зерновых в тропических и субтропических регионах (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).	Общее снижение урожайности зерновых в большинстве регионов средних широт в случае потепления более чем на несколько ("a few") °C (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).
Крайне низкие и высокие температуры [РГII ТДО, раздел 5.3.3]	Снижение степени повреждения некоторых культур в результате заморозков (*высокий доверительный уровень*[г]). Повышение степени повреждения некоторых культур в результате теплового стресса (*высокий доверительный уровень*[г]). Увеличение воздействия теплового стресса на поголовье скота (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (*высокий доверительный уровень*[г]).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (*высокий доверительный уровень*[г]).
Доходы и цены [РГII ТДО, разделы 5.3.5-6]		Снижение доходов беднейших фермеров в развивающихся странах (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).	Повышение цен на продовольствие по сравнению с прогнозами, в которых не учитывается изменение климата (*низкий – средний доверительный уровень*[г]).

* См. сноски а-г к таблице 3-1.
* Эти оценки основаны на чувствительности нынешних видов сельскохозяйственной практики к изменению климата и допускают (в большинстве случаев) меры адаптации на основе перехода только на существующие технологии.

качестве удобрения, но не учитывают технологические новшества или изменения, связанные с воздействием вредителей и болезней, деградацию почвы и водных ресурсов или экстремальные климатические явления. Способность животноводов адаптировать поголовье скота к физиологическим стрессам, обусловленным изменением климата, изучена плохо. По прогнозам, потепление на несколько (“a few”) °C приведет к повышению цен на продовольствие в мировом масштабе и может создать опасность голода среди уязвимых групп населения (*низкий доверительный уровень*).

Водные ресурсы

РГI ТДО, раздел 9.3.6 и РГII ТДО, разделы 4.3-4, 4.5.2 и 4.6

3.22 **Прогнозируемое изменение климата приведет к обострению проблемы нехватки и качества воды во многих районах мира со скудными водными ресурсами, а в ряде других районов – к ее ослаблению.** Спрос на воду обычно увеличивается в силу увеличения численности населения и экономического развития, однако в некоторых странах снижается в связи с повышением эффективности использования. По прогнозам, изменение климата приведет к ослаблению расхода водотоков и снижению степени подпитки подземных вод во многих частях мира, но в то же время к ее увеличению в ряде других районов (*средний доверительный уровень*). Степень изменений варьируется в зависимости от сценариев, что отчасти обусловлено различиями в прогнозируемом выпадении дождей (в особенности их интенсивности) и отчасти различиями в прогнозируемом режиме испарения. Прогнозируемые изменения гидрологического режима водных потоков в соответствии с двумя сценариями изменения климата показаны на рисунке 3-5. По оценкам, рассчитанным на основе прогнозов изменения климата, предусматривающих увеличение выбросов CO_2 на 1 % в год, снижение наличия воды на 10 % или более к 2050 году отрицательно скажется на многих сотнях миллионов, а то и нескольких миллиардах человек (см. таблицу 3-4). Качество пресной воды, в общем и целом, будет снижаться в результате повышения температуры воды (*высокий доверительный уровень*). Однако в некоторых районах это явление может быть компенсировано за счет увеличения водности потоков. Воздействие, обусловленное изменением климата, на наличие и качество воды и частоту и интенсивность наводнений и засух приведет к обострению проблем в области водопользования и смягчения последствий наводнений. Неуправляемые или плохо управляемые системы водных ресурсов наиболее уязвимы к неблагоприятным последствиям изменения климата.

Малые островные и низинные прибрежные районы

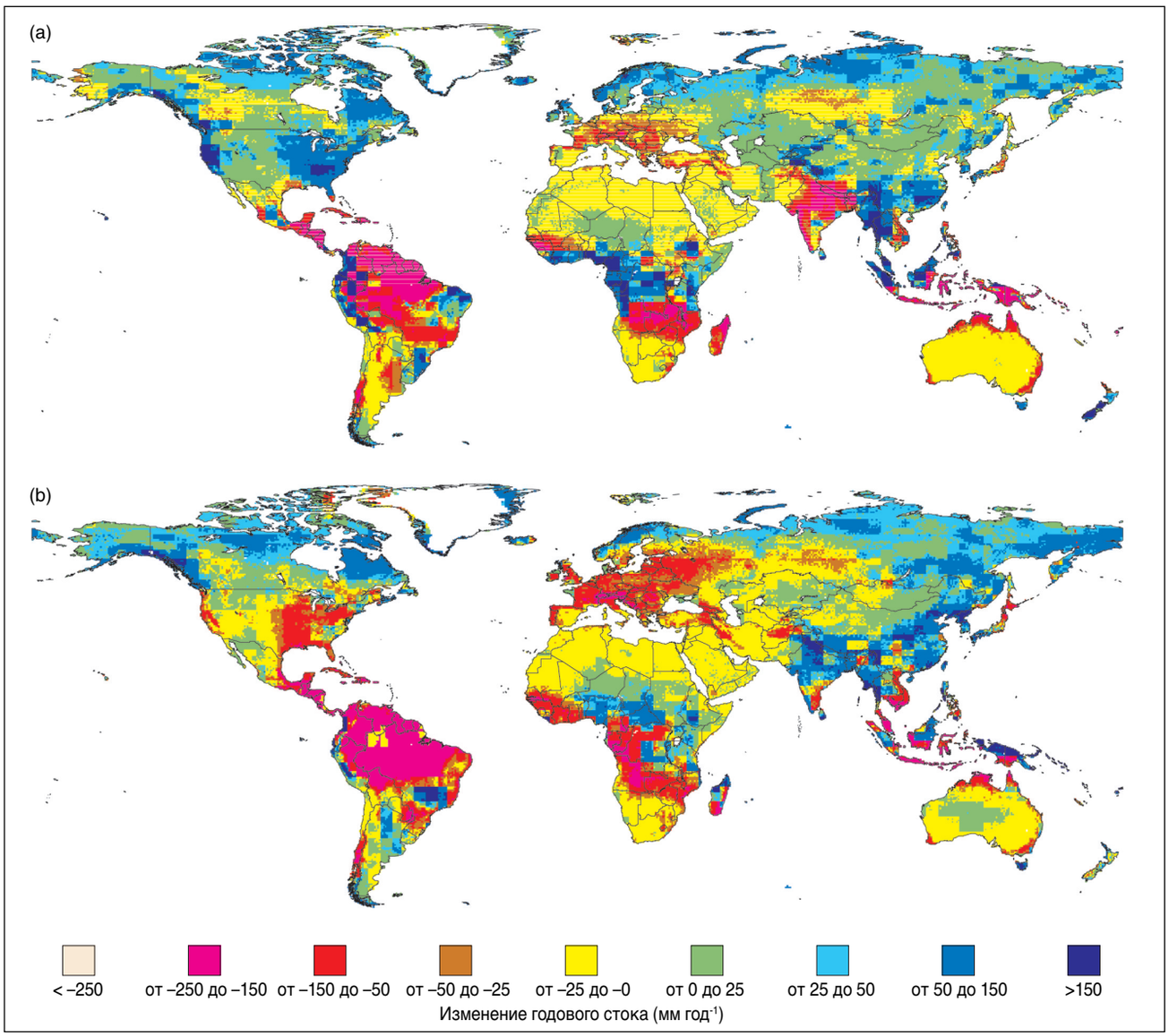
РГII ТДО, разделы 7.2.2, 17.2 и 19.3.4

3.23 **Население, проживающее на небольших островах и/или в низинных прибрежных районах, подвержено особой опасности проявления отрицательных социально-экономических воздействий в результате повышения уровня моря и штормовых приливов.** Многие населенные пункты будут подвержены повышенной опасности затопления и эрозии прибрежных зон, и десятки миллионов людей, проживающих в дельтах, низинных прибрежных районах и на небольших островах, столкнутся с угрозой выселения и разрушения инфраструктуры и/или необходимости выполнения существенной работы и больших затрат по охране уязвимых прибрежных районов. Ресурсы, которые имеют жизненно важное значение для населения, проживающего на островах и в прибрежных районах, такие, как пляжи, пресноводные источники, рыболовные промыслы, коралловые рифы и атоллы, а также места обитания диких животных и произрастания диких растений также могут оказаться под угрозой.

РГII ТДО, разделы 6.5.1, 7.2.2 и 17.2.2

3.24 **Прогнозируемое повышение уровня моря приведет к увеличению среднегодового числа людей, которые будут подвергаться угрозе наводнения в результате штормовых приливов в прибрежных районах (*высокий доверительный уровень*).** К числу районов, для которых характерно наибольшее абсолютное увеличение численности населения, подверженного угрозе наводнения, относятся Южная Азия и Юго-Восточная Азия, а также Восточная Африка, Западная

Африка и район Средиземноморья от Турции до Алжира, для которых характерны меньшие, но в любом случае значительные показатели увеличения. Большие районы многих густонаселенных прибрежных городов также уязвимы к постоянным затоплениям суши и прежде всего к более частым прибрежным наводнениям, которые будут налагаться на волновые приливы в связи с повышением уровня моря. Эти оценки не предполагают каких-либо изменений частоты или интенсивности штормов, что могло бы усугубить последствия повышения уровня моря в плане увеличения опасности наводнения в некоторых районах.



РГII ТДО, раздел 4.3.6

Рисунок 3-5. Прогнозируемые изменения среднего годового стока к 2050 году по сравнению со средним стоком за период с 1961 по 1990 год практически полностью совпадают с прогнозируемыми изменениями в режиме осадков. Изменения стока рассчитаны на основе гидрологической модели с использованием входных данных климатических прогнозов, полученных с помощью двух вариантов общей модели AOGCM, разработанных Центром Хэдли для сценария, предусматривающего увеличение фактической концентрации CO_2 в атмосфере на 1% в год: a) усредненный вариант HADCM2 и b) HADCM3. Прогнозируемое увеличение стока в высоких широтах и юго-восточной части Азии и снижение в центральной части Азии, в районе Средиземноморья, южной части Африки и Австралии в общем и целом соответствует экспериментам, проведенным Центром Хэдли, и прогнозам в области осадков, рассчитанным на основе других экспериментов AOGCM. В случае других районов мира изменения режима осадков и стока зависят от сценария используемой модели.

Таблица 3-4 Последствия изменения климата для водных ресурсов в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	*2050*	*2100*
Концентрация CO_2[а]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для водных ресурсов[в]			
Водоснабжение [РГII ТДО, разделы 4.3.6 и 4.5.2]	Смещение пикового значения гидрологического режима рек с весны на зиму в тех бассейнах, где важным источником воды является выпадение снега (*высокий доверительный уровень*[г]).	Сокращение водных ресурсов во многих странах, страдающих дефицитом воды, и их увеличение в ряде других стран, страдающих дефицитом воды (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий для водных ресурсов (*высокий доверительный уровень*[г]).
Качество воды [РГII ТДО, раздел 4.3.10]	Снижение качества воды в результате повышения температуры. Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков. Увеличение масштабов интрузии соленой воды в прибрежные водоносные слои в результате повышения уровня моря (*средний доверительный уровень*[г]).	Снижение качества воды в результате повышения температуры (*высокий доверительный уровень*[г]). Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий для качества водных ресурсов (*высокий доверительный уровень*[г]).
Спрос на водные ресурсы [РГII ТДО, раздел 4.4.3]	Изменение спроса на воду в целях орошения в связи с изменением климата; повышение температуры будет, как правило, приводить к повышению спроса (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий спроса на воду (*высокий доверительный уровень*[г]).	Обострение последствий спроса на воду (*высокий доверительный уровень*[г]).
Экстремальные явления [РГI ТДО РП; РГII ТДО РП]	Увеличение ущерба от наводнений в результате более интенсивного режима осадков (*высокий доверительный уровень*[г]). Увеличение частоты засух (*высокий доверительный уровень*[г]).	Дальнейшее увеличение ущерба от наводнений (*высокий доверительный уровень*[г]). Дальнейшее увеличение интенсивности засух и их воздействия.	Многократное увеличение ущерба от наводнений по сравнению со “сценариями, не предполагающими изменение климата”.

* См. сноски а-г в таблице 3-1.

Рыночные последствия

РГII ТДО, разделы 6.5, 7.2-3, 8.3, 18.3.4, 18.4.3, 19.4.1-3 и 19.5

3.25 **Совокупное воздействие на рыночный сектор, измеренное в виде изменения валового внутреннего продукта (ВВП), будет, по оценкам, негативным для многих развивающихся стран в случае всех проанализированных масштабов повышения средней глобальной температуры (*низкий доверительный уровень*) и как негативным, так и позитивным для развитых стран в случае потепления на несколько (“a few”) °C (*низкий доверительный уровень*) и негативным в случае потепления на больше чем несколько (“a few”) градусов (*средний – низкий доверительный уровень*).** Последствия изменения климата скажутся на рыночном секторе, что выразится в изменении объемов, качества и цен на продовольствие, волокнистые материалы, воду и другие товары и услуги (см. таблицу 3-5). Кроме того, изменение климата окажет определенное воздействие на рынок, которое выразится в изменении спроса на энергоносители, в нарушении снабжения гидроэлектроэнергией, в изменениях в транспорте, туризме и строительстве,

в увеличении материального ущерба и страховых убытков в результате экстремальных климатических явлений, в исчезновении прибрежной суши в результате повышения уровня моря, в необходимости принятия решений по размещению и перемещению объектов развития и населения, в изменении потребностей в ресурсах и в повышении стоимости мер по адаптации к изменению климата. Оценки чистого рыночного воздействия, сделанные на основании небольшого числа опубликованных исследований, суммированные по секторам и в национальном или региональном масштабе, свидетельствуют о том, что большинство подвергнутых анализу развивающихся стран и регионов будут терпеть убытки. Что касается развитых стран и регионов, то в случае повышения глобальной средней температуры на несколько (“a few”) °C они будут в одних случаях получать выгоды, а в других – терпеть убытки. По оценкам, в случае большего повышения температуры развитые страны будут терпеть экономические убытки. В случае суммирования в глобальном масштабе мировой ВВП изменится на несколько процентов в ту или иную сторону при глобальном повышении средней температуры на несколько (“a few”) °C, а в случае более сильного повышения температуры произойдет увеличение чистых убытков. Эти оценки разработаны, как правило, без учета воздействия изменений в системе изменчивости климата и экстремальных явлений, без учета воздействия различных темпов изменения климата, с учетом отчасти воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли, и на основе допущения, в соответствии с которым выгоды для одних компенсируются убытками для других. Поэтому доверительный уровень оценок рыночного воздействия для отдельных стран в целом *низок*, а различные неучтенные факторы могут привести к занижению экономических убытков и завышению экономических выгод.

Таблица 3-5 Последствия изменения климата для других рыночных секторов в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	***2050***	***2100***
Концентрация CO_2[а]	405-460 млн.$^{-1}$	445-640 млн.$^{-1}$	540-970 млн.$^{-1}$
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г.[б]	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г.[б]	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Прочие последствия для рыночного сектора[в]			
Энергетика [РГII ТДО, раздел 7.3]	Снижение спроса на энергию для отопления зданий (*высокий доверительный уровень*[г]). Повышение спроса на энергию для охлаждения зданий (*высокий доверительный уровень*[г]).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (*высокий доверительный уровень*[г]).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (*высокий доверительный уровень*[г]).
Финансовый сектор [РГII ТДО, раздел 8.3]		Повышение стоимости страхования и сокращение масштабов страхования (*высокий доверительный уровень*[г]).	Повышение степени воздействия на финансовый сектор.
Суммарные рыночные последствия[д] [РГII ТДО разделы, 19.4-5]	Чистые убытки рыночного сектора во многих развивающихся странах (*низкий доверительный уровень*[г]). Рыночные выгоды в одних случаях и убытки в других случаях в развитых странах (*низкий доверительный уровень*[г]).	Увеличение убытков в развивающихся странах (*средний доверительный уровень*[г]). Сокращение масштабов выгод и увеличение масштабов убытков в развитых странах (*средний доверительный уровень*[г]).	Увеличение убытков в развивающихся странах (*средний доверительный уровень*[г]). Чистые потери рыночного сектора в развитых странах в результате потепления более чем на несколько (“a few”) °C (*средний доверительный уровень*[г]).

* См. сноски а-г к таблице 3-1 и сноску д к таблице 3-2.

3.26 **Адаптация может привести к ослаблению отрицательных последствий изменения климата и зачастую может обеспечить вспомогательные выгоды, однако весь ущерб предотвратить не сможет.**

РГII ТДО, разделы 18.2.3 и 18.3.5

3.27 **В целях реагирования на изменение климата были определены многочисленные возможные варианты адаптации, которые могут привести к ослаблению отрицательных и усилению положительных последствий изменения климата, но которые связаны с расходами.** Количественная оценка выгод и расходов и их изменение по регионам и субъектам деятельности не завершена. Адаптация к изменению климата может производиться в самых различных формах, в том числе в форме мер, принимаемых людьми в целях ослабления воздействий или использования новых возможностей и структурных и функциональных изменений в природных системах, произведенных в порядке ответа на изменение воздействий. В настоящем докладе основное внимание уделяется мерам по адаптации, которые принимаются людьми. Различные варианты таких мер включают ответную адаптацию (меры, принимаемые в процессе изменения условий и без предварительной подготовки) и планируемую адаптацию (меры, принимаемые либо в процессе изменения условий, либо в порядке их предвосхищения, но с предварительной подготовкой). Меры по адаптации могут приниматься как частными субъектами деятельности (например отдельными лицами, домашними хозяйствами или коммерческими фирмами), так и государственными учреждениями (например ведомствами, действующими на местном уровне, на уровне штатов или на уровне национального правительства). Примеры предварительно определенных вариантов перечислены в таблице 3-6. Выгоды и расходы, связанные с вариантами адаптации, анализ которых не претендует на полноту, будут также варьироваться в зависимости от регионов и субъектов деятельности. Несмотря на неполноту знаний в области адаптации и с учетом их постоянного накопления, авторам настоящего доклада все же удалось разработать и кратко изложить целый ряд устойчивых выводов.

РГII ТДО, разделы 18.2.2, 18.3.3 и 18.3.5

3.28 **Более существенное и более быстрое изменение климата может создать более значительные проблемы в плане адаптации и бульшую опасность ущерба, чем это может иметь место в случае менее значительного и более замедленного процесса изменения.** Основные особенности процесса изменения климата, подлежащего адаптации, включают масштабы и темпы изменений режима климатических экстремальных явлений, изменчивость и средние условия. Природные и антропогенные системы выработали соответствующий потенциал, позволяющий им противостоять изменчивости климата в определенном диапазоне, в пределах которого риск ущерба относительно невелик, а способность к восстановлению высока. Однако изменения в климатической системе, которые приводят к увеличению частотности явлений, не вписывающихся в исторический диапазон, в пределах которого системы могли противостоять изменениям, увеличивают опасность нанесения серьезного ущерба и неполного восстановления или разрушения системы. Изменение средних условий (например повышение средней температуры), даже при отсутствии колебаний, может привести к увеличению частоты некоторых явлений (например более частые приливы жары), которое превышает адаптационную способность данной системы и приводит к снижению частоты других явлений (например менее частые периоды холода) (см. вопрос 4 и рисунок 4-1).

РГII ТДО, разделы 18.2.2 и 18.3.5

3.29 **Укрепление способности к адаптации может привести к расширению или сдвигу диапазона приспособляемости к изменчивости климата и экстремальным явлениям и создать определенные выгоды на сегодняшний день и на будущее.** Многие из перечисленных в таблице 3-6 вариантов адаптации используются в настоящее время для решения проблем, возникающих в связи с нынешней изменчивостью климата и экстремальными климатическими явлениями, а их более широкое применение позволит повысить способность к адаптации как на нынешнем этапе, так и впоследствии. Однако такая работа может оказаться в

Таблица 3-6 Примеры вариантов адаптации для отдельных секторов

Сектор/Система	*Варианты адаптации*
Водные ресурсы [РГII ТДО, разделы 4.6 и 7.5.4; РГII ВДО, разделы 10.6.4 и 14.4]	Повышение эффективности водопользования на основе управления с ориентацией на спрос (например ценовые стимулы, правила, технические стандарты). Расширение системы водоснабжения или повышения надежности водоснабжения на основе управления, ориентированного на «предложение» (например строительство новых водоемов и инфраструктуры для отвода воды). Изменение институциональной и правовой базы в целях облегчения передачи водных ресурсов между пользователями (например создание рынков водных ресурсов). Сокращение сброса в реки питательных веществ и защита/расширение растительного покрова вдоль потоков в целях нейтрализации эффекта эвтрофикации в результате повышения температуры воды. Пересмотр планов борьбы с паводками в целях снижения пиковых расходов потоков вниз по течению; сокращение площади поверхностей с твердым покрытием и использование растительности для снижения ливневого стока и повышения инфильтрации воды. Переоценка конструктивных параметров дамб, набережных и других объектов инфраструктуры, используемых для защиты от паводков.
Продовольственные товары и волокнистые материалы [РГII ТДО разделы 5.3.4-5; РГII ВДО разделы 2.9, 4.4.4, 13.9 и 15.6; СДПТ, раздел 11.2.1]	Изменение сроков посадки, сбора урожая и других организационных мер. Рыхление почвы на минимальную глубину и использование других видов практики в целях более эффективного задержания питательных веществ и влаги в почвах и предотвращения эрозии почвы. Изменение показателей выпаса скота на пастбищных угодьях. Переход на возделывание культур, которые являются менее водолюбивыми и более устойчивыми к жаре, засухе и вредителям. Проведение исследований в целях выведения новых культур. Содействие развитию агролесного хозяйства в засушливых районах, включая создание лесных посадок при сельских поселениях и использование кустарников и деревьев в качестве фуража. Посадка различных видов деревьев в целях увеличения разнообразия и обеспечения большей гибкости. Поддержка инициатив по восстановлению растительного покрова и лесов. Содействие естественному распространению различных видов деревьев с созданием соединительных охраняемых районов и пересадкой деревьев. Повышение уровня подготовки и образования сельскохозяйственных рабочих. Разработка или расширение программ обеспечения надежных продовольственных поставок в качестве своего рода гарантии в случае перебоев с продовольствием на местах. Пересмотр политики, благоприятствующей неэффективным, неустойчивым или связанным с риском видам земледелия, выпаса скота или лесоустройства (например, субсидирование отдельных культур, страхование культур, водоснабжение).
Прибрежные районы и морские рыбные промыслы [РГII ТДО, разделы 6.6 и 7.5.4; РГII ВДО, раздел 16.3; СДПТ, раздел 15.4]	Предотвращение или сворачивание работ по освоению прибрежных районов, уязвимых к эрозии, затоплению и воздействию штормовых приливов. Использование “жестких” (насыпи, набережные, дамбы) или “мягких” (укрепление пляжей, восстановление дюн и приливно-отливных зон, облесение) структур в целях защиты побережья. Реализация системы оповещения о штормах и планов эвакуации. Защита и восстановление приливно-отливных зон, эстуариев и пойм в целях сохранения необходимых мест обитания для рыбного промысла. Модификация и укрепление учреждений и программных мер по организации рыбных промыслов в целях содействия их сохранению. Проведение исследований и мониторинга в целях более эффективной поддержки комплексной системы управления рыбными промыслами.
Здоровье людей [РГII ТДО, разделы 7.5.4 и 9.11; РГII ВДО, раздел 12.5; СДПТ, раздел 14.4]	Реконструкция и модернизация инфраструктуры общественного здравоохранения. Улучшение системы готовности к эпидемиям и укрепление потенциала по прогнозированию и раннему оповещению в случае эпидемий. Мониторинг состояния окружающей среды, биологических условий и здоровья. Улучшение жилищных условий, санитарного состояния и качества воды. Использование комплексной системы градостроительства в целях снижения эффекта “тепловых островков” (например использование растительности и поверхностей, окрашенных в светлые тона). Проведение массово-просветительских компаний в целях стимулирования такого поведения, которое способствовало бы снижению рисков для здоровья.
Финансовые услуги [РГII ТДО, раздел 8.3.4]	Распределение рисков с помощью системы частного и государственного страхования и перестрахования. Снижение риска путем разработки кодексов и других стандартов по линии или при содействии финансового сектора в качестве обязательного условия страхования или предоставления кредитов.

будущем не такой эффективной, поскольку масштабы и темпы изменения климата все время увеличиваются.

3.30 **Потенциальные прямые выгоды адаптации весьма существенны и выражаются в снижении неблагоприятных и укреплении благоприятных последствий изменения климата.** Результаты исследования будущих воздействий, обусловленных

РГII ТДО, разделы 5.3.4, 6.5.1 и 18.3.2

изменением климата, свидетельствуют о том, что потенциал в области адаптации позволяет существенно ослабить многие неблагоприятные последствия и укрепить благоприятные. Например, анализ вероятности затопления прибрежных районов в результате штормовых приливов дает основание предположить, что повышение уровня моря в результате изменения климата приведет к увеличению среднегодовой численности населения, которое будет подвержено многократному риску наводнений, если защита прибрежных районов от наводнений останется такой же, как и в настоящее время. Однако, если система защиты прибрежных районов от наводнений будет укрепляться пропорционально будущему росту ВВП, то прогнозируемое повышение этого риска будет снижено практически на две трети (см. рисунок 3-6). Вместе с тем такие оценки указывают лишь на потенциальные выгоды от адаптации, а не на вероятные выгоды, поскольку в анализах, как правило, используются произвольные допущения относительно вариантов адаптации и препятствий на пути их реализации, зачастую не учитываются изменения в режиме экстремальных климатических явлений и изменчивости и не вносятся поправки на неточность прогнозов.

РГII ТДО, разделы 6.5.2 и 18.4.3

3.31 **В настоящее время есть мало оценок расходов, связанных с адаптацией; имеющиеся оценки указывают на то, что расходы в значительной мере зависят от критериев отбора и времени реализации конкретных мер по адаптации, на основе которых принимаются соответствующие решения.** Расходы, связанные с мерами по защите прибрежных районов от повышения уровня моря, на сегодняшний день, судя по всему, изучены лучше всего. Меры, подвергнутые анализу, включают строительство “жестких структур”, таких, как насыпи, набережные и дамбы, а также использование “мягких структур”, таких, как укрепление пляжей с помощью песка и восстановление дюн. Оценки расходов, связанных с защитой побережья, варьируются в зависимости от допущений относительно того, какие будут приняты решения по масштабам защиты береговой линии, вида используемых структур, времени их реализации (с учетом воздействия степени повышения уровня моря) и коэффициентов дисконтирования. Различные допущения по поводу этих факторов позволяют сделать вывод о том, что расходы по защите побережья США от повышения уровня моря на 0,5 м к 2100 году составят 20-150 млрд. долл. США в нынешних ценах.

РГII ТДО, раздел 6.5.1

Рисунок 3-6. Адаптация и среднегодовая численность населения, которое подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов, прогноз на 2080-е годы. Два левых столбика показывают среднегодовую численность населения, которое, по прогнозам, подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов в 2080 году в случае сохранения нынешнего уровня моря и в случае повышения уровня моря приблизительно на 40 см при предположении, что система защиты побережья остается такой же, как и в настоящее время, и что численность населения увеличивается умеренными темпами. Правые два столбика показывают то же самое, но при предположении, что защита побережья укреплена пропорционально росту ВВП.

3.32 **Изменение климата, как ожидается, окажет негативное воздействие на развитие, устойчивость и справедливость.**

3.33 **Воздействия, обусловленные изменением климата, лягут непропорционально тяжелым бременем на развивающиеся страны и неимущие группы населения во всех странах и, тем самым, приведут к усилению неравенства с точки зрения охраны здоровья и доступа к адекватным продуктам питания, чистой воде и другим ресурсам.** Как уже говорилось, население развивающихся стран, как правило, подвержено относительно высокой опасности воздействий, обусловленных изменением климата, на здоровье людей, водоснабжение, производительность сельского хозяйства, материальные ценности и другие ресурсы. Нищета, отсутствие подготовки и образования, отсутствие инфраструктуры, отсутствие доступа к технологиям, отсутствие разнообразных возможностей получения дохода, деградация базы природных ресурсов, неправильная система стимулов, неадекватная правовая база и конкурентная борьба между государственными и частными учреждениями, создают в большинстве развивающихся стран условия слабой способности к адаптации. Подверженность воздействиям и низкая способность к адаптации приводят к тому, что население развивающихся стран, как правило, более уязвимо, нежели население развитых стран.

РГII ТДО, разделы 18.5.1-3

3.34 **Неустойчивое использование ресурсов усугубляет уязвимость к изменению климата.** Превращение природной среды обитания в объект удовлетворения человеческих потребностей, высокий уровень эксплуатации ресурсов окружающей среды, практика земледелия и выпаса скота, которые отнюдь не способствуют защите земельных угодий от деградации, и загрязнение воздуха и воды могут снизить способность систем адаптироваться к колебаниям или изменению климата и их стойкость к восстановлению после ослабления своих функций. Такие воздействия приводят к тому, что системы и население, которые получает за счет их товары, услуги и средства к существованию, становятся весьма уязвимыми к изменению климата. Такие воздействия обнаруживаются как в развитых, так и в развивающихся странах, но достижение целей развития такими способами, которые не оказывали бы неустойчивого воздействия на эти системы, ставит перед развивающимися странами особую дилемму.

РГII ТДО, разделы 1.2.2, 4.7.5.1, 6.3.4 и 6.4.4

3.35 **Опасности, связанные с изменением климата, могут затормозить прогресс на пути к устойчивому развитию.** Более частые и более интенсивные засухи могут ускорить деградацию земельных ресурсов. Увеличение частоты и интенсивности выпадения сильных осадков может привести к расширению масштабов наводнений, оползней и селевых потоков, а вызванные ими нарушения могут в некоторых случаях свести на нет многолетние усилия в области развития. Воздействие, обусловленное изменением климата, на здоровье людей и сельское хозяйство, может привести к регрессу в области здравоохранения и питания. Такие опасности могут еще больше увеличиться в результате дальнейшего освоения районов, для которых характерно динамичное и неустойчивое состояние (например поймы рек, огражденные пляжи, низинные побережья и крутые склоны с вырубленным лесом).

РГII ТДО, раздел 18.6.1

3.36 **Изменение климата, если оно не будет приниматься во внимание, может привести к снижению эффективности проектов в области развития.** Проекты в области развития зачастую предполагают осуществление инвестиций в инфраструктуру, учреждения и человеческий капитал в целях рационального использования таких чувствительных к климату ресурсов, как вода, гидроэнергетика, сельскохозяйственные земли и леса. Реализация этих проектов может быть поставлена под угрозу в результате изменения климата и увеличения его изменчивости, и тем не менее этим факторам уделяется мало внимания при разработке проектов. Анализы показывают, что компонент гибкости, который допускал бы возможность эффективной работы в более разнообразных климатических условиях, может быть в некоторых случаях включен в проекты за счет небольших дополнительных затрат и что большая

РГII ТДО, раздел 18.6.1

гибкость обеспечивает незамедлительный эффект в силу рисков, сопряженных с нынешней изменчивостью климата.

РГII ТДО, раздел 18.6.1

3.37 **Многие из условий, необходимых для укрепления способности адаптироваться к изменению климата, аналогичны условиям, которые необходимы для содействия устойчивому развитию.** Примеры общих условий, необходимых для укрепления способности к адаптации и устойчивого развития, включают более широкий доступ к ресурсам и сглаживание неравенства в таком доступе, сокращение масштабов нищеты, улучшение системы образования и подготовки, вложение средств в инфраструктуру, привлечение соответствующих сторон к организации рационального использования местных ресурсов и повышение институционального потенциала и эффективности. Кроме того, снизить степень уязвимости к изменению климата в процессе перехода на более устойчивые формы использования ресурсов могут помочь меры, направленные на замедление процесса конверсии мест обитания, организацию рациональной практики эксплуатации ресурсов для их более эффективной защиты, применение методов культивации и выпаса скота в целях защиты земельных угодий и на более эффективное регулирование сброса загрязняющих веществ.

Вопрос 9

B9

Каковы наиболее устойчивые выводы и ключевые неопределенности, касающиеся объяснения климатических изменений и прогнозов с помощью моделирования:

- будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей;
- будущих концентраций парниковых газов и аэрозолей;
- будущих изменений регионального и глобального климата;
- региональных и глобальных воздействий, связанных с изменением климата;
- издержек и выгод, связанных с вариантами смягчения последствий и адаптации?

Введение

9.1 **Понимание механизма изменения климата, его воздействий, а также вариантов по смягчению последствий и адаптации углубляется в результате проведения общих и междисциплинарных исследований и мониторинга в рамках соответствующей комплексной оценки.** С углублением понимания некоторые выводы становятся более устойчивыми, а некоторые неопределенности – исключительно важными для обоснования разработанной стратегии. Некоторые неопределенности возникают вследствие отсутствия данных и понимания ключевых процессов, а также разногласий по поводу того, что уже известно, и даже того, что возможно познать. Другие неопределенности связаны с предсказанием социального и индивидуального поведения в порядке реагирования на ту или иную информацию или события. С увеличением сложности рассматриваемой проблемы эти неопределенности, как правило, приобретают еще большую расплывчатость, по мере того как вводятся дополнительные элементы в целях включения более полной совокупности физических, технических и социальных воздействий, а также воздействий и ответных мер, обусловленных проводимой политикой. В ответной реакции климата на антропогенное воздействие нет ни “обдуманности”, ни “разборчивости”, в то время как человеческое общество может подходить к решению проблемы изменения климата сознательно и выбирать те или иные варианты. Целью ТДО и других докладов МГЭИК является исследование, оценка, определение и снижение, по мере возможности, имеющихся неопределенностей.

9.2 **В настоящем докладе устойчивый вывод в отношении изменения климата определяется как вывод, который верен в рамках разнообразных подходов, методов, моделей и допущений и который должен быть относительно устойчивым к воздействию неопределенностей.** В литературе по данной тематике устойчивый вывод может быть отнесен и к категории *надежно установленных* (высокий уровень согласованности и подтверждения), и *установленных, но неполных* (высокий уровень согласованности, но не полностью подтвержденные). Надежность и вероятность здесь являются различными понятиями: вывод о том, что то или иное событие является «исключительно маловероятным», может быть так же надежен, как и “фактически точный” вывод. Основной разработкой ТДО является множественность альтернативных сценариев выбросов и концентраций парниковых газов, что как раз и нашло отражение в СДСВ. Под устойчивыми выводами понимаются те выводы, которые верны в широком диапазоне этих “вероятных миров”.

9.3 **Под ключевыми неопределенностями в этом контексте понимаются те неопределенности, которые, в случае их уменьшения, могут дать возможность сделать новые и устойчивые выводы в отношении вопросов, поднятых в настоящем докладе.** Эти выводы, в свою очередь, могут способствовать получению лучшей или большей информации, лежащей в основе любой разработки стратегии. Неопределенности никогда нельзя полностью устранить, однако их зачастую можно ограничить путем достижения большего понимания и получения большего количества подтверждений, в особенности в процессе поиска согласующихся результатов или устойчивых выводов.

9.4 **Устойчивые выводы и ключевые неопределенности могут быть объединены в контексте единой комплексной оценки.**

9.5 **Единая комплексная оценка, описанная в этом докладе, применяется для объединения всех устойчивых выводов и ключевых неопределенностей в рамках прогнозов, построенных на основе моделей.** Такая оценка может объединять в себе все научные дисциплины, причастные к процессу изучения климата, биосферы и человеческого общества. Она подчеркивает наличие взаимосвязей между системами, описанными в различных докладах рабочих групп в ТДО, а также

включает анализ взаимосвязей между изменением климата и другими экологическими последствиями и помогает идентифицировать “пробелы” в области человеческих знаний. Она позволяет сделать предположение по поводу того, каким образом неопределенности могут повлиять на общую картину событий. Рисунок 1-1 показывает, как можно объединить процессы адаптации и смягчения последствий в контексте единой оценки. Социально-экономические и природные системы будут вынуждены адаптироваться к изменению климата, что скажется и на общем развитии. Адаптация будет проходить как на самостоятельной основе, так и по инициативе правительств, и принятые меры по адаптации приведут к снижению некоторых воздействий, вызванных изменением климата, на эти системы и общее развитие в целом, но полностью устранить эти воздействия они не смогут. Деятельность по адаптации обеспечит определенную выгоду, но также повлечет за собой и расходы. Деятельность по смягчению последствий отличается от деятельности по адаптации тем, что она позволяет сократить выбросы на самом начальном этапе цикла, снизить уровень концентрации (в сравнении с тем, который мог бы иметь место в случае непринятия данных мер), ослабить процесс изменения климата и снизить степень рисков и неопределенностей, связанных с изменением климата. Кроме того, она позволяет уменьшить необходимость в адаптации, а также ослабить воздействия, вызванные изменением климата, и влияние на социально-экономическое развитие. Деятельность по смягчению последствий отличается и тем, что она нацелена на ослабление воздействий на климатическую систему в целом, в то время как адаптация в первую очередь ориентирована на ослабление локальных воздействий, вызванных изменением климата. Основной выгодой, вытекающей в результате деятельности по смягчению последствий, является предотвращение изменения климата, но и она имеет свою цену. Помимо всего прочего, деятельность по смягчению последствий приводит к дополнительным выгодам (например к сокращению загрязнения воздуха, что положительно сказывается на здоровье населения). Единый комплексный подход в оценке изменения климата мог бы позволить динамически рассмотреть полный цикл, отраженный на рисунке 1-1, с учетом всех обратных связей, однако сделать это в рамках ТДО оказалось невозможным.

9.6 В примерах, содержащихся в таблице РП-3, многие ***устойчивые выводы*** имеют отношение к *наличию* реакции климатической системы на деятельность человека и знаку этой реакции. Многие ***ключевые неопределенности*** касаются *количественного определения* масштабов и/или сроков проявления реакции и потенциального влияния улучшенных методов и ослабленных допущений.

Установление причин изменения климата

9.7 **На сегодняшний день несомненен тот факт, что человек влияет на глобальный климат Земли.**

9.8 **Все большее и большее количество данных, полученных в результате наблюдений, дают возможность нарисовать общую картину потепления климата Земли, а проводимые на основе моделей исследования свидетельствуют о том, что наблюдавшееся в течение последних 50 лет потепление большей частью обусловлено деятельностью человека.** В глобальном плане можно с весьма высокой степенью уверенности утверждать, что 90-е годы были самым теплым десятилетием, как об этом свидетельствуют данные регистрации, полученные с помощью приборов (т.е. с 1861 года). Масштабы потепления за сто последних лет в северном полушарии были, скорее всего, большими, чем в течение любого другого века за последнюю тысячу лет. Данные, полученные в результате наблюдений и на основе моделей, имитирующих изменение климата, надежно свидетельствуют в пользу того, что наблюдавшееся в течение последних 50 лет потепление большей частью обусловлено увеличением концентраций парниковых газов. Полученные в результате наблюдений данные также вселяют уверенность в возможность построения моделей, способных прогнозировать будущее изменение

B2.7 и B2.10-11

климата. Более точное количественное определение степени антропогенного воздействия зависит от сокращения числа ***ключевых неопределенностей***, относящихся к масштабам и характеру изменчивости природы и масштабам климатических воздействий, обусловленных природными факторами и аэрозолями антропогенного происхождения (в особенности косвенные последствия), и от установления связи между изменением климата, вызванным антропогенными воздействиями, и региональными тенденциями в целом.

Будущие выбросы и концентрации парниковых газов и аэрозолей

9.9 **Деятельность человека обуславливает повышение концентраций парниковых газов в атмосфере.**

9.10 **С 1750 года (т.е. с начала промышленной революции) в результате деятельности человека концентрация CO_2 (основной газ, обуславливающий антропогенное радиационное воздействие) в атмосфере увеличилась на 31%, и, согласно всем прогнозам, составленным на основе сценариев, содержащихся в СДСВ, ожидается значительное повышение его концентрации и в будущем (рисунок 9-1а).** С 1750 года также увеличились концентрации других парниковых газов (например, CH_4 на 150%, N_2O на 17%). Имеющаяся на сегодняшний день концентрация CO_2 никогда не превышалась в течение последних 420 тыс. лет (промежуток времени, измеренный по керну льда) а также, вероятно, и за все последние 20 млн. лет. По сравнению со всеми другими устойчивыми глобальными изменениями, по меньшей мере за последние 20 тыс. лет, эта степень увеличения концентраций беспрецедентна. Согласно прогнозам, основанным на ряде сценариев СДСВ (см. таблицу 3-1), до 2100 года концентрации CO_2 будут продолжать расти. Большинство сценариев, содержащихся в СДСВ, предполагают сокращение выбросов SO_2 (прекурсора сульфат-аэрозолей) к 2100 году по сравнению с 2000 годом. Если некоторые парниковые газы (например CO_2, N_2O, перфторуглероды) имеют длительный жизненный цикл в атмосфере (около столетия или больше), то время полураспада аэрозолей измеряется всего лишь несколькими днями. ***Ключевые неопределенности*** являются неотъемлемой частью допущений, лежащих в основе широкого круга сценариев будущих выбросов, содержащихся в СДСВ, а следовательно, и количественного определения будущих концентраций. Эти неопределенности относятся к увеличению численности населения, технологическому прогрессу, экономическому росту и структурам управления, плохо поддающимся количественному определению. Кроме того, существующие сценарии взаимодействия озона и аэрозолей в нижних слоях атмосферы неадекватны. В связи с недостаточным пониманием всевозможных факторов, присущих процессу моделирования круговорота углерода и учета влияния обратных реакций климата, возникают меньшие неопределенности. Учет всех этих неопределенностей приводит нас к выводу о том, что концентрация CO_2 в 2100 году будет варьироваться в примерных пределах от 490 млн.$^{-1}$ до 1260 млн.$^{-1}$ (против приблизительно 280 млн.$^{-1}$ в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368 млн.$^{-1}$ в 2000 году).

B2.4, B3.3, B3.5 и B5.3

9.11 **Повышение концентрации CO_2 в XXI веке будет, вне всякого сомнения, преимущественно обусловлено выбросами CO_2 в результате сжигания ископаемых видов топлива.** Это подразумевается рядом сценариев, содержащихся в СДСВ, согласно которым выбросы в результате сжигания ископаемых видов топлива будут преобладать над возможными биосферными источниками и поглотителями CO_2. По расчетам, даже если бы можно было восстановить весь углерод в биосфере Земли (например путем лесовозобновления), который высвобождался на протяжении долгого времени вследствие изменений в землепользовании, то концентрация CO_2 снизилась бы в пределах от 40 до 70 млн.$^{-1}$. Здесь существуют ***ключевые неопределенности***, относящиеся к влиянию изменений в землепользовании и ответным реакциям биосферы на поглощение, аккумулирование и высвобождение углерода, который, в свою очередь, влияет на концентрации CO_2.

B4.11 и B7.4

Будущие изменения регионального и глобального климата

9.12 **В течение XX века климат изменился; согласно прогнозам, еще большие изменения ожидаются в XXI веке.**

9.13 **Прогнозы, рассчитанные во всех сценариях, содержащихся в СДСВ, свидетельствуют о дальнейшем повышении средней температуры поверхности Земли в глобальном масштабе в течение XXI века, причем прогнозируемые темпы потепления вполне могут оказаться, если исходить из палеоклиматических данных, беспрецедентными за последние 10 000 лет (рисунок 9-1b).** Весьма вероятно, что температура практически во всех континентальных районах будет повышаться быстрее, нежели средняя глобальная температура, в особенности в тех, которые расположены в высоких северных широтах, и, преимущественно, в зимний период времени. Также вероятно увеличение числа жарких дней, сокращение числа холодных дней, волн холода и морозных дней, а также уменьшение дневного диапазона температур.

B3.7, B3.11 и B4.5

9.14 **В более теплом мире гидрологический цикл станет интенсивней.** Согласно прогнозам, ожидается общее увеличение числа экстремальных явлений в глобальном масштабе. Более интенсивные экстремальные явления (и, как следствие,

B2.24, B3.8, B3.12, B4.2 и B4.6

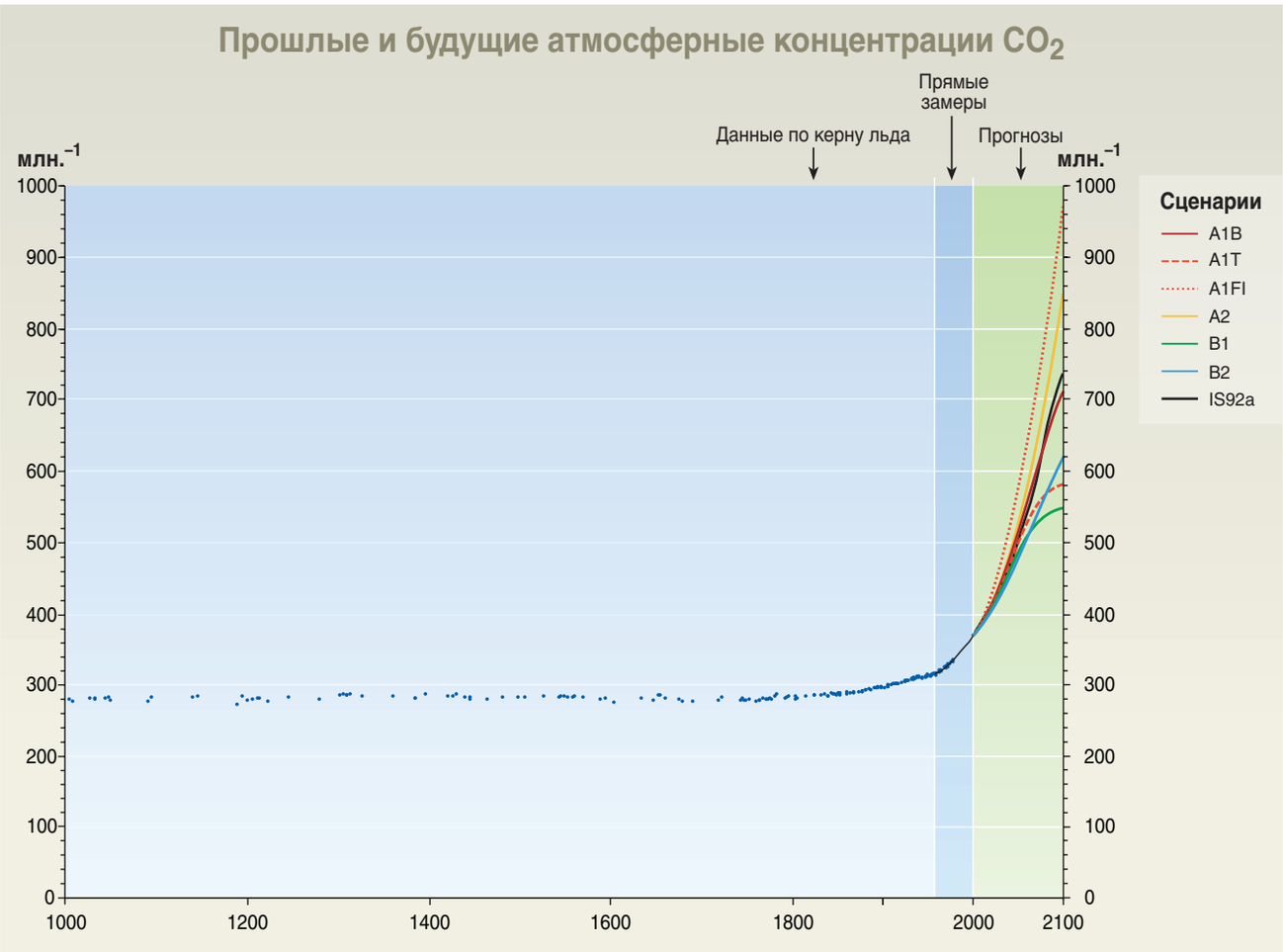


Рисунок 9-1a. Атмосферная концентрация CO_2 в период с 1000 по 2000 год, определенная на основании данных по керну льда и прямых атмосферных замеров в течение нескольких прошлых десятилетий. Прогнозы концентрации CO_2 на период 2000-2100 годов основаны на шести иллюстративных сценариях СДСВ и IS92a (для сопоставления с ВДО).

РГI ТДО РП, рисунки 2a и 5b

наводнения) весьма вероятны во многих районах, впрочем, как и усиление обезвоживания в летнее время и связанный с этим вероятный риск возникновения засух во внутренних континентальных районах, расположенных в средних широтах. При незначительных изменениях масштабов явления Эль-Ниньо и даже при их

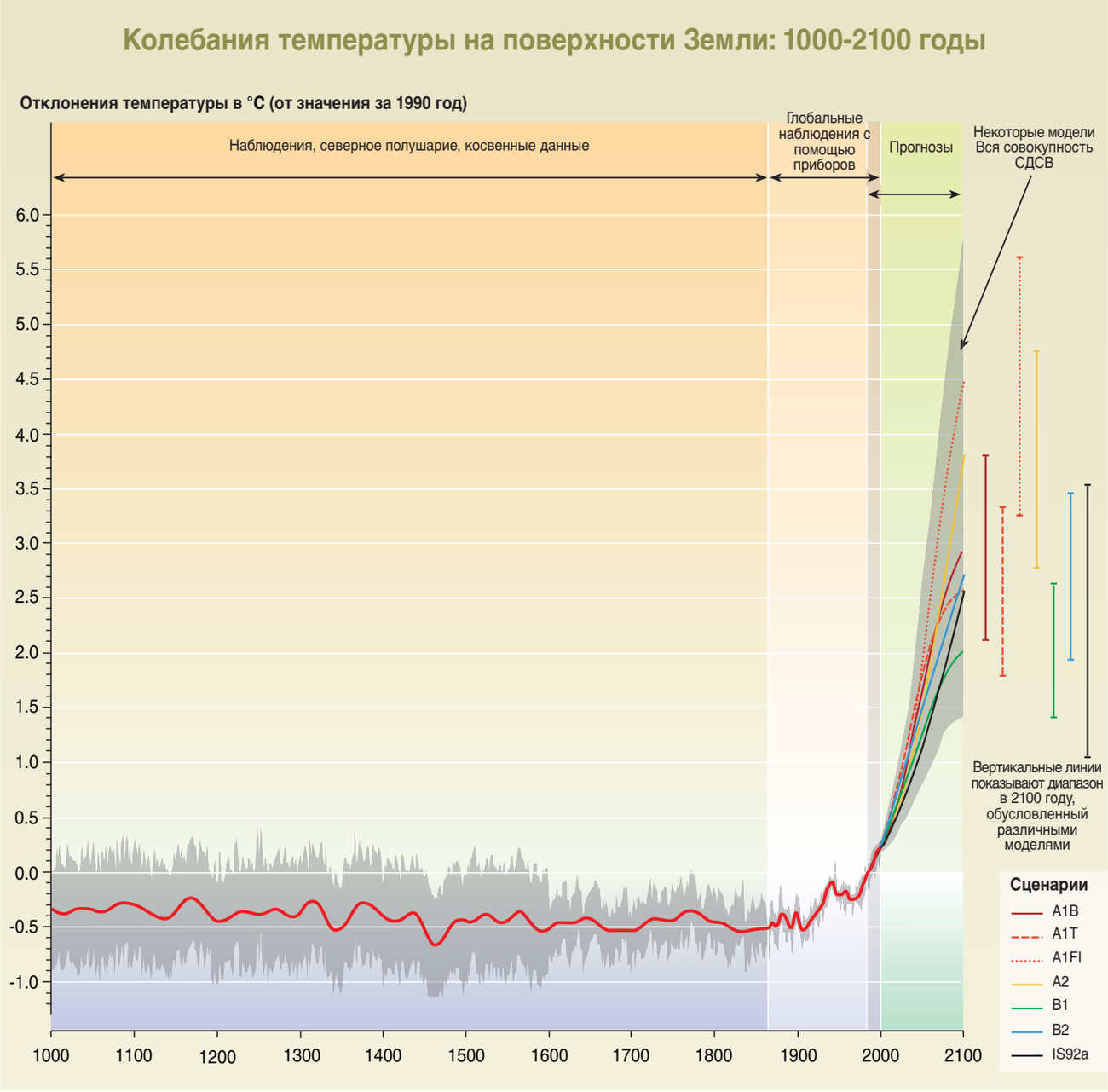


Рисунок 9-1b. Колебания температуры на поверхности Земли: 1000-2100 годы. На рисунке показаны колебания средней температуры на поверхности Земли в северном полушарии за период с 1000 по 1860 год, рассчитанные на базе косвенных данных (годовые кольца деревьев, кораллы, керны льда и регистрация данных за прошлый период) (соответствующих данных по южному полушарию нет). Линия на графике показывает среднюю температуру за 50 лет, а серая затененная зона – 95-процентный доверительный уровень годовых данных. На участке с 1860 по 2000 год показаны колебания глобальной и среднегодовой температуры на поверхности на основе регистрации с помощью приборов; линия на этом участке показывает среднюю величину за 10 лет. За период с 2000 по 2100 год прогнозируемая глобальная средняя температура на поверхности показана по шести иллюстративным сценариям СДСВ и IS92a с использованием модели средней чувствительности климата. Серый затененный участок, помеченный “некоторые модели, вся совокупность СДСВ”, показывает диапазон результатов, полученных с помощью полного набора 35 сценариев СДСВ, в дополнение к результатам, полученным на основании моделей с иной чувствительностью климата.

РГI ТДО РП, рисунок 1b и 5d

отсутствии увеличение глобальной средней температуры, вероятнее всего, повлечет за собой экстремальные явления больших масштабов в виде обезвоживания и ливней и повысит опасность возникновения засух и наводнений, которые происходят в результате воздействия Эль-Ниньо в разных районах мира.

9.15 **В более теплом мире уровень моря будет повышаться, преимущественно вследствие теплового расширения и общей потери массы ледников и ледяных шапок, причем повышение уровня моря будет продолжаться в течение сотен лет даже после стабилизации концентраций парниковых газов.** Это обуславливается длительным временем реагирования глубоководных слоев океана на изменение климата. Ледяной покров же будет и впредь продолжать реагировать на изменение климата в течение целых тысячелетий. Согласно прогнозам, основанным на моделях, локальное (среднегодовое) потепление более чем на 3°C, сохраняющееся в течение многих тысячелетий, приведет к фактически полному таянию ледникового покрова Гренландии, в результате чего уровень моря повысится приблизительно на 7 метров.

B3.9, B3.14, B4.15 и B5.4

9.16 ***Ключевые неопределенности***, влияющие на количественное определение и детализацию будущих прогнозов изменения климата, включают неопределенности, относящиеся к сценариям СДСВ и к прогнозированию изменения климата на основе моделей, которые, в частности, касаются понимания ключевых процессов обратных реакций в климатической системе и особенно механизмов, обуславливаемых облаками, водными парами и аэрозолями (включая их косвенные воздействия). Согласно ряду прогнозов, учитывающих и эти неопределенности, температура поверхности Земли, как ожидается, возрастет в период с 1990 по 2100 год на 1,4 - 8 °C, а уровень моря повысится на 0,09 - 0,88 метров. Другая неопределенность касается понимания распределения вероятности наступления тех или иных событий, связанной с прогнозированием температуры и уровня моря в ряде сценариев, содержащихся в СДСВ. ***Ключевые неопределенности*** также оказывают влияние на детализацию прогнозов региональных изменений климата и его воздействий, что обусловлено ограниченными возможностями региональных моделей и их зависимостью от глобальных моделей, а также противоречивостью выводов, полученных на основе различных моделей, описывающих, главным образом, изменение климата в некоторых районах и экстремальные явления. Еще одна ключевая неопределенность связана с механизмами, количественной оценкой, временными масштабами и вероятностью наступления крупномасштабных внезапных/нелинейных изменений (например таких, как термохалинная циркуляция вод океанов).

B3.6, B3.9 и B4.9-19

Региональные и глобальные воздействия, вызванные изменением климата

9.17 **Прогнозируемое изменение климата будет оказывать в одних случаях благотворное, а в других отрицательное влияние как на экологические, так и на социально-экономические системы, однако чем больше будут изменения и темпы изменений климата, тем сильнее будут проявляться отрицательные последствия.**

9.18 **Изменения в региональном климате, главным образом повышение температуры, уже сказались и будут сказываться и впредь на различных совокупностях физических и биологических систем в разных частях света.** Можно, например, наблюдать следующие изменения: сокращение площади ледников, уменьшение толщины выпавшего за сезон снежного покрова, подтаивание вечной мерзлоты, позднее замерзание и раннее таяние льда на реках и озерах, исчезновение льда в арктических морях, увеличение продолжительности периодов роста в средних и высоких широтах, сдвиг ареалов распространения животных и растений в сторону полюсов и вверх по высоте над уровнем моря, изменения в сезонном развитии некоторых растений и животных, вымирание некоторых популяций животных и

B3.14 и B3.18-21

растений и разрушение коралловых рифов. Согласно любому сценарию, содержащемуся в СДСВ, для которого тенденции потепления на XXI век в два-десять раз превышают среднюю величину потепления, отмеченную в течение XX века, наблюдаемые темпы изменений в будущем, как ожидается, увеличатся. Многие физические системы весьма уязвимы к изменению климата. Например, вследствие повышения уровня моря усилится воздействие штормовых волн на прибрежные районы, а ледники и вечная мерзлота будут продолжать отступать. В некоторых районах, расположенных в средних и высоких широтах, небольшое повышение температуры вызовет увеличение продуктивности растений (деревьев и некоторых сельскохозяйственных культур). Однако, в целом, с повышением температуры на несколько °C в большинстве районов Земли она снизится. Согласно прогнозам, в большей части тропических и субтропических районов практически любое небольшое повышение температуры на несколько ("a few") °C также повлечет за собой уменьшение сбора урожая.

9.19 **Экосистемы и виды уязвимы к изменению климата и другим стрессам (как это подтверждается наблюдаемыми воздействиями в результате региональных изменений температуры в последнее время), причем некоторые из них подвергнутся необратимым разрушениям или гибели.** В группу риска входят следующие природные системы: коралловые рифы и атоллы, мангровые заросли, бореальные и тропические леса, полярные и высокогорные экосистемы, водно-болотистые угодья в степных районах и оставшиеся естественные пастбища. Если в результате изменения климата численность и ареал обитания некоторых видов может увеличиться, то в целом оно приведет к увеличению существующей опасности исчезновения некоторых наиболее уязвимых видов и к сокращению биоразнообразия. В настоящее время *точно установлено*, что географические масштабы общего ущерба или потерь, а также число затронутых систем будет увеличиваться по мере увеличения масштабов и темпов изменения климата.

B3.18

9.20 **Неблагоприятные воздействия, обусловленные изменением климата, лягут непропорционально тяжелым бременем на развивающиеся страны и неимущие группы населения во всех странах.** Прогнозируемые изменения климатических экстремальных явлений могут серьезно сказаться, главным образом, на водных ресурсах, на продовольственной безопасности и здоровье людей. Ущерб, невзгоды и гибель людей, вызванные такими явлениями, как засухи, наводнения, волны тепла, лавины, оползни и штормы, наглядно показывают уязвимость человеческого общества и природных систем к экстремальным климатическим явлениям, количество которых, согласно наблюдениям, в течение последних десятилетий имеет тенденцию к увеличению. Если по прогнозам в будущем уровень осадков в целом увеличится, то их интенсивность и частота, вероятно, увеличатся намного больше, что приведет в течение XXI века к повышению вероятности экстремальных явлений обезвоживания и ливней и, как следствие, к засухам и наводнениям. Все эти изменения в сочетании с дефицитом водных ресурсов (который уже проявляется в связи с повышением спроса) окажут негативное воздействие, в особенности на продовольственную безопасность и здоровье населения в развивающихся странах. Напротив, частота и масштабы экстремальных низкотемпературных явлений, например заморозков, будут, согласно прогнозам, уменьшаться, оказывая в одних случаях благотворное, в других отрицательное влияние.

B3.17, B3.21-22 и B3.33

9.21 **Население, проживающее на небольших островах и/или в низинных прибрежных районах, подвержено особой опасности проявления отрицательных социально-экономических воздействий в результате повышения уровня моря и штормовых приливов.** Десятки миллионов людей, проживающих в дельтах, низинных прибрежных районах и на небольших островах столкнутся с угрозой выселения. Дальнейшие негативные воздействия будут обусловлены интрузией соленых вод и наводнениями, вызванными штормовыми приливами, исчезновением приливно-отливных зон побережья и уменьшением расхода речных стоков.

B3.23-24

9.22 Возникновение ***ключевых неопределенностей*** в процессе идентификации и количественного определения климатических воздействий обуславливается недостатком надежных данных о местных и региональных изменениях климата, в особенности при прогнозировании экстремальных явлений; неадекватным учетом последствий изменения параметров экстремальных явлений и стихийных бедствий при оценках их воздействия; нехваткой знаний для понимания некоторых нелинейных процессов и ответных реакций; неопределенностями в калькуляции ущерба, обусловленного климатическими воздействиями; нехваткой соответствующих данных и недостаточным пониманием ключевых процессов, происходящих в различных районах; неопределенностями в оценке и прогнозировании ответной реакции экологических и социальных систем (например воздействие заболеваний, передаваемых посредством воды и переносчиками инфекций), а также экономических систем на воздействия, вызываемые изменением климата и другими стрессами, такими, как изменения в землепользовании, локальные загрязнения и тому подобное.

B3.13, B4.10 и B4.18-19

Расходы и выгоды, связанные с адаптацией, и возможные варианты смягчения последствий.

9.23 **Адаптация является необходимостью; связанные с ней расходы можно снизить путем упреждения, анализа и планирования.**

9.24 **Так как изменение климата и связанные с ним воздействия уже происходят, то адаптация является уже не всего лишь одной из возможностей, а настоятельной необходимостью. Упреждающая и ответная адаптация, различные формы которой будут варьироваться в зависимости от местоположения и сектора, обладает необходимым потенциалом для уменьшения отрицательных последствий, вызванных изменением климата, усиления благотворных воздействий и получения незамедлительных дополнительных выгод, однако предотвратить весь ущерб она не может.** Впрочем ее потенциал намного более ограничен по отношению к природным системам, нежели к социально-экономическим. Способность различных районов адаптироваться к изменению климата сильно зависит от их нынешнего и будущего уровня социально-экономического развития и их подверженности климатическим стрессам. Поэтому развивающиеся страны обладают намного более ограниченным потенциалом к адаптации и, согласно прогнозам, будут больше всего подвержены отрицательным последствиям. Адаптация, как представляется, проходит легче, если изменение климата умеренно и/или постепенно, нежели велико и/или внезапно. Если изменение климата в каком-либо районе происходит быстрей, чем ожидалось (особенно в том, что касается климатических экстремальных явлений), то способность к адаптации в целях снижения степени уязвимости социально-экономических систем будет снижена.

B3.26-28 и B3.33

9.25 **Расходы, связанные с адаптацией, могут быть сокращены за счет упреждения и планомерной деятельности, причем многие расходы могут оказаться сравнительно небольшими, особенно в том случае, если стратегия и меры по адаптации способствуют достижению других целей устойчивого развития.**

3.31 и B3.36-37

9.26 ***Ключевые неопределенности***, относящиеся к адаптации, обусловлены неадекватным отражением в моделях локальных изменений; недальновидностью; недостаточным знанием выгод и издержек; возможными побочными последствиями, в том числе приемлемостью и оперативностью осуществления соответствующих программ; различными барьерами на пути реализации мер по адаптации и ограниченными возможностями и способностями к адаптации развитых стран.

B3.27

9.27 **Основной экономической выгодой, обусловленной деятельностью по смягчению последствий, является упреждение затрат, связанных с отрицательными последствиями изменения климата.**

9.28 **Сокращение выбросов парниковых газов (смягчение последствий) приведет к снижению нагрузки на природные и социально-экономические системы, обусловленной изменением климата.** Всесторонней количественной оценки основных глобальных выгод, обусловленных деятельностью по смягчению последствий, не существует. Вследствие увеличения средней температуры на несколько ("a few") °C по сравнению с 1990 годом, Земля подвергается воздействиям преимущественно отрицательного характера, следовательно основная чистая выгода от деятельности по смягчению последствий носит позитивный характер. ***Ключевая неопределенность*** здесь обуславливается чистым балансом между негативными и благотворными воздействиями, вызванными изменением климата при увеличении температуры менее чем на несколько ("a few") °C. Вместе с тем за этими усредненными данными скрываются существенные региональные колебания.

B6.10

9.29 **Меры по смягчению последствий требуют затрат и обеспечивают дополнительные выгоды.**

9.30 **Для достижения стабилизации концентраций парниковых газов в глобальном масштабе необходимо обеспечить значительное сокращение их выбросов.** Например, для большинства важнейших парниковых газов антропогенного происхождения модели изменения круговорота углерода показывают, что стабилизация атмосферных концентраций CO_2 на уровнях 450, 650 или 1000 млн.$^{-1}$ предполагает необходимость снижения глобальных антропогенных выбросов CO_2 до уровней, которые были бы ниже уровней 1990 года, в течение нескольких десятилетий, приблизительно одного столетия или примерно двух столетий соответственно и дальнейшего их устойчивого снижения по прошествии этих периодов. Выбросы достигнут своих пиковых величин примерно через 1-2 десятилетия (450 млн.$^{-1}$) и приблизительно через столетие (1000 млн.$^{-1}$), считая с сегодняшнего дня. Со временем для стабилизации концентраций выбросы CO_2 должны будут снизиться до очень небольшой доли от нынешнего уровня выбросов. ***Ключевые неопределенности*** здесь относятся к вероятности возникновения ответных реакций, вызванных изменением климата, и различными путями социально-экономического развития, а также к тому, как эти факторы повлияют на сроки сокращения выбросов.

B6.4

9.31 **Расходы и выгоды, связанные со смягчением последствий, варьируются в широких пределах в зависимости от сектора и страны, а также от схемы социально-экономического развития.** В общем и целом, проще дать оценку по таким секторам, как угольная промышленность, возможно нефтегазовая промышленность и некоторые другие энергоемкие отрасли, зависящие от энергии, вырабатываемой за счет сжигания ископаемых видов топлива, которые, весьма вероятно, испытают экономические затруднения вследствие принятия мер по смягчению последствий. Причиненный им экономический ущерб будет более быстрым, более сосредоточенным и более определенным. Однако сектора, которые используют возобновляемые источники энергии, а также различные службы и новые отрасли промышленности, развитию которых способствует спрос на те виды топлива и производственные технологии, которые обеспечивают низкий уровень выбросов, окажутся, вероятно, в более выгодном положении. Различные страны и схемы социально-экономического развития характеризуются широким спектром разнообразных энергетических структур, поэтому для каждой страны и для каждой схемы будут характерны свои выгоды и свои издержки, связанные с принятием мер по смягчению последствий. Налоги на углерод могут оказать негативное воздействие на группы с низким уровнем дохода, если только налоговые поступления не будут использоваться прямо или косвенно для компенсации такого рода воздействий.

B7.14, B7.17 и B7.34

9.32 **Нагрузка, связанная с ограничением выбросов, на страны, включенные в приложение I, влечет за собой точно установленные, хотя и неодинаковые "побочные" последствия для стран, не включенных в приложение I.** Анализы воздействий, обусловленных нагрузками, связанными с ограничением выбросов,

B7.19

на страны, включенные в приложение I, свидетельствуют о вероятности снижения как прогнозируемого ВВП, так и прогнозируемых поступлений от нефти стран – экспортеров нефти, не включенных в приложение I, ниже уровней, которые имели бы место в ином случае.

9.33 **Сценарии с более низкими уровнями выбросов предполагают необходимость наличия иных схем развития энергоресурсов и активизации НИОКР в области энергетики в целях содействия ускоренной разработке и внедрению передовых экологически безопасных технологий в области энергетики.** Можно практически с уверенностью утверждать, что выбросы CO_2 в результате сжигания ископаемых видов топлива будут оказывать доминирующее влияние на тенденции в атмосферной концентрации CO_2 в течение XXI века. Данные о ресурсах, проанализированные в ТДО, могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Ресурсы ископаемых видов топлива не позволят ограничить выбросы углерода в течение XXI века. Что касается количества углерода, содержащегося в разведанных традиционных запасах нефти и газа, то оно гораздо меньше количества суммарных выбросов углерода, связанных со стабилизацией CO_2 на уровнях от 450 млн.$^{-1}$ и выше[25]. Эти данные о ресурсах могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Выбор комбинации энергоресурсов и связанных с этим технологий и инвестиций – либо в большей степени в направлении эксплуатации нетрадиционных ресурсов нефти и газа, либо в направлении использования иных источников энергии, помимо ископаемых видов топлива, или же в направлении технологий производства энергии на базе ископаемых видов топлива, но с рекуперацией и хранением углерода – позволит определить, могут ли быть стабилизированы концентрации парниковых газов, и, если могут, то на каком уровне и за счет каких издержек. ***Ключевые неопределенности здесь*** обуславливаются будущей относительной стоимостью энергии и видов топлива на основе углерода и относительной технической и экономической привлекательностью альтернативных методов производства энергии, основанных на использовании неископаемых видов топлива по сравнению с эксплуатацией нетрадиционных ресурсов нефти и газа.

B7.27

9.34 **С момента подготовки ВДО в 1995 году достигнут существенный прогресс в областях энергосбережения и технологий, обеспечивающих низкий выброс углерода, и этот прогресс оказался более быстрым, чем предполагалось.** Чистое сокращение выбросов может быть, в частности, достигнуто путем улучшения технологий производства и потребления энергоресурсов, перехода к технологиям с низким или нулевым выбросом парниковых газов, рекуперации CO_2 и его хранения, совершенствования системы землепользования и практики лесного хозяйства и перехода к более устойчивым формам жизнедеятельности. Значительный прогресс наблюдается в развитии ветряных турбин, солнечной энергетики, автомобилей с “гибридным” двигателями, топливных батарей и подземного хранения CO_2. ***Ключевыми неопределенностями*** здесь являются: (а) вероятность технологического прорыва, который вызовет значительное уменьшение стоимости энергии и видов топлива на углеродной основе, и (б) будущие масштабы частных и государственных расходов на исследования и разработку этих технологий.

B7.3

9.35 **Исследования, рассмотренные в ВДО, предполагают значительные технологические и другие возможности для снижения затрат, связанных со смягчением последствий. Меры реагирования на изменение климата на национальном уровне могут быть более эффективными, если они представляют собой своего рода набор программных инструментов, нацеленных на ограничение или сокращение чистых выбросов парниковых**

B7.6-7, B7.14-15, B7.20, B7.23 и B7, вставка 7-1

[25] Ссылка на конкретный уровень концентрации не предполагает установленной на согласованной основе целесообразности стабилизации именно на этом уровне.

газов. На повышение затрат, связанных со смягчением последствий, значительное влияние оказывают схемы социально-экономического развития, в том числе те схемы, которые предполагают значительное увеличение выбросов парниковых газов, требующих принятия более существенных мер по смягчению последствий для достижения задач стабилизации, а следовательно, и связанных с более существенными затратами. Эти затраты могут быть значительно сокращены или даже обращены в чистые прибыли в случае применения комплекса программных мер реагирования (в том числе и тех, которые могут содействовать преодолению барьеров) в таких масштабах, которые позволили бы в рамках различных стратегий воспользоваться «беспроигрышными» возможностями в следующих областях:

- *Технологические варианты.* Технологические варианты могут обеспечить глобальное сокращение выбросов в размере 1,9-2,6 Гт $C_{эк}$ в год к 2010 году и 3,6-5,0 Гт $C_{эк}$ в год к 2020 году. Половина этого сокращения выбросов может быть достигнута при помощи лишь одного из компонентов экономических издержек (чистый капитал, эксплуатационные расходы и расходы на техническое обслуживание) в условиях превышения прямых выгод над прямыми расходами, а другая половина – за счет другого компонента экономических издержек в пределах от 0 до 100 долл. США на т $C_{эк}$[26]. В зависимости от сценария выбросов, за период времени с 2010 по 2020 год глобальные выбросы можно было бы сократить до уровней, ниже уровней 2000 года. ***Ключевые неопределенности*** здесь заключаются в идентификации, масштабах и характере барьеров, которые препятствуют внедрению перспективных технологий, обеспечивающих низкий уровень выбросов, а также в оценках затрат, необходимых для преодоления этих барьеров.
- *Дополнительные выгоды.* В зависимости от ряда факторов (таких, как местоположение источника выбросов парниковых газов, господствующий местный климат, плотность населения, его состав и состояние здоровья) масштабы дополнительных выгод, вызванных смягчением последствий, могут быть сопоставимы с затратами по реализации мер и стратегий в области смягчения последствий. ***Ключевыми неопределенностями*** здесь являются масштабы и локализация выгод, связанных с научной оценкой и стоимостным определением опасностей для здоровья людей, вызванных загрязнением воздуха, главным образом тех из них, которые обусловлены тонкодисперсными аэрозолями и частицами;
- *Двойные дивиденды.* Некоторые инструменты (такие, как налоги или продажа лицензий) обеспечивают поступления в государственную казну. Если эти поступления используются для обеспечения сокращения существующих налогов, для которых характерны рыночные перекосы (“рециклирование” налоговых поступлений), то они позволяют снизить экономические издержки, связанные с сокращением выбросов парниковых газов. Масштабы этой компенсации зависят от существующей налоговой системы, вариантов снижения налогов, условий на рынке труда и методов “рециклирования”. При определенных обстоятельствах, возможен вариант, при котором экономические выгоды могут превысить издержки, связанные со смягчением последствий. ***Ключевые неопределенности***, касающиеся общих чистых затрат на деятельность по смягчению последствий, варьируются в зависимости от страны и зависят от налоговой системы, масштаба перекосов и допустимых вариантов снижения налогов.

9.36 **Исследования, проведенные на основе моделей, показали, что торговля выбросами приведет к снижению расходов по смягчению последствий для участников этой торговли.** Глобальные исследования с помощью моделирования, результаты которых в значительной мере зависят от допущений, показывают, что расходы на деятельность по смягчению последствий с учетом выполнения киотских целей, вероятно, снизятся в условиях беспрепятственной торговли разрешениями на

B7.18-19

[26] Эти оценки расходов получены с использованием коэффициентов дисконтирования в пределах 5-12% по ценам за 1998 год, что соответствует коэффициентам дисконтирования, используемым в государственном секторе. Внутренние коэффициенты окупаемости в частном секторе варьируются в весьма широких пределах и зачастую значительно выше.

выбросы углерода в рамках группы стран, включенных в приложение B[27]. В случае *стран ОЭСР*, *включенных* в *приложение I*[28], их суммарные расходы, как можно ожидать, в условиях беспрепятственной торговли разрешениями на выбросы снизятся наполовину. Что касается *стран с переходной экономикой*, *включенных в приложение I*, то, согласно прогнозам, их расходы останутся на том же уровне, причем в некоторых случаях может произойти увеличение их ВВП на несколько процентов. Расходы *стран – экспортеров нефти*, *не включенных в приложение I*, могут также сократиться в условиях такого рода торговли. Ожидается, что общий эффект от торговли будет благотворным и для *других стран, не включенных в приложение* I. В тех странах, в которых в условиях отсутствия торговли со странами, включенными в приложение I, могут иметь место выгоды и убытки, такая торговля может привести лишь к незначительным изменениям. ***Ключевые неопределенности*** здесь обуславливаются порядком базовых расходов, варьирующихся в широких пределах в зависимости от страны и от того, каким образом стоимость этих затрат будет изменяться (а) с улучшением применяемых методов и (б) с ослаблением допущений, на которых строятся модели. Такого рода допущения касаются:

- степени освобождения от налогов в связи со свободной торговлей разрешениями на выбросы на согласованной основе с другими стратегиями и мерами;
- оценки различных рыночных перекосов;
- степени освобождения от налогов в связи с вынужденными техническими изменениями;
- включения дополнительных выгод;
- возможностей получения двойных дивидендов;
- включения стратегий в области ограничения выбросов парниковых газов, помимо CO_2, и неэнергетических источников всех парниковых газов (например CH_4 в сельском хозяйстве);
- компенсации за счет поглотителей.

9.37 **Хотя прогнозы по результатам моделирования показывают, что глобальная тенденция роста ВВП в долгосрочном плане не слишком подвержена влиянию мер по смягчению последствий посредством стабилизации, они, тем не менее, ничего не говорят о возможности более крупных колебаний, которые могут произойти в течение более коротких промежутков времени и в пределах секторов или регионов.**

B7.25

9.38 **Неожиданная государственная политика (“непредвиденные затруднения”) с внезапными краткосрочными последствиями может обойтись экономике страны гораздо дороже, нежели прогнозируемые стратегии, предусматривающие последовательные действия.** ***Ключевая неопределенность*** масштабов этих затрат определяется наличием хорошо разработанных проектов на случай чрезвычайных обстоятельств, обуславливающих изменение стратегий (например в результате внезапного переосмысления общественностью проблемы изменения климата). Другие ***ключевые неопределенности*** этих затрат определяются вероятностью быстрых краткосрочных воздействий, которые включают резкое сокращение стоимости неуглеродоемких видов продукции и процессов; переход к технологиям, обеспечивающим низкий уровень выбросов; переход к более устойчивому образу жизни – или ведут к ним.

B7.24 и B7.31

9.39 **Краткосрочные действия по смягчению последствий и адаптации приведут к ослаблению рисков.** Вследствие длительных интервалов запаздывания, связанных

B7.24 и B7.31

[27] *Страны, включенные в приложение B* – группа стран, включенных в приложение B к Киотскому протоколу, которая согласилась взять на себя обязательство по достижению соответствующей цели сокращения выбросов парниковых газов; в нее входят все страны, включенные в приложение I (с изменениями 1998 года), кроме Турции и Беларуси.

[28] *Страны, включенные в приложение I* – группа стран, включенных в приложение I к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата; в нее входят все развитые страны – члены Организации экономического сотрудничества и развития и страны с переходной экономикой.

как с климатической системой (например, ~ 100 лет для атмосферного CO_2), так и с ответными мерами со стороны людей, краткосрочные действия по смягчению последствий и адаптации приведут к снижению рисков. Инерция взаимодействия климатических, экологических и социально-экономических систем является основной причиной, по которой упреждающие меры по адаптации и смягчению последствий носят благотворный характер.

9.40 **Меры по адаптации могут дополнять меры по смягчению последствий в рамках затратоэффективной стратегии в области снижения рисков, связанных с изменением климата; вместе они могут способствовать достижению целей устойчивого развития.** Одни схемы, которые сосредоточены на социальных, экономических и экологических элементах устойчивого развития, могут обуславливать меньшие выбросы парниковых газов, чем другие схемы, поэтому уровень дополнительных стратегий и мер, необходимых для достижения определенного уровня стабилизации и связанные с ними затраты также могут быть ниже. ***Ключевой неопределенностью*** здесь является нехватка соответствующих знаний в области взаимодействия изменения климата и других экологических и связанных с ними социально-экономических последствий, а также темпы изменений в процессе интеграции основных глобальных конвенций и протоколов, имеющих отношение к климату (например тех, которые затрагивают вопросы мировой торговли, трансграничного загрязнения, биоразнообразия, опустынивания, истощения стратосферного озона, здравоохранения и продовольственной безопасности). Кроме того, в отдельных странах весьма неопределенны темпы интеграции концепций устойчивого развития в процессы разработки политики.

B1.9 и B8.21-28

9.41 **Схемы развития, соответствующие целям устойчивого развития, могут обеспечить более низкие уровни выбросов парниковых газов**. На сегодняшний день ключевой выбор в вопросе будущих схем развития и климата уже делается как в развитых, так и в развивающихся странах. В целях оказания помощи в оценке выгод и затрат, связанных с адаптацией и смягчением последствий, лица, определяющие политику, могут воспользоваться имеющейся информацией по целому ряду вариантов и устойчивых схем развития. Затраты на упреждающую адаптацию могут быть намного меньшими, нежели на ответные меры по адаптации. Смягчение последствий, вызванных изменением климата, может привести к ослаблению и отсрочке воздействий, снизить ущерб и дать человечеству, а также животному и растительному миру больше времени для адаптации.

B5.22, B7.25 и B8.26

Дальнейшая работа

9.42 **В ТДО был достигнут значительный прогресс по многим аспектам знаний, необходимых для понимания механизма изменения климата и мер реагирования на него со стороны людей**. Однако до сих пор существует много важных областей, в которых необходимо провести дополнительную работу, в частности:

- обнаружение и объяснение изменений климата;
- понимание и предсказание региональных изменений климата и экстремальных климатических явлений;
- количественное определение воздействий, обусловленных изменением климата, на глобальном, региональном и местном уровнях;
- анализ деятельности по адаптации и смягчению последствий;
- интеграция всех аспектов проблемы изменения климата в стратегии устойчивого развития;
- всестороннее и комплексное исследование в порядке аргументированного подтверждения суждения о том, что представляет собой «опасное антропогенное воздействие на климатическую систему».

РГI ТДО РП, РГII ТДО РП и РГIII ТДО РП

Изменение климата, 2001 г.
Обобщенный доклад

Резюме рабочих групп

Резюме для лиц, определяющих политику, и технические резюме рабочих групп

Рабочая группа I: Научные аспекты

Рабочая группа II: Последствия, адаптация и уязвимость

Рабочая группа III: Смягчение воздействий

Изменение климата, 2001 г.
Научные аспекты

Резюме рабочей группы I

Резюме для лиц, определяющих политику

Доклад рабочей группы I Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Техническое резюме доклада рабочей группы I

Доклад, принятый в целом рабочей группой I Межправительственной группы экспертов по изменению климата, но не одобренный построчно

Вклад рабочей группы I в Третий доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Содержание

Резюме для лиц, определяющих политику **I-1**

Источник информации: Резюме для лиц, определяющих политику I-19

Техническое резюме **I-21**

A. Введение **I-23**
A.1 МГЭИК и ее рабочие группы I-23
A.2 Первый и Второй доклады об оценках рабочей группы I I-23
A.3 Третий доклад об оценках: настоящее Техническое резюме I-25

B. Наблюдаемые изменения в климатической системе **I-26**
B.1 Наблюдаемые изменения в температуре I-27
B.2 Наблюдаемые изменения в количестве атмосферных осадков и во влажности атмосферы I-30
B.3 Наблюдаемые изменения в площади снежного покрова и материкового и морского льда I-31
B.4 Наблюдаемые изменения в уровне моря I-31
B.5 Наблюдаемые изменения в системах атмосферной и океанической циркуляции I-33
B.6 Наблюдаемые изменения в изменчивости климата и в экстремальных метеорологических и климатических явлениях I-34
B.7 Обобщенная картина: потепление на земном шаре и другие изменения в климатической системе I-34

C. Воздействующие факторы, вызывающие изменение климата **I-36**
C.1 Наблюдаемые изменения в концентрациях полностью перемешанных в глобальном масштабе парниковых газов и в радиационном воздействии I-38
C.2 Наблюдаемые изменения в других радиационно значимых газах I-44
C.3 Наблюдаемые и смоделированные изменения в аэрозолях I-46
C.4 Наблюдаемые изменения в других антропогенных воздействующих факторах I-47
C.5 Наблюдаемые и смоделированные изменения в солнечной и вулканической активности I-47
C.6 Возможности глобального потепления I-47

D. Моделирование климатической системы и ее изменений **I-47**
D.1 Климатические процессы и обратные связи I-49
D.2 Совмещенные системы I-53
D.3 Методы районирования I-55
D.4 Общая оценка способностей I-55

E. Обнаружение влияния деятельности человека на изменение климата **I-56**
E.1 Значение обнаружения и объяснения I-57
E.2 Более продолжительная и более тщательная проверка зарегистрированных данных наблюдений I-57
E.3 Новые модельные оценки внутренней изменчивости I-57
E.4 Новые оценки реакций на естественное воздействие I-58
E.5 Чувствительность к оценкам проявлений изменения климата I-58
E.6 Более широкий диапазон методов обнаружения I-59
E.7 Остающиеся неопределенности в обнаружении и объяснении I-61
E.8 Резюме I-61

F. Проекции будущего климата Земли **I-61**
F.1 Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ) I-61
F.2 Проекции будущих изменений концентрации парниковых газов и аэрозолей I-64

F.3 Проекции будущих изменений температуры I-66
F.4 Проекции будущих изменений осадков I-70
F.5 Проекции будущих изменений в экстремальных явлениях I-70
F.6 Проекции будущих изменений в термохалинной циркуляции I-72
F.7 Проекции будущих изменений в моделях естественной изменчивости I-73
F.8 Проекции будущих изменений материкового льда (ледников, ледниковых куполов и ледовых щитов), морского льда и снежного покрова I-74
F.9 Проекции будущих изменений уровня моря I-75
F.10 Проекции будущих изменений откликов при стабилизации концентрации CO_2 . . . . . I-75

G. Как содействовать лучшему пониманию I-77
G.1 Данные I-78
G.2 Климатические процессы и моделирование I-78
G.3 Гуманитарные аспекты I-80
G.4 Международная рамочная основа I-80
Источник информации: Техническое резюме I-81

Глоссарий I-85

Изменение климата, 2001 г.
Научные аспекты

Резюме для лиц, определяющих политику

Доклад рабочей группы I Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Основан на проекте, подготовленном следующими авторами:

Даниэль Л. Олбриттон, Майлс Р. Аллен, Альфонс П. М.Баеде, Джон А. Черч, Ульрих Кубаш, Дай Сяосу, Дин Ихуэй, Дитер Х. Эххалт, Кристофер К Фолланд, Филиппо Джорджи, Джонатан М. Грегори, Дэвид Дж. Григгс, Джим М. Хейвуд, Брюс Хьюитсон, Джон Т. Хоутон, Джоанна И. Хаус, Мишель Хаем, Айвар Изаксен, Виктор Дж. Джерамилло, Акутан Джейараман, Катрин А. Джонсон, Фортюнат Джоос, Сильви Джассам, Томас Карл, Дэвид Дж. Кароль, Харун С. Кешги, Коррин Ле Кер, Кэти Маскел, Луис Дж. Мата, Бриан Дж. Мак-Авени, Мэк Мак-Фарланд, Линда О. Мирнс, Джеральд А. Михл, Л. Гилван Мейра-Фило, Валентин П. Мелешко, Джон Ф. Б. Митчелл, Берьен Мур, Рекард К. Мугара, Мария Ногуэр, Бурухани С. Ньенци, Микаэл Оппенгеймер, Джойс И. Пеннер, Стивен Поллоне, Мишель Пратер, И. Колин Прентис, Венкатчала Рамасвами, Армандо Рамирез-Ройяс, Сара К. Б. Рейпер, М. Джим Сэленджер, Роберт Дж. Шолес, Сюзан Соломон, Томас Ф. Стокер, Джон В. Р. Стоун, Рональд Дж. Стоуфер, Кевин И. Тренберт, Мин-Син Ван, Роберт Т. Уотсон, Кок С. Яп, Джон Зиллман,

с учетом материалов, представленных многими авторами и рецензентами.

Введение

Третий доклад об оценках рабочей группы I Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) основан на прошлых оценках и на новых результатах, полученных в ходе проводившихся в течение последних пяти лет научных исследований изменения климата[1]. В подготовке настоящего доклада и его редактировании приняли участие многие сотни ученых[2] из многих стран.

В настоящем Резюме для лиц, определяющих политику (РП), которое было одобрено правительствами членов МГЭИК в Шанхае в январе 2001 г.[3], описывается современное состояние знаний о климатической системе и даются оценки ее прогнозируемой эволюции в будущем и связанных с этим неопределенностей. С более подробными сведениями об этом можно ознакомиться в основополагающем докладе, а добавленные указания на источники информации обеспечивают перекрестные ссылки на главы доклада.

Всевозрастающий объем данных наблюдений дает обобщенную картину потепления на земном шаре и других изменений в климатической системе.

В период после выпуска Второго доклада об оценках (ВДО[4]) благодаря дополнительным данным из новых исследований современного климата и палеоклимата, усовершенствованному анализу комплектов данных, более тщательной оценке их качества и сравнениям данных из разных источников удалось достичь лучшего понимания явления изменения климата.

Глобальная средняя приземная температура повысилась в течение XX столетия примерно на 0,6 °C.

- Глобальная средняя приземная температура (среднее значение температуры воздуха около поверхности суши и температуры поверхности моря) в период после 1861 г. повышалась. В XX столетии это повышение составило 0,6+0,2 °C[5,6] (рисунок РП-1a). Это значение примерно на 0,15 °C больше, чем значение, оценочно определенное в ВДО, за период до 1994 г., что связано с сравнительно высокими температурами в дополнительно учитываемые годы (1995—2000 гг.) и улучшением методов обработки данных. В этих цифрах учтены различные поправки, включая влияние городских островов тепла. Зарегистрированные данные демонстрируют наличие значительной изменчивости; например, потепление в XX столетии происходило большей частью в течение двух периодов: с 1910 г. по 1945 г. и с 1976 г. по 2000 г.

- В глобальном масштабе, весьма вероятно[7], что в период с 1861 г. 1990-е годы были самым теплым десятилетием, а 1998 г. — самым теплым годом за всю историю приборных наблюдений (см. рисунок РП-1a).

- Новые анализы косвенных данных по северному полушарию свидетельствуют о том, что повышение температуры в XX столетии, вероятно[7], было самым значительным из всех столетий в течение последних 1000 лет. Вероятно[7] также, что в северном полушарии 1990-е годы были самым теплым десятилетием, а 1998 г. — самым теплым годом (рисунок РП-1b). Что касается среднегодовых значений в период, предшествовавший последним 1000 лет, и условий, превалировавших в большей части южного полушария до 1861 г., из-за недостатка данных о них известно меньше.

- В среднем в период между 1950 г. и 1993 г. суточная минимальная температура воздуха в ночное время над сушей увеличивалась примерно на 0,2 °C в десятилетие. Это примерно в два раза превышает темпы повышения суточной максимальной температуры воздуха в дневное время (0,1 °C в десятилетие). Такое явление способствовало продлению свободного от заморозков сезона во многих регионах в средних и высоких широтах. Увеличение температуры поверхности моря за этот же период было примерно на половину меньше, чем увеличение средней температуры приземного воздуха над сушей.

Значения температуры в самых нижних 8 километрах атмосферы за последние четыре десятилетия повысились.

- В период с конца 1950-х годов (период проведения надлежащих наблюдений с метеорологических шаровзондов) общая глобальная температура в самых нижних 8 км атмосферы повысилась; при этом приземная температура повышалась на 0,1 °C в десятилетие.

---

1 Понятие «изменение климата», которое использует МГЭИК, относится к любому происходящему в ходе времени изменению в климате независимо от того, вызывается ли оно естественной изменчивостью или деятельностью человека. Такое использование этого понятия отличается от его использования в Рамочной конвенции об изменении климата, где понятие «изменение климата» относится к изменению климата, которое объясняется прямым или косвенным воздействием деятельности человека, изменяющей состав глобальной атмосферы, и которое происходит в дополнение к естественной изменчивости климата, наблюдаемой в сопоставимые периоды времени.

2 В целом 122 ведущих автора-координатора и ведущих автора, 515 специалистов, представивших материалы, 21 редактор-рецензент и 420 экспертов-рецензентов.

3 В работе восьмой сессии рабочей группы I, проходившей в Шанхае с 17 по 20 января 2001 г., приняли участие делегации 99 стран-членов МГЭИК.

4 Второй доклад об оценках МГЭИК в настоящем Резюме для лиц, определяющих политику, обозначается как ВДО.

5 Тренды температуры, как правило, округляются до ближайших 0,05 °C в единицу времени, при этом периоды времени часто бывают ограничены наличием данных.

6 В общем используется уровень статистической значимости в 5 %, а уровень достоверности — в 95 %.

7 В настоящем Резюме для лиц, определяющих политику, и в Техническом резюме для обозначения субъективных оценок степени достоверности используются, по мере приемлемости, следующие понятия: *практически достоверно* (вероятность более 99 % того, что результат является правильным); *весьма вероятно* (90—99 % вероятности); *вероятно* (66—90 % вероятности); *средняя вероятность* (33—66 % вероятности); *маловероятно* (10—33 % вероятности); *весьма маловероятно* (1—10 % вероятности); *практически невероятно* (вероятность менее 1 %). С более подробными сведениями читатель может ознакомиться в соответствующих отдельных главах.

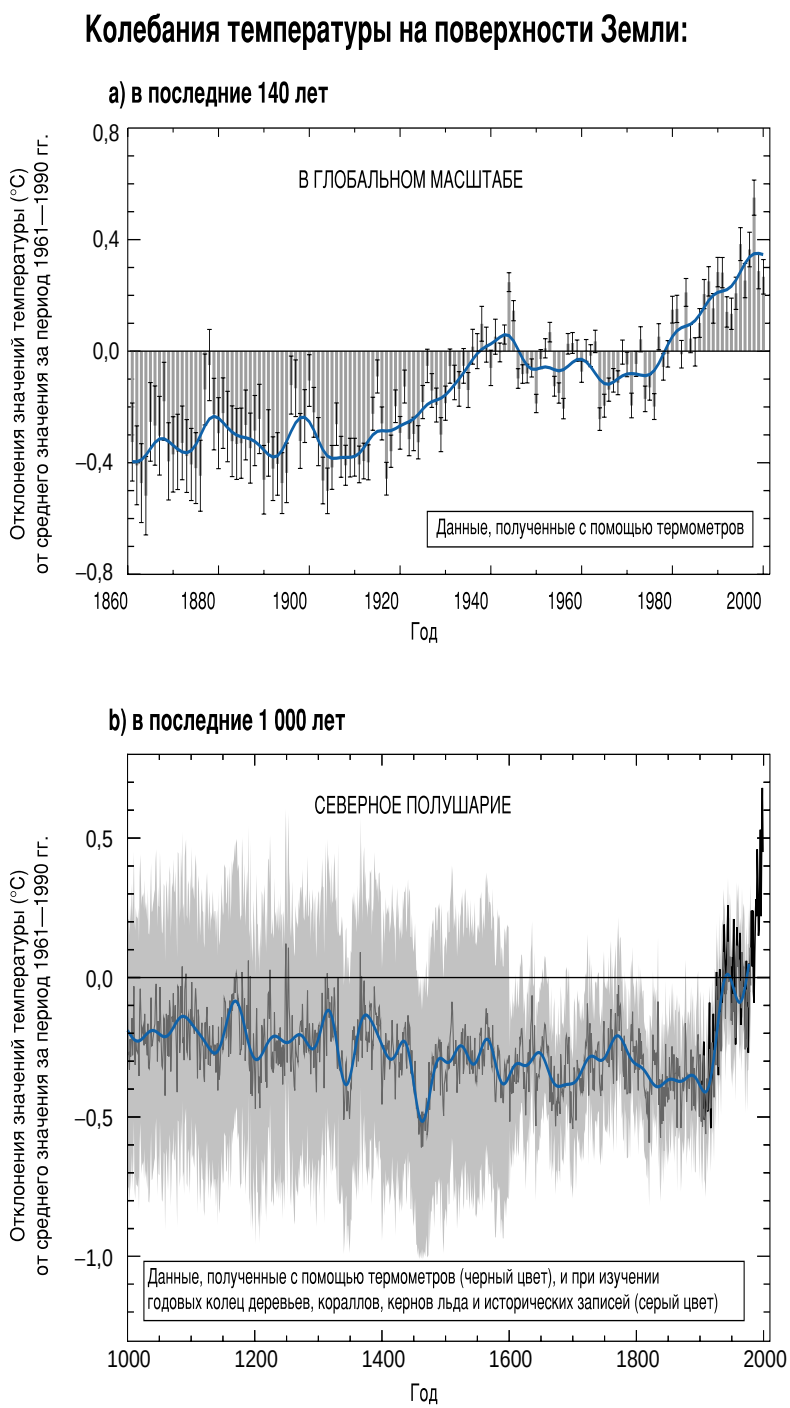


Рисунок РП-1. Колебания температуры на поверхности Земли в последние 140 лет и в последнее тысячелетие

a) Температура поверхности Земли показана за каждый год (серые столбики) и приблизительно за каждое десятилетие (синяя линия, отфильтрованная годовая кривая без учета флуктуаций, которые меньше примерно десятилетних временных масштабов). В годовых данных существуют неопределенности (тонкие черные столбики представляют диапазон со степенью достоверности в 95 %), что связано с пробелами в данных, случайными ошибками и неопределенностями в показаниях приборов, неопределенностями в поправках на смещение в данных о температуре поверхности океана и в поправках на урбанизацию на суше. За периоды как последних 140 лет, так и последних 100 лет, наилучшая оценка свидетельствует о том, что глобальная средняя приземная температура повысилась на 0,6±0,2 °C.

b) В дополнение к этому на основе косвенных данных, выверенных в сравнении с данными термометров (см. перечень основных косвенных данных в диаграмме), были воссозданы годовые (серая кривая) и усредненные за 50 лет (синяя кривая) колебания средней приземной температуры в северном полушарии за последние 1000 лет. Диапазон со степенью достоверности в 95 % в годовых данных представлен закрашенными в серый цвет участками. Эти неопределенности возрастают для более отдаленных периодов времени и всегда являются гораздо большими, чем для полученных с помощью приборов данных, поскольку используются сравнительно разреженные косвенные данные. Тем не менее, можно сделать вывод, что темпы и продолжительность потепления в XX столетии были гораздо большими, чем в любое из предыдущих девяти столетий. Аналогичным образом, вероятно[7],
что 1990-е годы были самым теплым десятилетием, а 1998 г. — самым теплым годом за последнее тысячелетие.

[Основано на: a) глава 2, рисунок 2.7c, и b) глава 2, рисунок 2.20]

- За период с 1979 г., когда начали проводиться спутниковые наблюдения, данные измерений как с помощью спутников, так и с помощью метеорологических шаров-зондов, свидетельствуют о том, что глобальная средняя температура в самых нижних 8 км атмосферы изменялась на +0,05 + 0,10 °C в десятилетие, в то время как глобальная средняя приземная температура повышалась более значительными темпами на +0,15 + 0,05 °C в десятилетие. Различие в темпах потепления в данном случае является статистически значимым. Это различие наблюдается главным образом в тропических и субтропических регионах.

- Самые нижние 8 км атмосферы и поверхность Земли испытывают на себе различное влияние таких факторов, как истощение озонового слоя в стратосфере, атмосферные аэрозоли и явление Эль-Ниньо. В связи с этим вполне правдоподобным с физической точки зрения представляется, что в короткий период времени (например 20 лет) могут наметиться различия в трендах температуры. Кроме того, методы измерений из космоса также могут служить причиной некоторых различий в трендах, однако вопрос об этих различиях полностью не решен.

Протяженность снежного покрова и льда уменьшилась.

- Полученные с помощью спутников данные свидетельствуют о том, что в период с конца 1960-х годов протяженность снежного покрова, весьма вероятно[7], уменьшилась примерно на 10 %, а данные наземных наблюдений показывают, что в течение XX столетия, весьма вероятно[7], происходило уменьшение примерно на две недели продолжительности ежегодного сохранения ледового покрова на озерах и реках в средних и высоких широтах северного полушария.

- В течение XX столетия происходило повсеместное отступление горных ледников в неполярных регионах.

- Протяженность морского льда в весенний и летний периоды в северном полушарии в период после 1950-х годов уменьшилась примерно на 10—15 %. Вероятно[7], что в последние десятилетия толщина морского льда в Арктике в сезон позднего лета-ранней осени уменьшилась примерно на 40 %, в то время как толщина морского льда в зимний сезон уменьшалась гораздо медленнее.

Глобальный средний уровень моря повысился, а теплосодержание океанов увеличилось.

- Данные, полученные с помощью мареографов, свидетельствуют о том, что глобальный средний уровень моря повысился в течение XX столетия на 0,1—0,2 м.

- Глобальное теплосодержание океанов возросло в период с конца 1950-х годов — период, за который имеются адекватные данные наблюдений за температурой подповерхностного слоя океана.

Изменения произошли также и в других важных аспектах климата.

- Весьма вероятно[7], что количество атмосферных осадков увеличивалось на 0,5—1 % в десятилетие в течение XX столетия на большинстве территорий континентов в средних и высоких широтах северного полушария, а количество дождевых осадков над районами суши в тропиках (10° с. ш.—10° ю. ш.) увеличивалось на 0,2—0,3 % в десятилетие. Увеличение количества осадков в тропиках в последние несколько десятилетий не является очевидным. Также вероятно[7], что количество дождевых осадков в большинстве субтропических (10° с. ш. — 30° с. ш.) районов суши в северном полушарии в течение XX столетия уменьшалось примерно на 0,3 % в десятилетие. В отличие от северного полушария, в южном полушарии никаких сопоставимых систематических изменений в общих широтных средних значениях обнаружено не было. Для определения трендов в количестве атмосферных осадков над океанами данных недостаточно.

- Вероятно[7], что в средних и высоких широтах северного полушария во второй половине XX столетия на 2—4 % возросла частота явлений интенсивных осадков. Увеличение числа явлений интенсивных осадков может объясняться рядом причин, например, изменениями во влажности атмосферы, грозовой активности и активности крупномасштабных штормов.

- Вероятно[7], что в течение XX столетия произошло увеличение на 2 % облачного покрова над районами суши в средних-высоких широтах. В большинстве районов эти тренды хорошо соотносятся с наблюдаемым уменьшением диапазона суточной температуры.

- Весьма вероятно[7], что в период с 1950 г. происходило уменьшение частоты возникновения экстремально низких температур при небольшом увеличении частоты возникновения экстремально высоких температур.

- Теплые эпизоды явления Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО) (которое оказывает постоянное влияние на региональные колебания температуры и количество атмосферных осадков в большинстве районов в тропиках и субтропиках и в некоторых районах в средних широтах) стали более частыми, устойчивыми и интенсивными, начиная с середины 1970-х годов по сравнению с предыдущими 100 годами.

- В течение XX столетия (1900—1995 гг.) увеличение территорий суши на земном шаре, испытывающих воздействия суровых засух или суровых явлений излишнего увлажнения, было сравнительно небольшим. Во многих регионах над этими изменениями доминировала изменчивость климата в междесятилетних и многодесятилетних масштабах, например изменение ЭНСО в направлении более теплых явлений.

- В некоторых регионах, например в некоторых частях Азии и Африки, в последние десятилетия наблюдалось увеличение частоты и интенсивности засух.

Некоторые важные аспекты климата, как представляется, не претерпели изменений.

- В некоторых районах земного шара в последние десятилетия потепление не наблюдалось; в основном это некоторые части океанов в южном полушарии и части Антарктики.

- Начиная с 1978 г., т.е. в период проведения надежных измерений со спутников, никаких значительных трендов в протяженности морского льда в Антарктике выявлено не было.

- Над изменениями в интенсивности и частоте тропических и внетропических штормов в глобальном масштабе доминируют колебания в междесятилетних-многодесятилетних масштабах, причем никаких значимых трендов в течение XX столетия в этих явлениях выявлено не было. Противоречивость проводимых

анализов затрудняет разработку окончательных выводов об изменениях в активности штормов, особенно в районах вне тропиков.

- Никаких систематических изменений в частоте возникновения торнадо, грозовых дней или выпадений града при анализах по ограниченным районам выявлено не было.

Выбросы парниковых газов и аэрозолей в результате деятельности человека продолжают изменять атмосферу таким образом, что это может, по предположениям, неблагоприятно повлиять на климат.

Изменения в климате происходят в результате как внутренней изменчивости в климатической системе, так и воздействия внешних факторов (как естественного, так и антропогенного характера). Влияние внешних факторов на климат может быть в общих чертах представлено с использованием концепции радиационного воздействия[8]. Положительное радиационное воздействие, такое, как возникающее в результате увеличения концентраций парниковых газов, имеет тенденцию нагревать поверхность. Отрицательное радиационное воздействие, которое может возникнуть в результате увеличения содержания в атмосфере некоторых видов аэрозолей (находящихся в воздухе микроскопических частиц), имеет тенденцию охлаждать поверхность. Естественные факторы, такие, как изменения в приходящей на Землю энергии солнца или активизировавшаяся вулканическая деятельность, также могут служить причиной радиационного воздействия. Определение характеристик этих воздействующих на климат факторов и их изменений в ходе времени (см. рисунок РП-2) необходимо для того, чтобы получить представление об изменениях климата в прошлом в контексте естественных колебаний и спрогнозировать изменения климата, которые могут возникнуть в будущем. На рисунке РП-3 представлены современные оценки радиационного воздействия, возникающего в результате увеличения концентраций атмосферных составляющих и действия других механизмов.

Концентрации парниковых газов в атмосфере и их радиационное воздействие продолжают возрастать в результате деятельности человека.

- Концентрация двуокиси углерода (CO_2) в атмосфере в период с 1750 г. возросла на 31 %. Ни в последние 420 000 лет, ни, вероятно[7], в течение последних 20 млн лет концентрация CO_2 не была столь высокой, как сегодня. Наблюдающиеся на сегодняшний день темпы ее увеличения беспрецедентны по меньшей мере в последние 20 000 лет.

- Примерно три четвертых антропогенных выбросов CO_2 в атмосферу в течение последних 20 лет происходят из-за сжигания ископаемых видов топлива. Остальная часть в основном объясняется изменениями в землепользовании (особенно уничтожением лесов).

- В настоящее время океаны и суша вместе поглощают примерно половину антропогенных выбросов CO_2. На суше поглощение антропогенного CO_2 в период 1990-х годов, весьма вероятно[7], превышало высвобождение CO_2 в результате уничтожения лесов.

- Темпы увеличения концентрации CO_2 в атмосфере в течение последних двух десятилетий составляли примерно 1,5 млн$^{-1}$ [9] (0,4 %) в год. В 1990-х годах происходившее из года в год увеличение варьировалось от 0,9 млн$^{-1}$ (0,2 %) до 2,8 млн$^{-1}$ (0,8 %). Такие колебания большей частью объясняются влиянием изменчивости климата (например явлений Эль-Ниньо) на поглощение и высвобождение CO_2 сушей и океанами.

- Концентрация метана (CH_4) в атмосфере увеличилась на 1060 млрд$^{-1}$ [9] (151 %) в период с 1750 г. и продолжает возрастать. За последние 420 000 лет такой высокой концентрации CH_4, как сегодня, не наблюдалось. Ежегодное увеличение концентрации CH_4 в 1990-х годах замедлилось и стало более изменчивым по сравнению с 1980-ми годами. Несколько более половины текущих выбросов CH_4 носят антропогенный характер (например: связаны с использованием ископаемых видов топлива, разведением крупного рогатого скота, возделыванием риса и наличием мусорных свалок). В дополнение к этому одной из причин повышения концентрации CH_4 в последнее время были признаны выбросы окиси углерода (CO).

- Концентрация закиси азота (N_2O) в атмосфере увеличилась на 46 млрд$^{-1}$ (17 %) в период с 1750 г. и продолжает возрастать. За последние как минимум тысячу лет не наблюдалось столь высокой концентрации N_2O, как сегодня. Примерно одна треть современных выбросов N_2O носит антропогенный характер (их источниками являются, например: сельскохозяйственные почвы, откормочные площадки для крупного рогатого скота и химическая промышленность).

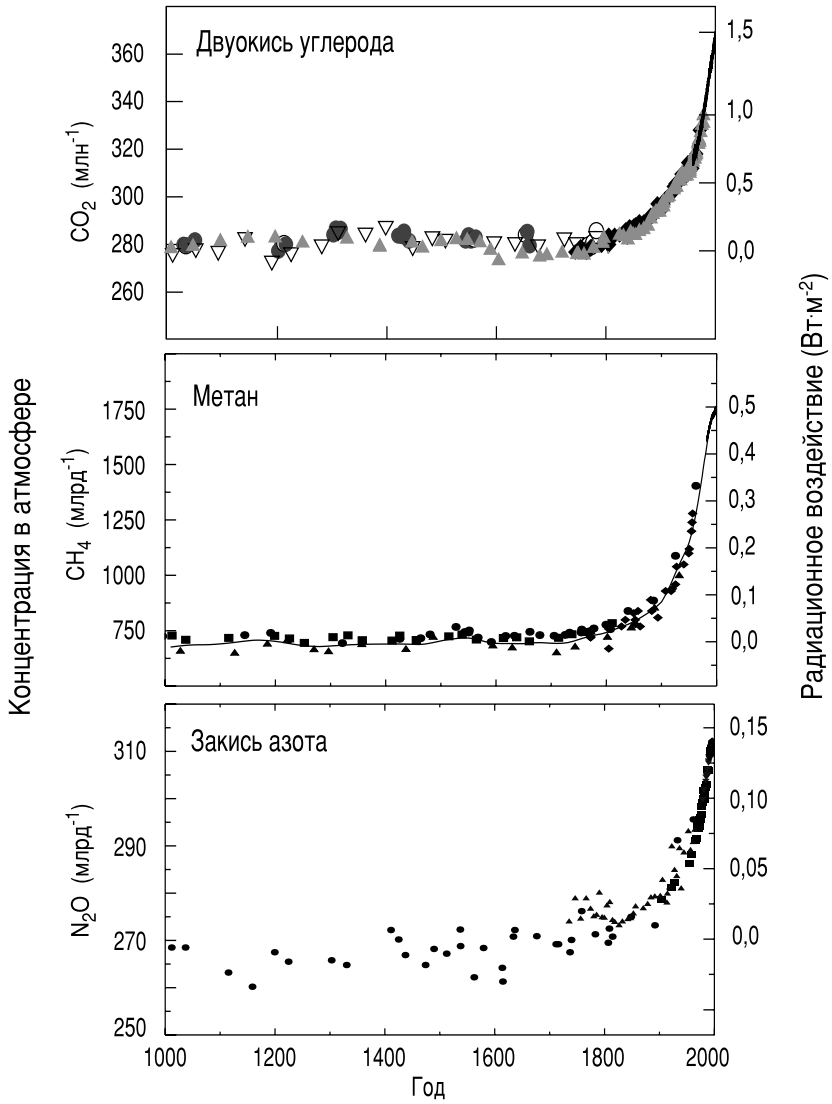
- Начиная с 1995 г. концентрации многих галоидуглеродных газов, которые являются одновременно озоноразрушающими и парниковыми газами (например $CFCl_3$ и CF_2Cl_2), в атмосфере либо возрастали более медленными темпами, либо уменьшались в связи с сокращением выбросов согласно предписаниям Монреальского протокола и поправок к нему. Соединения, которые являются их заменителями (например CHF_2Cl и CF_3CH_2F), и некоторые другие синтетические соединения (например перфторуглероды (ПФУ) и гексафторид серы (SF_6)) также являются парниковыми газами и их концентрации в настоящее время возрастают.

[8] *Радиационное воздействие* — это мера влияния, которое тот или иной фактор оказывает на изменение баланса приходящей и уходящей энергии в системе «Земля-атмосфера», а также показатель значимости конкретного фактора в качестве потенциального механизма изменения климата. Оно выражается в ваттах на квадратный метр (Вт·м$^{-2}$).

[9] млн$^{-1}$ (миллионных долей) или млрд$^{-1}$ (миллиардных долей, 1 миллиард = 1000 миллионов) — это отношение количества молекул парникового газа к общему количеству молекул сухого воздуха. Например, 300 млн$^{-1}$ означают 300 молекул парникового газа на миллион молекул сухого воздуха.

Показатели влияния действий человека на атмосферу в индустриальную эру

a) Концентрации в глобальной атмосфере трех полностью перемешанных парниковых газов



b) Осаждения сульфатных аэрозолей в льде Гренландии

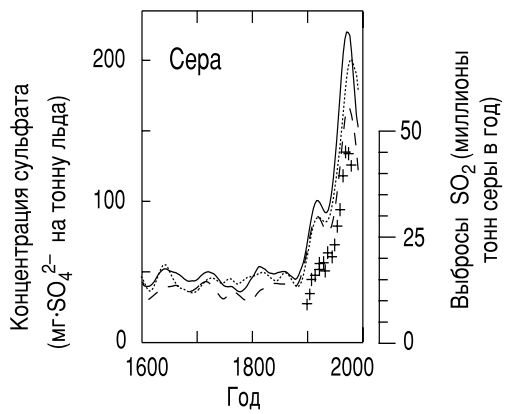


Рисунок РП-2. Зарегистрированные за продолжительный период данные об изменениях состава атмосферы в прошлом обеспечивают контекст для определения влияния антропогенных выбросов.

a) на рисунке показаны изменения в концентрациях двуокиси углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) в атмосфере в последние 1000 лет. Данные, полученные при исследовании кернов льда и фирна, отобранных в нескольких точках в Антарктике и Гренландии (показаны разными символами), дополнены данными, полученными при исследовании непосредственных образцов атмосферы в последние несколько десятилетий (показаны линией для CO_2 и вставлены в кривую, представляющую глобальную среднюю концентрацию CH_4). Оценочное положительное радиационное воздействие этих газов на климатическую систему показано на шкале справа. Поскольку эти газы существуют в атмосфере в течение десятилетия или большего срока, они полностью перемешиваются, и их концентрации отражают выбросы из источников по всему земному шару. Все три графика свидетельствуют о крупномасштабном и всевозрастающем увеличении антропогенных выбросов в индустриальную эру.

b) на рисунке проиллюстрировано влияние промышленных выбросов на концентрации сульфата в атмосфере, которые ведут к отрицательному радиационному воздействию. Показано историческое изменение концентраций сульфата, однако не в атмосфере, а в кернах льда, отобранных в Гренландии (показаны линиями, из которых удалены эпизодические воздействия извержений вулканов). Такие данные указывают на локальное осаждение сульфатных аэрозолей в конкретной точке, отражая величины выбросов двуокиси серы (SO_2) в средних широтах северного полушария. Эти зарегистрированные данные, хотя и носят более региональный характер, чем данные о перемешанных парниковых газах в глобальном масштабе, свидетельствуют о значительном росте антропогенных выбросов SO_2 в индустриальную эру. Символы в виде плюсов означают соответствующие региональные оценочные выбросы SO_2 (шкала справа).

[На основе: a) — глава 3, рисунок 3.2b (CO_2); глава 4, рисунок 4.1a и b (CH_4), и глава 4, рисунок 4.2 (N_2O), и b) — глава 5, рисунок 5.4a]

- Радиационное воздействие, являющееся следствием увеличения концентраций полностью перемешанных парниковых газов в период с 1750 г. до 2000 г., оценивается как равное 2,43 Вт·м$^{-2}$, при этом 1,46 Вт·м$^{-2}$ — от CO_2; 0,48 Вт·м$^{-2}$ — от CH_4; 0,34 Вт·м$^{-2}$ — от галоидуглеродов; и 0,15 Вт·м$^{-2}$ от N_2O. (См. рисунок РП-3, где проиллюстрированы также существующие неопределенности).
- Наблюдавшееся в период с 1979 г. по 2000 г. истощение озонового (O_3) слоя в стратосфере вызвало отрицательное радиационное воздействие (-0,15 Вт·м$^{-2}$). При предположении о том, что современные предписания в отношении галоидуглеродов будут полностью выполняться, положительное воздействие галоидуглеродов будет уменьшаться так же, как и величина отрицательного воздействия, из-за

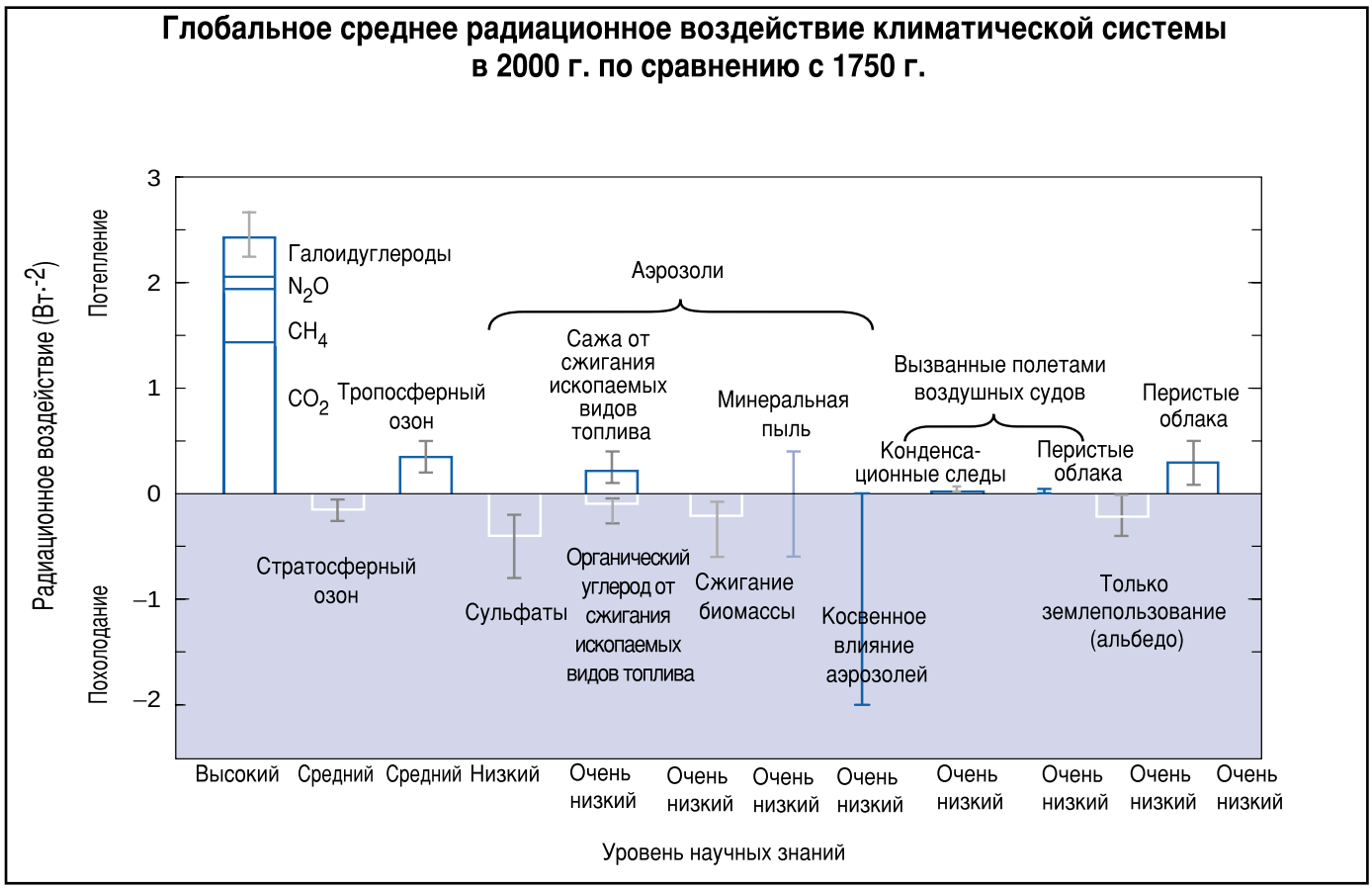


Рисунок РП-3. Изменение климата вызвано многими внешними факторами.

Показанные на рисунке виды радиационного воздействия объясняются изменениями в составе атмосферы, изменением отражательной способности поверхности в результате землепользования и колебаниями в излучаемой Солнцем энергии. За исключением колебаний солнечной энергии, каждый вид воздействия так или иначе связан с деятельностью человека. Прямоугольные столбики на рисунке представляют оценочные значения вкладов этих воздействующих факторов — некоторые из них способствуют потеплению, а некоторые — похолоданию. Воздействие, связанное с эпизодическими извержениями вулканов, ведущими к возникновению отрицательного воздействия, сохраняющегося в течение всего лишь нескольких лет, на рисунке не показано. Отраженное на рисунке косвенное влияние аэрозолей представляет собой их влияние на размеры и количество капель в облаках. Второе косвенное влияние аэрозолей на облака, а именно их влияние на продолжительность существования облаков, которое также ведет к возникновению отрицательного воздействия, на рисунке не показано. Виды влияния авиации на парниковые газы показаны в виде отдельных столбиков. Вертикальная линия при прямоугольнике указывает на диапазон оценок, которые определяются опубликованными значениями воздействий и физическим пониманием. Некоторые из воздействующих факторов характеризуются гораздо большей степенью определенности, чем другие. Вертикальная линия вне прямоугольника означает такое воздействие, для которого не дано никакой наилучшей оценки из-за существования слишком больших неопределенностей. Как уже отмечено, общий уровень научного понимания каждого воздействующего фактора весьма различен. Некоторые вещества, вызывающие радиационное воздействие, сильно перемешаны над земным шаром, как например CO_2, в результате чего нарушается глобальный тепловой баланс. Другие вещества вызывают пертурбации, обладающие скорее региональным характером, что связано с их пространственным распределением, например аэрозоли. По этой и по другим причинам нельзя ожидать, что простая сумма положительных и отрицательных столбиков на рисунке отобразит нетто-влияние на климатическую систему. Результаты моделирования в рамках настоящего Доклада об оценках (например рисунок РП-5) свидетельствуют о том, что оценочное нетто-влияние этих пертурбаций привело в период после 1750 г. к потеплению глобального климата. [Основано на: глава 6, рисунок 6.6]

истощения озона в стратосфере по мере того, как озоновый слой будет восстанавливаться в течение XXI столетия.

- Общее количество O_3 в тропосфере, по оценкам, возросло в период с 1750 г. на 36 %, что объясняется в основном антропогенными выбросами нескольких образующих O_3 газов. Это соответствует положительному радиационному воздействию в 0,35 Вт·м$^{-2}$. Воздействие O_3 значительно варьируется в зависимости от регионов и реагирует гораздо быстрее на изменения в выбросах, чем долго сохраняющиеся в атмосфере парниковые газы, такие, как CO_2.

Антропогенные аэрозоли недолго сохраняются в атмосфере и вызывают в основном отрицательное радиационное воздействие.

- Основными источниками антропогенных аэрозолей являются сжигание ископаемых видов топлива и сжигание биомассы. Эти источники также являются одной из причин ухудшения качества воздуха и кислотных осаждений.

- В период после выпуска ВДО были достигнуты значительные успехи в совершенствовании определения прямой радиационной роли различных видов аэрозолей. Прямое радиационное воздействие, согласно оценкам, составляет для сульфата: -0,4 Вт·м$^{-2}$, для аэрозолей от сжигания биомассы: -0,2 Вт·м$^{-2}$, для аэрозолей, содержащих органический углерод от сжигания ископаемых видов топлива: -0,1 Вт·м$^{-2}$ и для аэрозолей, содержащих сажу от сжигания ископаемых видов топлива: +0,2 Вт·м$^{-2}$. Количественно определить общее прямое влияние аэрозолей и его эволюцию в ходе времени можно лишь с гораздо меньшей степенью достоверности, чем для газов, перечисленных выше. Аэрозоли также в значительной степени варьируются по регионам и быстро реагируют на изменения в выбросах.

- Аэрозоли, в дополнение к своему прямому радиационному воздействию, оказывают также косвенное радиационное воздействие путем своего влияния на облака. В настоящее время появляется все больше свидетельств этого косвенного влияния, являющегося отрицательным, хотя его величина весьма неопределенна.

В течение последнего столетия вклад естественных факторов в радиационное воздействие был небольшим.

- Радиационное воздействие, связанное с изменениями в солнечном излучении в период с 1750 г., составляет, по оценкам, примерно +0,3 Вт·м$^{-2}$, причем большая его часть проявилась в первой половине XX столетия. Начиная с конца 1970-х годов измерения с помощью спутников показали, что существуют небольшие колебания, связанные с 11-летним солнечным циклом. Были предложены объяснения механизмов усиления влияния Солнца на климат, однако в настоящее время ощущается недостаток как надежных теоретических основ, так и данных наблюдений.

- Аэрозоли, появляющиеся в стратосфере в результате извержений вулканов, приводят к отрицательному воздействию, сохраняющемуся в течение нескольких лет. Несколько крупных извержений вулканов произошли в периоды 1880—1920 гг. и 1960—1991 гг.

- Комбинированное изменение радиационного воздействия двух основных естественных факторов (колебаний солнечного излучения и аэрозолей от извержения вулканов) является, по оценкам, отрицательным в течение последних двух, а возможно, и последних четырех десятилетий.

Доверие к способности моделей прогнозировать будущий климат возросло.

Для получения подробных оценок обратных связей и региональных характеристик необходимы сложные, физически обоснованные модели климата. Такие модели пока еще не могут охватить все аспекты климата (например, они все еще не могут полностью учесть наблюдающуюся с 1979 г. тенденцию в разнице температур на поверхности Земли и в тропосфере), а также им присущи конкретные неопределенности, связанные с облаками и их взаимодействием с радиацией и аэрозолями. Тем не менее, доверие к способности этих моделей обеспечивать полезные проекции будущего климата возросло вследствие продемонстрированной эффективности этих моделей в определенном диапазоне пространственных и временных масштабов.

- Понимание климатических процессов и их введение в модели климата улучшилось, включая охват таких параметров, как: водяной пар, динамика морского льда и перенос океанского тепла.

- Некоторые разработанные в последнее время модели позволяют удовлетворительно моделировать современный климат, причем без необходимости нефизических корректировок потоков тепла и воды на границе океана и атмосферы, что применялось в более ранних моделях.

- Моделирование с включением оценочных значений естественных и антропогенных воздействующих факторов воспроизводит наблюдающиеся в течение XX столетия крупномасштабные изменения в приземной температуре (рисунок РП-4). Однако в этих моделях, вероятно, не учтены воздействия некоторых дополнительных процессов и воздействующих факторов. Тем не менее, факт крупномасштабного совпадения между результатами моделирования и данными наблюдений может быть использован для проведения независимой

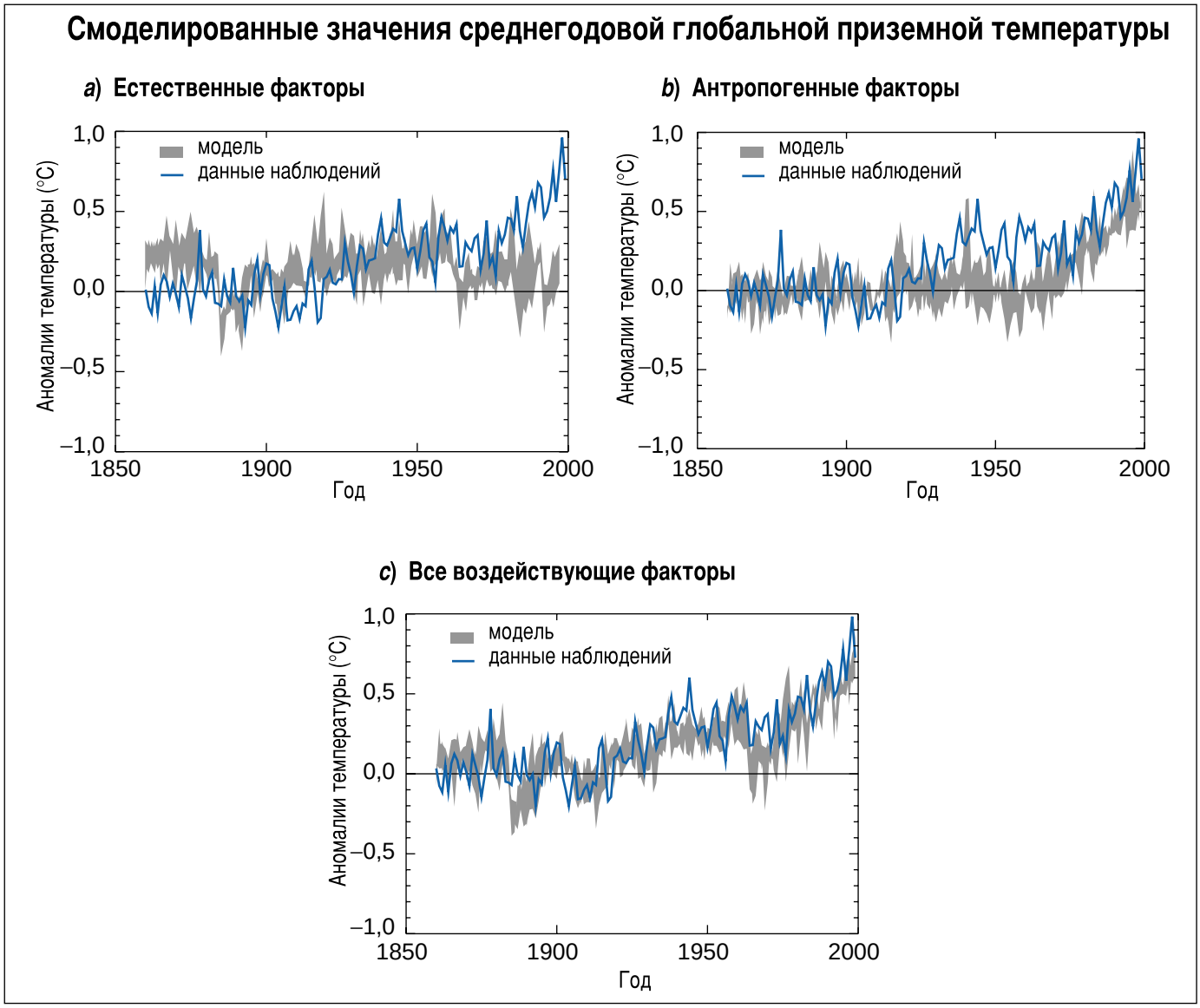


Рисунок РП-4. Моделирование колебаний температуры Земли и сравнение полученных результатов с измеренными изменениями может дать представление о причинах, лежащих в основе крупных изменений.

Для моделирования изменений температуры, которые происходят из-за естественных и антропогенных причин, можно использовать модель климата. Результаты моделирования, представленные на части a) рисунка, были получены с учетом только естественных факторов воздействия: колебаний солнечного излучения и вулканической деятельности. Результаты, представленные на части b) рисунка, получены с учетом только антропогенных факторов воздействия: парниковых газов и оценочных значений сульфатных аэрозолей, а результаты, представленные в части c) рисунка, получены с учетом как естественных, так и антропогенных факторов воздействия. На графике b) можно видеть, что включение антропогенных факторов воздействия обеспечивает правдоподобное объяснение значительной части наблюдаемых в течение последнего столетия изменений температуры, однако наилучшее совпадение с данными наблюдений можно видеть на графике c), на котором учтены как естественные, так и антропогенные факторы. Эти результаты свидетельствуют о том, что включенные в исследования факторы воздействия достаточны для объяснения наблюдающихся изменений, однако при этом не исключается возможности того, что свой вклад вносят и другие факторы воздействия. Представленные на этом рисунке результаты работы с моделями являются результатами четырех прогонов одной и той же модели. Результаты, аналогичные представленным на графике b), получены и с другими моделями, учитывающими антропогенное воздействие. [Основано на: глава 12, рисунок 12.7]

проверки прогнозируемых темпов потепления в течение следующих нескольких десятилетий в рамках того или иного заданного сценария выбросов.

- Некоторые аспекты моделирования явлений ЭНСО, муссонов и североатлантического колебания так же, как и климата в отдельные периоды в прошлом, стали более совершенными.

Появились новые и более веские свидетельства того, что большая часть потепления, наблюдаемого в течение последних 50 лет, вызвана деятельностью человека.

В ВДО был представлен следующий вывод: «Совокупность свидетельств дает основание предположить, что деятельность человека заметно влияет на глобальный климат». В этом докладе

было отмечено также, что при изучении исходных данных об естественной изменчивости климата прослеживается антропогенный сигнал. В период после выхода ВДО были достигнуты определенные успехи в уменьшении неопределенности, особенно при проведении различий и количественном определении величины ответных реакций на различные внешние воздействия. Несмотря на то, что многие из указанных в ВДО источников неопределенности все еще в некоторой степени сохраняются, новые свидетельства и более совершенные знания позволяют сделать обновленные выводы.

- Появились более тщательно проверенные данные о температуре за более продолжительный период, а также полученные с помощью новых моделей оценки изменчивости. Согласно оценкам, полученным с помощью современных моделей, весьма маловероятно[7], что наблюдающееся в последние 100 лет потепление вызвано только лишь внутренней изменчивостью. Воссоздание данных о климате за последние 1000 лет (рисунокРП-1b) также свидетельствует о том, что современное потепление является необычным и маловероятно[7], что оно происходит полностью под влиянием естественных факторов.

- Появились новые оценки реакции климата на естественное и антропогенное воздействие и применяются новые методы обнаружения. Исследования по обнаружению и объяснению причин позволяют получать новые свидетельства существования антропогенного сигнала в зарегистрированных данных о климате за последние 35—50 лет.

- Результаты моделирования ответных реакций только на естественные воздействия (т. е. реакция на изменчивость в солнечном излучении и в деятельности вулканов) не объясняют наличия потепления во второй половине XX столетия (см., например, рисунок РП-4a). При этом, однако, они свидетельствуют о том, что естественные факторы воздействия могли способствовать потеплению, наблюдавшемуся в первой половине XX столетия.

- Потепление, происходящее в течение последних 50 лет под влиянием антропогенных парниковых газов, может быть идентифицировано, несмотря на неопределенности в воздействии антропогенных сульфатных аэрозолей и естественных факторов (вулканов и солнечного излучения). Воздействие антропогенных сульфатных аэрозолей при всей его неопределенности было отрицательным в этот период и, следовательно, не может объяснить явление потепления. Изменения в естественном воздействии в течение большей части этого периода также, согласно оценкам, являются отрицательными и поэтому маловероятно[7], что они являются причиной потепления.

- При проведении исследований по обнаружению и объяснению причин, в ходе которых сравниваются результаты моделирования изменений и зарегистрированные данные наблюдений, теперь можно учитывать неопределенность в значении смоделированной реакции на внешнее воздействие, в частности неопределенность, связанную с неопределенностью в чувствительности климата.

- Большая часть этих исследований позволяет сделать вывод, что в течение последних 50 лет оценочные темпы и величина потепления, вызываемого только повышением концентраций парниковых газов, сопоставимы с наблюдаемыми в реальности значениями потепления или превышают их. Более того, большинство оценок, полученных с помощью моделей, в которых учитываются воздействия как парниковых газов, так и сульфатных аэрозолей, совпадают с данными наблюдений за этот период.

- Наилучшая согласованность между результатами моделирования и данными наблюдений за последние 140 лет проявилась, когда были объединены все названные выше антропогенные и естественные факторы воздействия, как это показано на рисунке РП-4c. Эти результаты свидетельствуют о том, что включенных в исследования воздействующих факторов достаточно для объяснения наблюдаемых изменений, однако при этом не исключается возможность того, что свой вклад вносят также и другие факторы воздействия.

В свете появившихся новых свидетельств и с учетом остающихся неопределенностей можно сделать вывод, что большая часть наблюдающегося в последние 50 лет потепления, вероятно[7], вызвана увеличением концентраций парниковых газов.

Далее, весьма вероятно[7], что потепление в XX столетии внесло значительный вклад в наблюдающееся повышение уровня моря, что объясняется тепловым расширением морской воды и повсеместным уменьшением объемов материкового льда. С учетом существующих на сегодня неопределенностей, данные наблюдений и результаты моделей соответствуют факту отсутствия значительного ускорения повышения уровня моря в течение XX столетия.

Влияние деятельности человека будет и дальше изменять состав атмосферы в XXI столетии.

С помощью моделей были разработаны проекции будущих концентраций парниковых газов и аэрозолей в атмосфере и, соответственно, проекции будущего климата на основе сценариев выбросов, представленных в Специальном докладе о сценариях выбросов (СДСВ) МГЭИК (рисунок РП-5). Эти сценарии были разработаны с целью обновления сценариев, представленных в серии IS92, которые использовались в ВДО и которые, в некоторых случаях, показаны для сравнения в настоящем докладе.

Парниковые газы

- Выбросы CO_2 в результате сжигания ископаемых видов топлива являются практически достоверно[7] тем фактором, который будет оказывать доминирующее влияние на тенденции в содержании CO_2 в атмосфере в XXI столетии.

- В то время как концентрация CO_2 в атмосфере будет возрастать, океан и суша будут поглощать все меньшую долю антропогенных выбросов CO_2. Нетто-влияние обратных связей суши и океана с климатом, как показывают модели, будет заключаться в дальнейшем повышении запрогнозированных концентраций CO_2 в атмосфере в результате уменьшения поглощения CO_2 океанами и сушей.

- Согласно моделям круговорота углерода к 2010 г. концентрации CO_2 в атмосфере составят от 540 до 970 млн$^{-1}$ для иллюстративных сценариев, описанных в СДСВ (что от 90 до 250 % выше концентрации в 280 млн$^{-1}$ в 1750 г.) (рисунок РП-5b). В этих проекциях учтены климатические обратные связи между сушей и океанами. Наличие неопределенностей, особенно в отношении величины обратной связи между климатом и земной биосферой, является причиной вариаций примерно на –10 — +30 % вокруг каждого сценария. Общий диапазон составляет от 490 до 1260 млн$^{-1}$ (что на 75—350 % выше концентрации 1750 г.).

- Изменения в землепользовании могут повлиять на концентрацию CO_2 в атмосфере. Гипотетически, если весь углерод, высвободившийся в ходе истории в результате изменений в землепользовании, мог бы быть возвращен в земную биосферу в течение одного столетия (например путем лесовозобновления), концентрация CO_2 была бы уменьшена на 40—70 млн$^{-1}$.

- Выполненные с помощью моделей расчеты концентраций иных, чем CO_2, парниковых газов в атмосфере к 2100 г. дали весьма различные результаты для иллюстративных сценариев, описанных в СДСВ; согласно этим результатам концентрация CH_4 изменится на –190 — +1970 млрд$^{-1}$ (современная концентрация — 1760 млрд$^{-1}$), концентрация N_2O изменится на +38 — +144 млрд$^{-1}$ (современная концентрация 316 млрд$^{-1}$), общее содержание O_3 в тропосфере изменится на 12 — +62 %, а широкий диапазон изменений в концентрациях ХФУ, ПФУ и SF_6 соответствует 2000 г. В рамках некоторых сценариев O_3, содержащийся в тропосфере, станет столь же значимым фактором радиационного воздействия, как и CH_4, и над большей частью территорий северного полушария будет препятствовать решению текущих задач по улучшению качества воздуха.

- Для стабилизации радиационного воздействия необходимо будет сократить выбросы парниковых газов и газов, регулирующих их концентрацию. Например в том, что касается наиболее важного антропогенного парникового газа, модели круговорота углерода свидетельствуют о том, что стабилизация концентраций CO_2 в атмосфере на уровнях 450, 650 или 1000 млн$^{-1}$ потребует уменьшения глобальных антропогенных выбросов CO_2 до значений ниже уровня 1990 г., соответственно, в течение нескольких десятилетий, примерно столетия или примерно двух столетий, а затем и дальнейшего их постоянного уменьшения. В конечном итоге, выбросы CO_2 должны будут уменьшиться до такого уровня, чтобы составлять очень малую долю от современных значений выбросов.

Аэрозоли

- Сценарии, представленные в СДСВ, предусматривают возможность как увеличений, так и уменьшений в содержании антропогенных аэрозолей (например: сульфатных аэрозолей (рисунок РП-5c), аэрозолей от сжигания биомассы, аэрозолей, содержащих сажу и органический углерод), в зависимости от масштабов использования ископаемых видов топлива и от политики по борьбе с загрязняющими атмосферу выбросами. В дополнение к этому, прогнозируется увеличение в результате изменений в климате содержания естественных аэрозолей (например: морской соли, пыли и выбросов, ведущих к образованию сульфатных и углеродных аэрозолей).

Радиационное воздействие в XXI столетии

- Согласно иллюстративным сценариям, представленным в СДСВ, относящимся к 2000 г., глобальное среднее радиационное воздействие, вызываемое парниковыми газами, будет продолжать увеличиваться в течение XXI столетия, причем доля воздействия, связанная с CO_2, увеличится, согласно проекциям, со значения, несколько превышающего половину, до значения примерно в три четвертых. Изменение в прямом плюс косвенном радиационном воздействии под влиянием аэрозолей будет, согласно прогнозам, меньше по величине, чем изменение под влиянием CO_2.

В рамках всех сценариев, представленных в СДСВ МГЭИК, глобальняя средняя температура и уровень моря будут, согласно проекциям, повышаться.

С целью разработки проекций будущего климата в модели были введены как происходившие в прошлом, так и ожидаемые в будущем выбросы парниковых газов и аэрозолей. Соответственно, в них включены оценочные значения потепления, происходившего до сегодняшнего дня, и потепления, ожидаемого в будущем из-за выбросов в прошлом.

Температура

- Глобальная средняя приземная температура, согласно проекциям, повысится в период с 1990 г. по 2100 г. на 1,4—5,8 °C (рисунок РП-5d). Эти результаты, полученные на основе ряда моделей[10,11] климата, соответствуют всему диапазону 35 сценариев, представленных в СДСВ.

- Повышение температуры, по проекциям, будет больше, чем это повышение, указанное в ВДО и составляющее 1,0—3,5 °С на основе шести сценариев IS92. Более высокие запрогнозированные значения температуры и более широкий диапазон являются следствием, в основном, более низких запрогнозированных выбросов двуокиси серы в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92.

- Запрогнозированные темпы потепления гораздо больше, чем наблюдавшиеся изменения в течение XX столетия; при этом они, весьма вероятно[7], будут беспрецедентными по меньшей мере за последние 10 000 лет, как можно судить по палеоклиматическим данным.

- По состоянию на 2100 г. диапазон реакции приземной температуры, полученный с помощью прогона группы моделей климата при одном заданном сценарии, сопоставим с диапазоном, полученным от прогона одной модели с различными сценариями, представленными в СДСВ.

- При рассмотрении временных масштабов в несколько десятилетий современные наблюдаемые темпы потепления могут быть использованы для сдерживания прогнозируемой реакции на заданный сценарий выбросов, несмотря на неопределенность в значениях чувствительности климата. Такой подход предполагает, что вызываемое антропогенными причинами потепление, вероятно[7], будет происходить в диапазоне от 0,1 до 0,2 °С в десятилетие в течение нескольких следующих десятилетий в рамках сценария IS92a, что аналогично соответствующему диапазону прогнозов, полученных с помощью простой модели и проиллюстрированных на рисунке РП-5d.

- Результаты последних работ с глобальной моделью показывают, что весьма вероятно[7], что потепление над почти всеми районами суши будет происходить более быстрыми темпами, чем в среднем по земному шару, и особенно это относится к территориям, находящимся в высоких широтах северного полушария в холодный сезон. Особенно заметно это будет проявляться в потеплении в северных районах Северной Америки и в северной и центральной частях Азии, где, согласно результатам каждой модели, потепление будет превышать глобальное среднее потепление более чем на 40 %. В противоположность этому, потепление будет меньше глобального среднего изменения на территориях в южной и юго-восточной частях Азии в летний период и в южной части Южной Америки в зимний период.

- Согласно результатам многих моделей наблюдающиеся в последнее время тенденции в значениях приземной температуры станут в большей степени соответствовать явлению Эль-Ниньо в тропической зоне Тихого океана, причем потепление в восточной части тропической зоны Тихого океана будет больше, чем в западной части тропической зоны Тихого океана, с соответствующим перемещением атмосферных осадков в восточном направлении.

Атмосферные осадки

- Согласно результатам моделирования с использованием глобальной модели и широкого ряда сценариев глобальное среднее содержание водяного пара и количество атмосферных осадков в XXI столетии будут возрастать. Ко второй половине XXI столетия количество осадков, вероятно[7], увеличится в зимний период над средними-высокими широтами северного полушария и над Антарктикой. Что касается низких широт, над территориями суши будут наблюдаться как увеличение, так и уменьшение осадков в зависимости от регионов. Значительные колебания количества осадков по годам, весьма вероятно[7], будут наблюдаться на большинстве территорий, для которых проекции дают увеличение среднего количества осадков.

Экстремальные явления

В таблице РП-1 представлены оценки степени достоверности изменений в экстремальных метеорологических и климатических явлениях как наблюдавшихся во второй половине XX столетия (левая колонка), так и в прогнозируемых на XXI столетие (правая колонка)[a]. Эти оценки основаны на результатах исследований с учетом как данных наблюдений, так и результатов моделирования, а также на физическом правдоподобии проекций на будущее в рамках всех широко используемых сценариев и с учетом суждений экспертов[7].

- В том что касается некоторых других экстремальных явлений, многие из которых могут оказывать важное влияние на окружающую среду и человеческое общество, то на сегодняшний день недостаточно информации для оценки соответствующих последних тенденций, а для

---

10 Сложные, основанные на физике, модели климата являются основным инструментом для оценки проекций будущего изменения климата. В целях исследования всего диапазона сценариев эти модели дополнены простыми моделями климата, выверенными таким образом, чтобы получить такую реакцию температуры и уровня моря, которая была бы эквивалентна результатам сложных моделей климата. Эти проекции получены с использованием простой модели климата, в которых значение чувствительности климата и поглощения тепла океанами выверены в соответствии с каждой из семи сложных моделей климата. Значение чувствительности климата, использованное в простой модели, варьируется от 1,7 до 4,2 °С, что сопоставимо с общепринятым диапазоном от 1,5 до 4,5 °С.

11 В этом диапазоне не учтены неопределенности в моделировании радиационного воздействия, например неопределенности, связанные с воздействием аэрозолей. Учтена небольшая обратная связь климата и круговорота углерода.

12 Индекс тепла: сочетание температуры и влажности, с помощью которого измеряют последствия для комфортного состояния человека.

Таблица РП-1. *Оценки степени достоверности наблюдаемых и прогнозируемых изменений в экстремальных метеорологических и климатологических явлениях*

Степень достоверности наблюдаемых изменений (вторая половина XX столетия)	Изменения в явлениях	Степень достоверности проекций изменений (в течение XXI столетия)
Вероятно[7]	**Повышение максимальных температур и увеличение количества жарких дней почти на всех территориях суши**	Весьма вероятно[7]
Весьма вероятно[7]	**Повышение минимальных температур, уменьшение количества холодных дней и морозных дней почти на всех территориях суши**	Весьма вероятно[7]
Весьма вероятно[7]	**Уменьшение диапазона суточных температур на большинстве территорий суши**	Весьма вероятно[7]
Вероятно[7], на многих территориях	**Повышение индекса тепла[12] на территориях суши**	Весьма вероятно[7], на большинстве территорий
Вероятно[7], на многих территориях суши в средних-высоких широтах северного полушария	**Увеличение интенсивности явлений выпадения атмосферных осадков[b]**	Весьма вероятно[7], на многих территориях
Вероятно[7], на некоторых территориях	**Увеличение интенсивности сухих условий на континентах в летний период и связанного с этим риска засух**	Вероятно[7], на большинстве территорий внутри континентов в средних широтах (Отсутствие надежных проекций для других территорий)
Не наблюдалось, судя по результатам нескольких проведенных анализов	**Увеличение интенсивности пиковых ветров при тропических циклонах[c]**	Вероятно[7], на некоторых территориях
Данных для оценки недостаточно	**Увеличение интенсивности средних и пиковых атмосферных осадков при тропических циклонах[c]**	Вероятно[7], на некоторых территориях

[a] Более подробные сведения см. в главе 2 (наблюдения) и главах 9, 10 (прогнозы).
[b] В том, что касается других территорий, данных либо недостаточно, либо результаты анализов противоречивы.
[c] Прошлые и будущие изменения в местонахождении и частоте тропических циклонов носят неопределенный характер.

моделей климата недостаточно пространственных подробностей, позволяющих разработать надежные проекции. Например, явления очень мелкого масштаба, такие, как: грозы, торнадо, град и молнии — не учитываются в моделях климата.

Явление Эль-Ниньо

- Степень достоверности проекций изменений будущей частоты, амплитуды и пространственной структуры явлений Эль-Ниньо в тропической зоне Тихого океана не может быть достаточно четко определена из-за недостатков в моделировании явления Эль-Ниньо с использованием сложных моделей. Согласно разработанным на сегодняшний день прогнозам в течение следующих 100 лет амплитуда явлений Эль-Ниньо изменится мало или слегка возрастет.

- Даже при небольшом изменении амплитуды Эль-Ниньо или при отсутствии такого изменения глобальное потепление, вероятно[7], приведет к более масштабным экстремальным явлениям в виде сухих условий и очень сильных дождей и повысит риск засух и наводнений, связанных с явлениями Эль-Ниньо, во многих различных регионах.

Муссоны

- Вероятно[7], что потепление, связанное с повышением концентраций парниковых газов, приведет к увеличению изменчивости атмосферных осадков во время летних азиатских муссонов. Изменения в средней продолжительности и интенсивности муссонов при прогнозировании зависят от подробностей конкретного сценария выбросов. Степень достоверности таких проекций также ограничивается тем, насколько хорошо модели климата позволяют смоделировать подробную сезонную эволюцию муссонов.

Термохалинная циркуляция

- Результаты работы с большинством моделей свидетельствуют об ослаблении термохалинной циркуляции

[12] Индекс тепла: сочетание температуры и влажности, с помощью которого измеряют последствия для комфортного состояния человека.

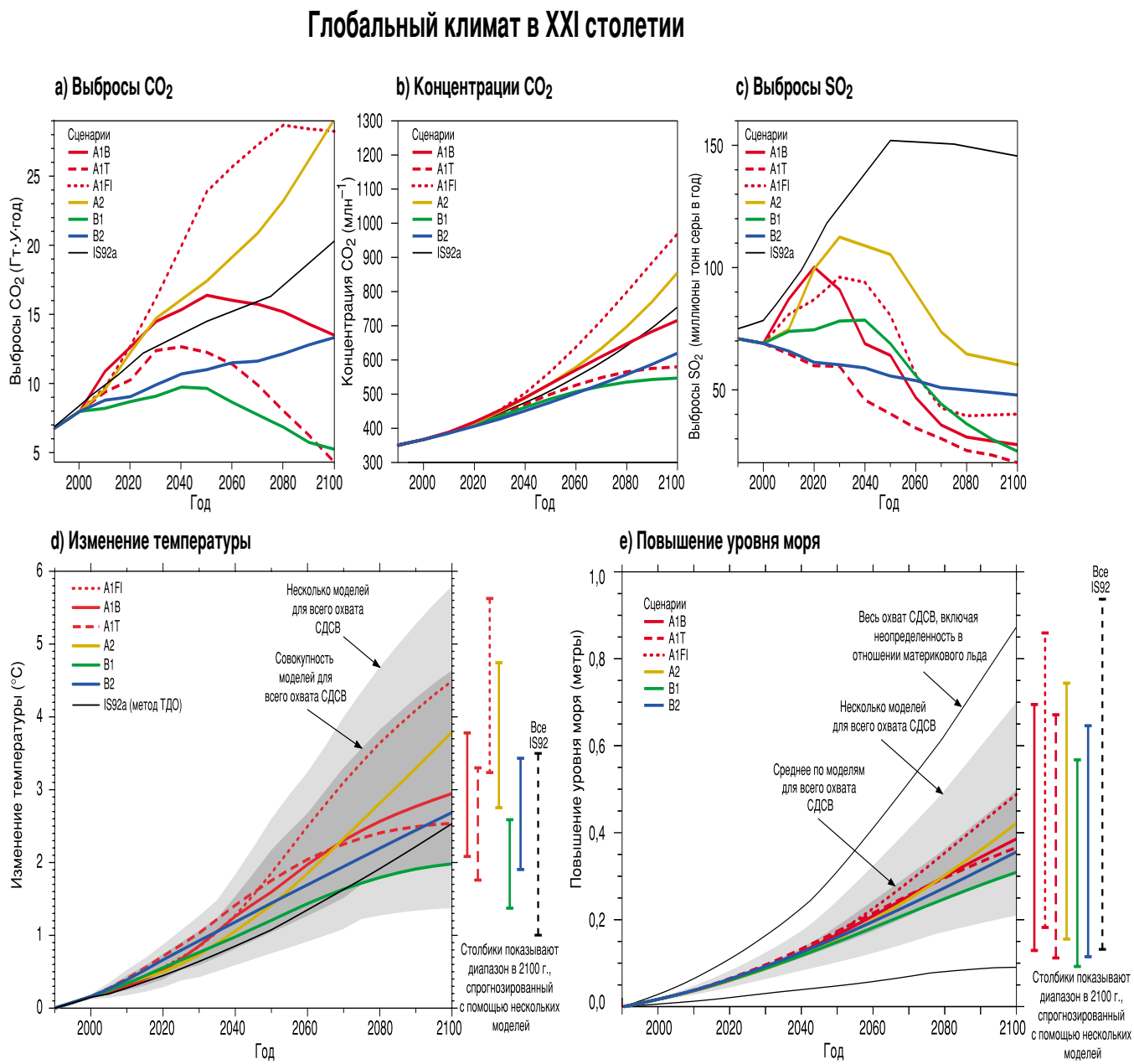


Рисунок РП-5. Глобальный климат в XXI столетии будет зависеть от естественных изменений и от реакции климатической системы на деятельность человека.

Модели климата позволяют оценить реакцию многих климатических переменных параметров, таких, как повышения глобальной приземной температуры и уровня моря, на различные сценарии выбросов парниковых газов и других связанных с деятельностью человека выбросов. a) Показаны выбросы CO_2 в рамках шести иллюстративных сценариев, представленных в СДСВ, которые обобщены в текстовом блоке на стр. 17, наряду с IS92a, в целях сравнения с ВДО. b) Показаны прогнозируемые концентрации CO_2. (c) Показаны антропогенные выбросы SO_2. Выбросы других газов и других аэрозолей были учтены в этой модели, однако не показаны на рисунке. d) и e) Показаны прогнозируемые реакции соответственно температуры и уровня моря. Весь охват СДСВ с использованием нескольких моделей» на графиках d) и e) показывает повышения соответственно температуры и уровня моря для простой модели, когда она приведена в соответствие с рядом сложных моделей с определенным диапазоном значений чувствительности климата. «Весь охват СДСВ» означает полный диапазон 35 сценариев СДСВ. «Среднее по моделям для всего охвата СДСВ» означает средний результат от прогона этих моделей для конкретного диапазона сценариев. Следует принять во внимание, что потепление и повышение уровня моря в результате этих выбросов будут продолжаться и после 2100 г. Также следует иметь в виду, что этот диапазон не учитывает неопределенность, связанную с динамическими изменениями объема льда в Западноантарктическом ледовом щите, также как не учитывает и неопределенности в прогнозах несульфатных аэрозолей и концентрациях парниковых газов. [Основано на: a) глава 3, рисунок 3.12; b) глава 3, рисунок 3.12; (c) глава 5, рисунок 5.13; (d) глава 9, рисунок 9.14; (e) глава 11, рисунок 11.12, приложение II]

океанов, которое ведет к уменьшению переноса тепла в высокие широты северного полушария. Однако даже те модели, которые свидетельствуют об ослаблении термохалинной циркуляции, позволяют прогнозировать по-прежнему потепление над Европой в результате повышения концентраций парниковых газов. Согласно современным прогнозам, построенным на использовании моделей климата, до 2100 г. термохалинная циркуляция не прекратится. Что же касается периода после 2100 г., термохалинная циркуляция может полностью, и возможно, необратимо прекратиться в любом из полушарий, если изменение в радиационном воздействии будет достаточно большим и будет происходить достаточно долго.

Снег и лед

- Согласно проекциям, протяженность снежного покрова и морского льда в северном полушарии будет и далее уменьшаться.

- Ледники и ледниковые куполы, согласно прогнозам, будут в течение XXI столетия повсеместно отступать.

- Антарктический ледовый щит, вероятно[7], увеличит свою массу вследствие увеличения атмосферных осадков, в то время как ледовый щит Гренландии, вероятно[7], потеряет свою массу, поскольку увеличение стока будет более значительным, чем увеличение атмосферных осадков.

- По поводу стабильности Западноантарктического ледового щита была выражена озабоченность, поскольку его основание находится ниже уровня моря. Тем не менее, на сегодняшний день достигнуто общее мнение, что таяние укоренившегося льда, ведущее к значительному повышению уровня моря из-за этого источника, будет в течение XXI столетия весьма маловероятным[7], хотя его динамика пока еще недостаточно понятна, особенно для того, чтобы разрабатывать прогнозы в более продолжительных временных масштабах.

Уровень моря

- Согласно полному диапазону сценариев, представленных в СДСВ, глобальный средний уровень моря в период между 1990 г. и 2100 г. повысится на 0,09—0,88 м. Это должно произойти главным образом из-за теплового расширения и таяния ледников и ледниковых куполов (рисунок РП-5е). Диапазон повышения уровня моря, представленный в ВДО на основе сценариев IS92, составлял 0,13—0,94 м. Несмотря на то, что проекции в рамках настоящей оценки свидетельствуют о большем повышении температуры, прогнозы повышения уровня моря дают более низкие значения, что в основном объясняется использованием усовершенствованных моделей, согласно которым вклад со стороны ледников и ледовых щитов будет меньше.

Происходящее под влиянием деятельности человека изменение климата будет продолжаться в течение многих столетий.

- Выбросы долго сохраняющихся в атмосфере парниковых газов (например: CO_2, N_2O, ПФУ, SF_6) оказывают продолжительное влияние на состав атмосферы, радиационное воздействие и климат. Например, спустя несколько столетий после того, как произошли выбросы CO_2, примерно одна четвертая увеличения концентрации CO_2 в результате этих выбросов все еще сохраняется в атмосфере.

- После того как концентрации парниковых газов будут стабилизированы, глобальная средняя приземная температура будет продолжать возрастать со скоростью всего несколько десятых градуса в столетие, а не на несколько градусов в столетие, как в проекциях на XXI столетие, при отсутствии стабилизации. Чем ниже уровень, на котором удастся стабилизировать концентрации, тем меньше будет общее изменение температуры.

- Повышение глобальной средней приземной температуры и уровня моря в результате теплового расширения океанов будет продолжаться, согласно прогнозам, еще в течение нескольких столетий после стабилизации концентраций парниковых газов (даже на сегодняшнем уровне) вследствие того, что глубоким океанам требуются продолжительные периоды времени для адаптации к изменению климата.

- Ледовые щиты будут продолжать реагировать на потепление климата и способствовать повышению уровня моря в течение тысячелетий после того, как климат стабилизируется. Модели климата показывают, что локальное потепление в Гренландии, вероятно[7], в 1—3 раза превышает глобальное среднее значение. Модели поведения ледовых щитов показывают, что локальное потепление, превышающее 3 °C, в случае сохранения в течение тысячелетий приведет в конечном итоге к полному растаиванию ледового щита Гренландии и в результате к повышению уровня моря примерно на 7 м. Локальное потепление на 5,5 °C в случае сохранения в течение 1000 лет, вероятно[7], приведет к тому, что только за счет Гренландии уровень моря повысится примерно на 3 м.

- Современные модели динамики льда позволяют предположить, что таяние Западноантарктического ледового щита может способствовать повышению уровня моря в течение следующих 1000 лет примерно на 3 м, однако эти результаты в сильной степени зависят от допущений в моделях относительно сценариев изменения климата, динамики льда и других факторов.

Для заполнения пробелов в информации и знаниях необходимы дальнейшие действия.

Для улучшения способности обнаруживать, объяснять и понимать процесс изменения климата, устранять неопределенности и

Сценарии выбросов, представленные в Специальном докладе о сценариях выбросов (СДСВ)

A1. Сюжетная линия и сценарное семейство A1 содержат описание будущего мира, характеризуемого очень быстрым экономическим ростом, глобальным населением, показатели которого достигают пиковых значений в середине века с последующим уменьшением, а также быстрым внедрением новых и более эффективных технологий. Основополагающими темами являются постепенное сближение разных регионов, создание потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей при значительном уменьшении региональных различий в доходе на душу населения. Сценарное семейство A1 разделяется на три группы, дающие описание альтернативных вариантов технологического изменения в энергетической системе. Три группы A1 отличаются своим центральным технологическим элементом: значительная доля ископаемых видов топлива (A1FI), неископаемые источники энергии (A1T) и равновесие между всеми источниками (A1B) (где равновесие определяется в качестве не слишком большой зависимости от одного конкретного источника энергии, исходя из того, что аналогичные темпы повышения эффективности применяются в отношении всех технологий энергоснабжения и конечного использования).

A2. В сюжетной линии и сценарном семействе A2 дается описание очень неоднородного мира. Основополагающей темой является самообеспечение и сохранение местной самобытности. Показатели рождаемости в разных регионах очень медленно сближаются, результатом чего является постоянный рост общей численности населения. Экономическое развитие имеет главным образом региональную направленность, а экономический рост в расчете на душу населения и технологические изменения являются более фрагментарными и медленными по сравнению с другими сюжетными линиями.

B1. Сюжетная линия и сценарное семейство B1 содержат описание движущегося в одном направлении мира с тем же самым глобальным населением, которое достигает максимальной численности в середине века, а затем уменьшается, как и в сюжетной линии A1, однако при быстрых изменениях в экономических структурах в направлении сервисной и информационной экономики с уменьшением материальной интенсивности и внедрением чистых и ресурсосберегающих технологий. Главное внимание уделяется глобальным решениям в интересах экономической, социальной и экологической устойчивости, включая большую справедливость, но без дополнительных инициатив, связанных с климатом.

B2. Сюжетная линия и сценарное семейство B2 содержат описание мира, в котором главное внимание уделяется локальным решениям проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно увеличивающимся глобальным населением при темпах ниже, чем в A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрыми и более разнообразными технологическими изменениями по сравнению с сюжетными линиями B1 и A1. Хотя данный сценарий также ориентирован на охрану окружающей среды и социальную справедливость, главное внимание в нем уделяется местным и региональным уровням.

Был избран иллюстративный сценарий для каждой из шести сценарных групп A1B, A1FI, A1T, A2, B1 и B2. Их все следует рассматривать в качестве одинаково обоснованных.

В сценариях, представленных в СДСВ, не учтены дополнительные инициативы в отношении климата, что означает, что ни в один из сценариев не включено допущение об осуществлении Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата или о решении задачи уменьшения выбросов согласно Киотскому протоколу.

строить проекции изменения климата в будущем необходимы дальнейшие научные исследования. В частности, существует потребность в проведении дополнительных систематических и непрерывных наблюдений, моделирования и исследований процессов. Серьезную озабоченность вызывает факт уменьшения сетей станций наблюдений. Ниже перечислены высокоприоритетные области, в которых требуются активные действия.

- Систематические наблюдения и реконструкция климата:
  - — переход от уменьшения к увеличению сетей для проведения наблюдений во многих частях земного шара;
  - — обеспечение и расширение основы в виде данных наблюдений для проведения исследований климата путем предоставления точных, охватывающих продолжительные периоды совместимых данных, включая осуществление стратегии комплексных глобальных наблюдений;
  - — активизация работ по реконструкции климата в прошлые периоды;
  - — совершенствование наблюдений за пространственным распределением парниковых газов и аэрозолей.
- Моделирование и исследование процессов:
  - — углубление понимания механизмов и факторов, вызывающих изменения в радиационном воздействии;
  - — понимание и характеристика важных, не получивших еще своего определения процессов и обратных связей как физического, так и биогеохимического характера, в климатической системе;

— совершенствование методов количественного определения неопределенностей в проекциях и сценариях изменения климата, включая моделирование по ансамблю за долгосрочные периоды с использованием сложных моделей;
— совершенствование комплексной иерархии моделей глобального и регионального климата с уделением основного внимания моделированию изменчивости климата, региональных изменений климата и экстремальных явлений;
— установление более эффективной связи между моделями физического климата и биогеохимической системы и далее улучшение сопряженности с описаниями деятельности человека.

Охват этих ключевых областей является решающим вопросом, связанным с укреплением международного сотрудничества и координации в целях более совершенного использования ресурсов науки, вычислительных средств и сетей наблюдений. Такие действия будут также способствовать свободному обмену данными между учеными. Одна из особых потребностей заключается в необходимости расширения возможностей для проведения наблюдений и научных исследований во многих регионах мира, особенно в развивающихся странах. И наконец так же, как и в случае с целью настоящей оценки, существует постоянная потребность в сообщении сведений о последних научных достижениях, с тем чтобы они могли быть применены в процессе принятия решений.

Источник информации: Резюме для лиц, определяющих политику

В настоящем приложении содержатся перекрестные ссылки по темам, представленным в Резюме для лиц, определяющих политику (страница и отмеченная маркером тема), с указанием разделов глав полного доклада, в которых содержится более полная информация по конкретной теме.

Всевозрастающий объем данных наблюдений дает обобщенную картину потепления на земном шаре и других изменений в климатической системе.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
3	*Глобальная средняя приземная температура повысилась в XX столетии примерно на 0,6 °C.* • 2.2.2 • 2.2.2 • 2.3 • 2.2.2
3	*Значения температуры в самых нижних 8 км атмосферы за последние четыре десятилетия повысились.* • 2.2.3 и 2.2.4 • 2.2.3 и 2.2.4 • 2.2.3, 2.2.4 и 12.3.2
5	*Протяженность снежного покрова и льда уменьшилась. Все три отмеченные маркером пункта:* 2.2.5 и 2.2.6
5	*Глобальный средний уровень моря повысился, а теплосодержание океанов увеличилось.* • 11.3.2 • 2.2.2 и 11.2.1
5	*Изменения произошли также и в других важных аспектах климата.* • 2.5.2 • 2.7.2 • 2.2.2 и 2.5.5 • 2.7.2 • 2.6.2 и 2.6.3 • 2.7.3 • 2.7.3
5	*Некоторые важные аспекты климата, как представляется, не претерпели изменений.* • 2.2.2 • 2.2.5 • 2.7.3 • 2.7.3

Выбросы парниковых газов и аэрозолей в результате деятельности человека продолжают изменять атмосферу таким образом, что это может, по предположениям, неблагоприятно повлиять на климат.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
5	Заголовок: «Изменения в климате происходят . . .» 1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1, 6.2, 6.9, 6.11 и 6.13
6	*Концентрации парниковых газов в атмосфере и их радиационное воздействие продолжают возрастать в результате деятельности человека.*
	Двуокись углерода: • 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 и 3.5.1 • 3.5.1 • 3.2.2, 3.2.3, 3.5.1 и таблица 3.1 • 3.5.1 и 3.5.2
	Метан: • 4.2.1
	Закись азота: • 4.2.1
	Галоидуглероды: • 4.2.2
	Радиационное воздействие полностью перемешанных газов: • 4.2.1 и 6.3
	Стратосферный озон: • 4.2.2 и 6.4
	Тропосферный озон: • 4.2.4 и 6.5
9	*Антропогенные аэрозоли недолго сохраняются в атмосфере и вызывают в основном отрицательное радиационное воздействие.* • 5.2 и 5.5.4 • 5.1, 5.2 и 6.7 • 5.3.2, 5.4.3 и 6.8
9	*В течеие последнего столетия вклад естественных факторов в радиационное воздействие был небольшим.* • 6.11 и 6.15.1 • 6.9 и 6.15.1 • 6.15.1

Доверие к способности моделей прогнозировать будущий климат возросло.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
9	Начало абзаца: «Для получения подробных оценок . . .» 8.3.2, 8.5.1, 8.6.1, 8.10.3 и 12.3.2
9	• 7.2.1, 7.5.2 и 7.6.1 • 8.4.2 J 8.6.3 и 12.3.2 • 8.5.5, 8.7.1 и 8.7.5

Появились новые и более веские свидетельства того, что большая часть потепления, наблюдаемого в течение последних 50 лет, вызвана деятельностью человека.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
10	Начало абзаца: «В ВДО был представлен следующий вывод: Совокупность свидетельств дает основание предположить . . . 12.1.2 и 12.6
10	• 12.2.2, 12.4.3 и 12.6
	• 12.4.1, 12.4.2, 12.4.3 и 12.6
	• 12.2.3, 12.4.1, 12.4.2, 12.4.3 и 12.6
	• 12.4.3 и 12.6 • 12.6
	• 12.4.3 • 12.4.3 и 12.6
11	«В свете появившихся новых свидетельств и с учетом . . .» 12.4 и 12.6
11	«Далее, весьма вероятно, что потепление в XX столетии . . .» 11.4

Влияние деятельности человека будет и дальше изменять состав атмосферы в XXI столетии.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
11	Начало абзаца: «С помощью моделей были разработаны сценарные прогнозы . . .» 4.4.5 и приложение II
12	*Парниковые газы* • 3.7.3 и приложение II
	• 3.7.1, 3.7.2, 3.7.3 и приложение II
	• 3.7.3 и приложение II
	• 3.2.2 и приложение II
	• 4.4.5, 4.5, 4.6 и приложение II
	• 3.7.3
12	*Аэрозоли* • 5.5.2, 5.5.3 и приложение II
12	*Радиационное воздействие в XXI столетии* • 6.15.2 и приложение II

В рамках всех сценариев, представленных в СДСВ МГЭИК, глобальная средняя температура и уровень моря будут, согласно прогнозам, повышаться.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
12	*Температура* • 9.3.3 • 9.3.3 • 2.2.2, 2.3.2 и 2.4 • 9.3.3 и 10.3.2 • 8.6.1, 12.4.3, 13.5.1 и 13.5.2 • 10.3.2 и текстовой блок 10.1 • 9.3.2
13	*Атмосферные осадки* • 9.3.1, 9.3.6, 10.3.2 и текстовой блок 10.1
13	*Экстремальные явления* Таблица 1: 2.1, 2.2, 2.5, 2.7.2, 2.7.3, главы 9.3.6 и 10.3.2 • 2.7.3 и 9.3.6
14	*Явление Эль-Ниньо* • 9.3.5 • 9.3.5
14	*Муссоны* • 9.3.5
14	*Термохалинная циркуляция* • 9.3.4
16	*Снег и лед* • 9.3.2 • 11.5.1 • 11.5.1 • 11.5.4
16	*Уровень моря* • 11.5.1

Происходящее под влиянием деятельности человека изменение климата будет продолжаться в течение многих столетий.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
17	• 3.2.3, 4.4 и 6.15 • 9.3.3 и 9.3.4 • 11.5.4 • 11.5.4 • 11.5.4

Для заполнения пробелов в информации и знаниях необходимы дальнейшие действия.

Стр. РП	*Перекрестная ссылка: тема РП – раздел главы*
17–18	Все отмеченные маркером пункты: глава 14, Резюме для лиц, определяющих политику.

Изменение климата, 2001 г.
Научные аспекты

Техническое резюме

Доклад, принятый в целом рабочей группой I МГЭИК, но не одобренный построчно

«Принятие» докладов МГЭИК на сессии рабочей группы или группы экспертов означает, что конкретный материал не обсуждался и не согласовывался построчно, но тем не менее в нем представлен всеобъемлющий, объективный и сбалансированный взгляд на существо вопроса.

Ведущие авторы-координаторы
Д. Л. Олбриттон (США), Л. Г. Мейра Филхо (Бразилия)

Ведущие авторы
У. Кубаш (Германия), С. Дай (Китай), Я Дин (Китай), Д. Дж. Григгс (СК), Б. Хьюитсон (Южная Африка), Дж. Т. Хоутон (СК), И. Исаксен (Норвегия), Т. Карл (США), М. Мак-Фарланд (США), В. П. Мелешко (Россия), Дж. Ф. Б. Митчел (СК), М. Ногуэр (СК), Б. С. Ньенци (Танзания), М. Оппенгеймер (США), Дж. И. Пеннер (США), С. Поллонес (Тринидад и Тобаго), Т. Стокер (Швейцария), К. И. Тренберт (США)

Специалисты, представившие материалы
М. Р. Аллен (СК), А. П. М. Баеде (Нидерланды), Дж. А. Черч (Австралия), Д. Х. Эххалт (Германия), С. К. Фолланд (СК), Ф. Джиорджи (Италия), Дж. М. Грегори (СК), Дж. М. Хейвуд (СК), Дж. И. Хоус (Германия), М. Хелм (СК), В. Дж. Джерамилло (Мексика), А. Джейараман (Индия), К. А. Джонсон (СК), С. Жоссом (Франция), Д. Дж. Кароль (Австралия), Х. Кешги (США), К. Ле Кер (Франция), Л. Дж. Мата (Германия), Б. Дж. Мак-Авени (Австралия), Л. О. Мирнс (США), Дж. А. Михл (США), Б. Мур III (США), Р. К. Мугара (Замбия), М. Пратер (США), К. Прентис (Германия), В. Рамасвами (США), С. К. Б. Рейпер (СК), М. Дж. Сэлинджер (Новая Зеландия), Р. Шолес (Южная Африка), С. Соломон (США), Р. Стоуфер (США), М-С. Ван (Китай), Р. Т. Уотсон (США), К-С. Яп (Малайзия)

Редакторы-рецензенты

Ф. Джос (Швейцария), А. Рамирез–Ройяс (Венесуэла), Дж. М. Р. Стоун (Канада), Дж. Зиллман (Австралия)

A. Введение

A.1 МГЭИК и ее рабочие группы

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) была учреждена в 1988 г. совместно Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП). Цель при этом была и остается в обеспечении оценки знаний обо всех аспектах изменения климата[1], включая вопрос о том, каким образом деятельность человека может вызывать такие изменения и может испытывать на себе их влияние. Общепризнанным стал тот факт, что антропогенные выбросы парниковых газов обладают потенциальной возможностью изменять климатическую систему (см. текстовой блок TP-1), оказывая возможные благоприятные или неблагоприятные воздействия. Признано также, что рассмотрение и решение таких глобальных вопросов требует организационных усилий в глобальном масштабе, включая оценку знаний по конкретному вопросу мировыми сообществами специалистов.

В ходе своей первой сессии МГЭИК была подразделена на три рабочих группы. На сегодняшний день эти рабочие группы занимаются следующими вопросами: рабочая группа I занимается научными аспектами проблемы климатической системы и изменения климата; рабочая группа II занимается проблемой последствий изменения климата и адаптации к нему; и рабочая группа III занимается вариантами смягчения последствий изменения климата. МГЭИК подготовила свой Первый основной доклад об оценках в 1990 г. и свой Второй основной доклад об оценках — в 1996 г.

Доклады МГЭИК: (i) являются обновленными описаниями известных знаний и того, что еще предстоит выяснить относительно климатической системы и связанных с ней факторов; (ii) основаны на знаниях международных сообществ специалистов; (iii) подготовлены путем открытого процесса взаимного профессионального рецензирования; и (iv) основаны на научных публикациях, выводы которых обобщены в понятиях, полезных для лиц, принимающих решения. Хотя получившая оценку информация и имеет отношение к политике, МГЭИК не устанавливает и не отстаивает какую-либо государственную политику.

Сфера оценок, проводимых рабочей группой I, охватывает наблюдения за текущими изменениями и тенденциями в климатической системе, воссоздание картины изменений и тенденций в прошлом, понимание процессов, участвующих в этих изменениях, и введение этих знаний в модели, которые помогают объяснить причины изменений и спрогнозировать вызванные естественными и антропогенными факторами будущие изменения климатической системы.

A.2 Первый и Второй доклады об оценках рабочей группы I

В Первом докладе об оценках, выпущенном в 1990 г., рабочая группа I в общих чертах описала статус знаний о климатической системе и об изменении климата, полученных в ходе научных исследований в предшествующие десятилетия. При этом были особо подчеркнуты несколько основных моментов. Парниковый эффект — это естественное свойство нашей планеты и фундаментальная физика этого процесса хорошо известна. Содержание парниковых газов в атмосфере возрастает и связано это в основном с деятельностью человека. Продолжение увеличения выбросов парниковых газов в будущем, согласно прогнозам, приведет к значительному повышению средней приземной температуры планеты — повышению, которое превысит величину естественных колебаний в последние несколько тысячелетий и повернуть которое вспять можно будет лишь очень медленными темпами. В последнее столетие, ко времени подготовки того доклада, произошло потепление на поверхности примерно на 0,5 °C, которое в целом соответствует полученным с помощью моделей климата прогнозам для повышения концентраций парниковых газов, но которое также сопоставимо с тем, что известно о естественных колебаниях. И наконец, было указано на то, что существовавший на тот момент времени уровень знаний и возможностей моделей климата ограничивает прогнозирование изменений в климате конкретных регионов.

На основе результатов дополнительных научных исследований и специальных докладов, подготовленных в промежуточный период, рабочая группа I МГЭИК провела оценку нового состояния знаний, которая была представлена в ее Втором докладе об оценках (ВДО[2]) в 1996 г. В этом докладе подчеркивалось, что содержание парниковых газов в атмосфере продолжает возрастать и что для стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере (что является конечной целью статьи 2 Рамочной конвенции об изменении климата) потребуются значительные сокращения выбросов. Далее, общее повышение глобальной температуры продолжается, при этом последние годы были самыми теплыми за период по меньшей мере с 1860 г. Способность моделей климата моделировать наблюдаемые явления и тенденции улучшилась, особенно в связи с включением в модели климата данных о сульфатных аэрозолях и стратосферном озоне как о факторах, вызывающих радиационное воздействие.

[1] Понятие *изменение климата*, используемое МГЭИК, относится к любому происходящему в ходе времени изменению в климате независимо от того, является ли оно результатом естественной изменчивости или деятельности человека. Такое использование этого понятия отличается от его использования в Рамочной конвенции об изменении климата, где *изменение климата* означает такое его изменение, прямыми или косвенными причинами которого является деятельность человека, изменяющая состав глобальной атмосферы, и которое происходит в дополнение к естественной изменчивости климата, наблюдаемой в сопоставимые периоды времени. Определения научных и технических терминов см. в Глоссарии в приложении I к настоящему документу.

[2] Второй доклад об оценках МГЭИК обозначается в настоящем Техническом резюме как ВДО.

Текстовой блок TP-1. Что вызывает изменения в климате?

Земля поглощает излучение, идущее от Солнца, главным образом своей поверхностью. Эта энергия затем перераспределяется за счет циркуляции в атмосфере и океане и отражается обратно в космос в виде более длинноволнового (инфракрасного) излучения. Если рассматривать среднегодовые значения и планету Земля в целом, то энергия входящего солнечного излучения примерно уравнивается исходящим земным излучением. Любой фактор, который изменяет излучение, поступающее от Солнца и потерянное в космосе, или который изменяет перераспределение энергии внутри атмосферы и между атмосферой, сушей и океанами, может повлиять на климат. Изменение в нетто-радиационной энергии, существующей в глобальной системе «Земля-атмосфера», называется в настоящем документе так же, как и в предыдущих докладах МГЭИК, радиационным воздействием. Положительное радиационное воздействие ведет к потеплению на поверхности Земли и в нижних слоях атмосферы. Отрицательное радиационное воздействие охлаждает их.

Повышение концентраций парниковых газов ведет к снижению эффективности, с которой поверхность Земли излучает в космос. Большая часть исходящего от поверхности Земли излучения поглощается атмосферой и повторно излучается на более значительных высотах и при более низких температурах. В результате это ведет к положительному радиационному воздействию, которое нагревает нижние слои атмосферы и поверхность Земли. Поскольку в космос уходит меньше тепла, это вызывает возрастающий парниковый эффект — увеличение эффекта, который существовал в атмосфере Земли в течение миллиардов лет в результате присутствия естественно возникающих парниковых газов: водяного пара, двуокиси углерода, озона, метана и закиси азота. Сила радиационного воздействия зависит от размера повышения концентрации каждого парникового газа, радиационных свойств соответствующих газов и концентраций других, уже присутствующих в атмосфере, парниковых газов. Более того, многие парниковые газы, будучи выброшенными в атмосферу, сохраняются в ней столетиями, создавая тем самым долгосрочные предпосылки для положительного радиационного воздействия.

Антропогенные аэрозоли (находящиеся в воздухе микроскопические частицы или капли) в тропосфере, такие, как возникающие в результате сжигания ископаемых видов топлива и биомассы, могут отражать солнечное излучение, вызывая тенденцию охлаждения в климатической системе. Аэрозоль в виде черного угля (сажи), обладая способностью поглощать солнечное излучение, ведет к потеплению климатической системы. Кроме того, изменения в концентрациях аэрозолей могут изменять количество и отражательную способность облаков, влияя на свойства и продолжительность существования облаков. В большинстве случаев находящиеся в тропосфере аэрозоли имеют тенденцию вызывать отрицательное радиационное воздействие и охлаждение климата. Срок их существования в атмосфере является гораздо более коротким (сутки-недели), чем у большинства парниковых газов (десятилетия-столетия) и, соответственно, их концентрации гораздо быстрее реагируют на изменения в выбросах.

При вулканической деятельности в стратосферу могут выбрасываться огромные количества серосодержащих газов (в основном двуокись серы), которые затем преобразуются в сульфатные аэрозоли. Отдельные извержения вулканов могут приводить к возникновению значительного, хотя и временного, отрицательного радиационного воздействия, вызывающего охлаждение поверхности Земли и нижних слоев атмосферы в течение примерно нескольких лет.

Количество энергии, приходящей в виде излучения от Солнца, изменяется в небольших пределах (0,1 %) в течение 11-летнего цикла; кроме того, могут происходить колебания в количестве этой энергии и в течение более продолжительных периодов времени. Медленные колебания в орбите Земли, которые происходят во временных масштабах от десятков до тысяч лет и которые хорошо понятны, приводят к изменениям в сезонном и поширотном распределении солнечной радиации. Эти изменения играли важную роль в регулировании колебаний климата в отдаленном прошлом, например в ледниковых и межледниковых циклах.

Когда радиационное воздействие изменяется, климатическая система дает ответную реакцию в различных временных масштабах. Самые продолжительные периоды реагирования имеют своей причиной значительную теплоемкость глубоких океанов и динамическую адаптацию ледовых щитов. Это означает, что временная реакция на какое-либо изменение (как положительное, так и отрицательное) может продолжаться в течение тысячелетий. Любые изменения в радиационном балансе Земли, включая связанные с повышением концентраций парниковых газов или аэрозолей, будут изменять глобальный гидрологический цикл и атмосферную и океаническую циркуляцию, влияя тем самым на метеорологические структуры и на региональные температуры и атмосферные осадки.

Любые вызванные деятельностью человека изменения в климате будут накладываться на фоновые естественные климатические колебания, которые происходят в большом диапазоне временных и пространственных масштабов. Изменчивость климата может быть связана с естественными изменениями в воздействиях на климатическую систему, например, колебаниями в силе приходящего солнечного излучения и изменениями в концентрациях аэрозолей, возникающих в результате извержений вулканов. Естественные колебания климата могут происходить также и при отсутствии изменений во внешних воздействиях, всего лишь как результат сложных взаимодействий между компонентами климатической системы, например между атмосферой и океаном. Примером такой естественной «внутренней» изменчивости является явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО), происходящее в межгодовых временных масштабах. Для того чтобы отличить антропогенные изменения климата от естественной изменчивости, необходимо идентифицировать антропогенный «сигнал» на фоне «шума» естественной изменчивости климата.

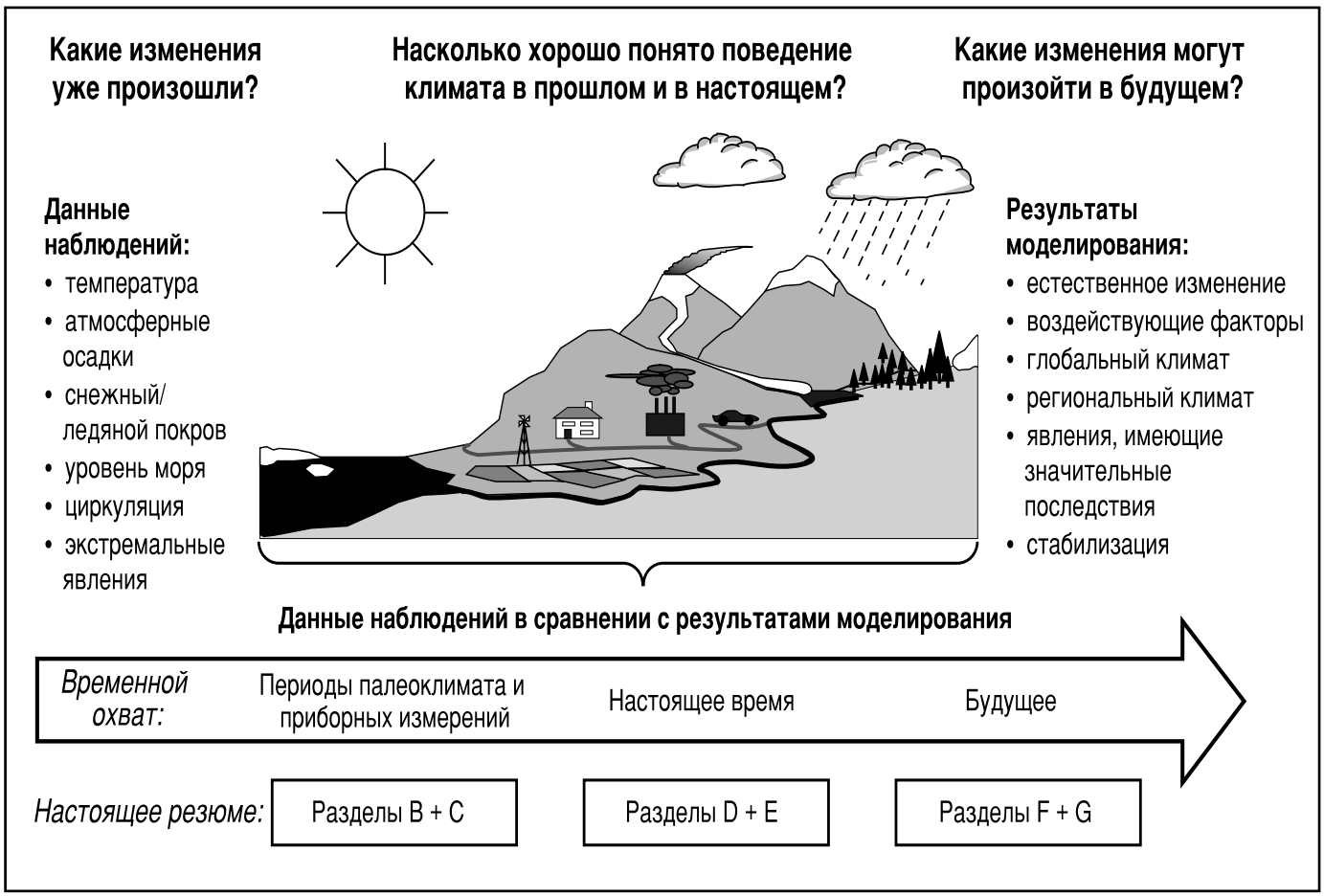


Рисунок TP-1. Ключевые вопросы о климатической системе и ее связи с человеческим обществом. Настоящее Техническое резюме, которое основано на основополагающей информации, содержащейся в главах, является докладом о состоянии знаний по вопросам, представленным на данной схеме.

На основе использования этой способности к моделированию в целях сравнения результатов моделей с наблюдаемыми схемами региональных изменений температуры в том докладе был сделан вывод о том, что способность количественно определять влияние деятельности человека на глобальный климат носит ограниченный характер. Эта ограниченность была связана с тем, что ожидаемый сигнал все еще возникал от «шума» естественной изменчивости и с тем, что существовали неопределенности в других ключевых факторах. Тем не менее, в том докладе был сделан следующий вывод: «Совокупность свидетельств дает основание предположить, что деятельность человека заметно влияет на глобальный климат». И наконец, на основе ряда сценариев содержания парниковых газов в атмосфере в будущем была промоделирована совокупность ответных реакций климатической системы.

A.3 Третий доклад об оценках: настоящее Техническое резюме

Третий основной доклад об оценках рабочей группы I МГЭИК основан на этих прошлых оценках и на результатах научных исследований климата в последние пять лет. Настоящее Техническое резюме основано на основополагающей информации, представленной в главах, на которые даются перекрестные ссылки в примечаниях об источниках информации в приложении. Целью настоящего Резюме является описание основных характеристик (см. рисунок TP-1) знаний о климатической системе и об изменении климата в начале XXI столетия. Конкретно поставлены следующие вопросы:

- О чем свидетельствуют зарегистрированные данные наблюдений в отношении изменений климата в прошлом как на глобальном, так и на региональном уровнях, а также в отношении как средних, так и экстремальных значений? (Раздел B)
- Насколько количественно определены факторы, заставляющие климат изменяться, включая явления как естественного характера (например изменения солнечного излучения), так и антропогенного характера (например парниковые газы)? (Раздел C)
- Каковы современные возможности для моделирования ответных реакций климатической системы на эти воздействующие факторы? В частности, насколько хорошо описываются ключевые физические и биогеохимические процессы современными глобальными моделями климата? (Раздел D)
- Основываясь на сегодняшних данных наблюдений и на сегодняшних возможностях прогнозирования климата, что показывает сравнение относительно влияния человека на сегодняшний климат? (Раздел E)

- Далее, на основе использования современных средств прогнозирования, каким может быть возможное будущее климата? В частности, в рамках широкого спектра прогнозов относительно нескольких воздействующих на климат факторов, что прогнозируют современные знания в отношении глобальных температур, региональных структур атмосферных осадков, уровня моря и изменений в экстремальных значениях? (Раздел F)

И наконец, какие виды научно-исследовательской деятельности являются наиболее срочными для осуществления в целях совершенствования нашего понимания климатической системы и уменьшения неопределенности в отношении изменения климата в будущем.

Третий доклад об оценках рабочей группы I МГЭИК является результатом труда сотен ученых из развитых и развивающихся стран, которые внесли свой вклад в его подготовку и редактирование. Далее следует резюме их знаний о климатической системе.

B. Наблюдаемые изменения в климатической системе

Изменяется ли климат Земли? Ответ однозначен: «Да». Совокупность данных наблюдений подтверждает этот вывод и дает представление о скорости происходящих изменений. Эти данные являются также основой, на которой можно построить ответ на более сложный вопрос: «Почему он изменяется?», который рассматривается в последующих разделах.

В настоящем разделе представлено обновленное резюме данных наблюдений, дающее представление о том, как климатическая система изменялась в прошлом. Многие переменные климатической системы были измерены непосредственно, т. е. о них имеются «данные , зарегистрированные приборами». Например, повсеместные прямые измерения приземной температуры начали проводиться еще с середины XIX столетия. Наблюдения за другими приземными «погодными» переменными, такими, как атмосферные осадки и ветры, почти в глобальном масштабе проводятся в течение вот уже примерно 100 лет. Изменения уровня моря проводятся в некоторых местах уже более 100 лет, однако сеть мареографов, обеспечивающих продолжительные временные ряды данных, имеет лишь ограниченный глобальный охват. Аэрологические наблюдения начали систематически проводиться лишь с конца 40-х годов. Имеются также продолжительные временные ряды зарегистрированных данных наблюдений за поверхностью океана, проводившихся с морских судов примерно с середины XIX столетия и со специальных буев примерно с конца 70-х годов. За период с конца 40-х годов имеются также и данные измерений температуры подповерхностного слоя океана с почти глобальным охватом. За период с конца 70-х годов имеются также и другие данные, полученные с помощью спутников для наблюдения за Землей, которые используются для обеспечения широкого диапазона данных глобальных наблюдений за различными компонентами климатической системы. Кроме того, всевозрастающая совокупность палеоклиматических данных, например данных: о деревьях, кораллах, отложениях и льде — дает информацию о климате Земли, существовавшем столетия и тысячелетия тому назад.

В настоящем разделе особое внимание уделяется текущим знаниям о происходивших в прошлом изменениях ключевых климатических переменных, а именно: температуры, осадков и влажности атмосферы, снежного покрова, протяженности материкового и морского льда, уровня моря, структур атмосферной и океанической циркуляции,

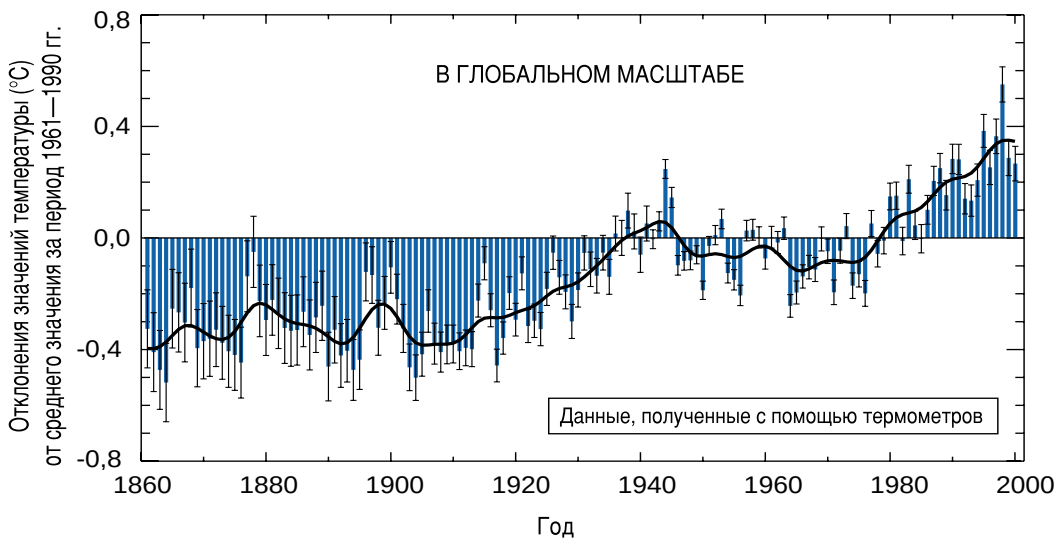


Рисунок TP-2. Совокупные годовые аномалии температуры (°C) воздуха над поверхностью суши и поверхности моря в период с 1861 г. по 2000 г. по отношению к периоду с 1961 г. по 1999 г. Две неопределенности, связанные со среднеквадратической ошибкой, показаны в виде столбиков на ежегодных значениях. [Основан на рисунке 2.7c]

экстремальных метеорологических и климатических явлениях, а также в общих характеристиках изменчивости климата. В заключительной части настоящего раздела приводится сопоставление наблюдаемых тенденций в этих различных климатических показателях, с тем чтобы определить, какова же общая складывающаяся картина. Степень этой внутренней согласованности является одним из ключевых факторов в оценке уровня достоверности современного понимания климатической системы.

B.1 Наблюдаемые изменения в температуре

Инструментальные данные о температуре суши и океанов

Глобальная средняя приземная температура за период с конца XIX столетия возросла на 0,6 + 0,2 °C[3]. Весьма вероятно, что 1990-е годы были самым теплым десятилетием, а 1998 г. — самым теплым годом за все время инструментальных измерений, начиная с 1861 г. (см. рисунок TP-2). Основная причина увеличившегося оценочного значения глобального потепления на 0,15 °C за период после выхода ВДО заключается в рекордном потеплении в дополнительно включенные в анализ шесть лет (1995—2000 гг.) сбора данных. Вторая причина заключается в усовершенствовании методов оценки изменения. Современный, несколько более широкий диапазон неопределенностей (+ 0,2 °C, доверительный интервал — 95 %) также обоснован более объективно. Кроме того, в период после выхода ВДО научная основа для обеспечения достоверности оценок повышения глобальной температуры в период с конца XIX столетия укрепилась. Это произошло благодаря более совершенным выводам, сделанным в ходе нескольких новых исследований. Сюда входят: независимая проверка поправок, используемых для зависящих от времени отклонений в данных о температуре поверхности моря, и новые анализы влияния городских «островов тепла» на тренды глобальной температуры на суше. Как показано на рисунке TP-2, большая часть повышения глобальной температуры в период с конца XIX столетия пришлась на два четко определенных периода: с 1910 г. по 1945 г. и после 1976 г. Темпы повышения температуры в оба этих периода составляют примерно 0,15 °C в десятилетие. Происходящее в последнее время потепление является более сильным на суше, чем в районах океанов; повышение температуры поверхности моря в период с 1950 г. по 1993 г. составляет примерно половину от повышения средней температуры воздуха над поверхностью суши. Высокая глобальная температура, ассоциирующаяся с явлением Эль-Ниньо 1997—1998 гг., рассматривается в качестве экстремального явления даже с учетом наблюдающихся в последнее время темпов потепления.

Региональные структуры потепления, наблюдавшиеся в первой половине XX столетия, отличаются от таких структур, наблюдавшихся во второй половине этого столетия. На рисунке TP-3 показаны региональные структуры потепления, наблюдавшиеся в течение всего XX столетия, а также в три составляющих его периода времени. В самый последний период потепления (с 1976 г. по 1999 г.) оно носило почти глобальный характер, однако самое значительное повышение температуры при этом наблюдалось в средних и высоких широтах континентов в северном полушарии. Округленные по годам значения свидетельствуют об охлаждении в северо-западной части Северной Атлантики и в центре северной части Тихого океана, однако тенденция охлаждения в Северной Атлантике в последнее время сменилась на обратную. Было показано, что наблюдающиеся в последнее время региональные структуры изменения температуры соотносятся, частично, с различными фазами атмосферно-океанических колебаний, таких, как североатлантическое-арктическое колебание и, возможно, Тихоокеанское десятилетнее колебание. В связи с этим региональные тенденции температуры в течение нескольких десятилетий могут находиться под сильным влиянием региональной изменчивости в климатической системе и могут заметно отклоняться от глобального среднего значения. Потепление в период с 1910 г. по 1945 г. первоначально концентрированно происходило в Северной Атлантике. В противоположность этому в период с 1946 г. по 1975 г. в Северной Атлантике наблюдалось значительное похолодание так же, как и на большей части территорий в северном полушарии; в это же время на большей части территории южного полушария наблюдалось потепление.

Новые анализы свидетельствуют о том, что глобальное теплосодержание океанов значительно возросло с конца 1950-х годов. Более половины этого увеличения теплосодержания произошло в верхнем слое океана до глубины 300 м, что было эквивалентно темпам повышения температуры в этом слое примерно на 0,04 °C в десятилетие.

Новые анализы максимальных суточных температур на поверхности суши за период с 1950 г. по 1993 г. продолжают свидетельствовать о том, что эта мера суточного диапазона температур уменьшается в очень многих точках земного шара, хотя и не везде. В среднем минимальные температуры возрастают примерно в два раза быстрее максимальных температур (0,2 против 0,1 °C в десятилетие).

Температуры над приземным слоем по данным со спутников и метеорологических шаров-зондов

Данные измерений температуры на поверхности, с шаров-зондов и со спутников показывают, что в тропосфере и на поверхности Земли происходило потепление, а в стратосфере происходило охлаждение. За тот короткий период времени, в течение которого проводились измерения как со спутников, так и с метеорологических шаров-зондов (начиная с 1979 г.), данные, полученные с шаров-зондов и со спутников, показывают, что в нижнем слое тропосферы

[3] Как правило, тренды температуры округляются до ближайших 0,05 °C за единицу времени; периоды при этом часто ограничиваются наличием данных.

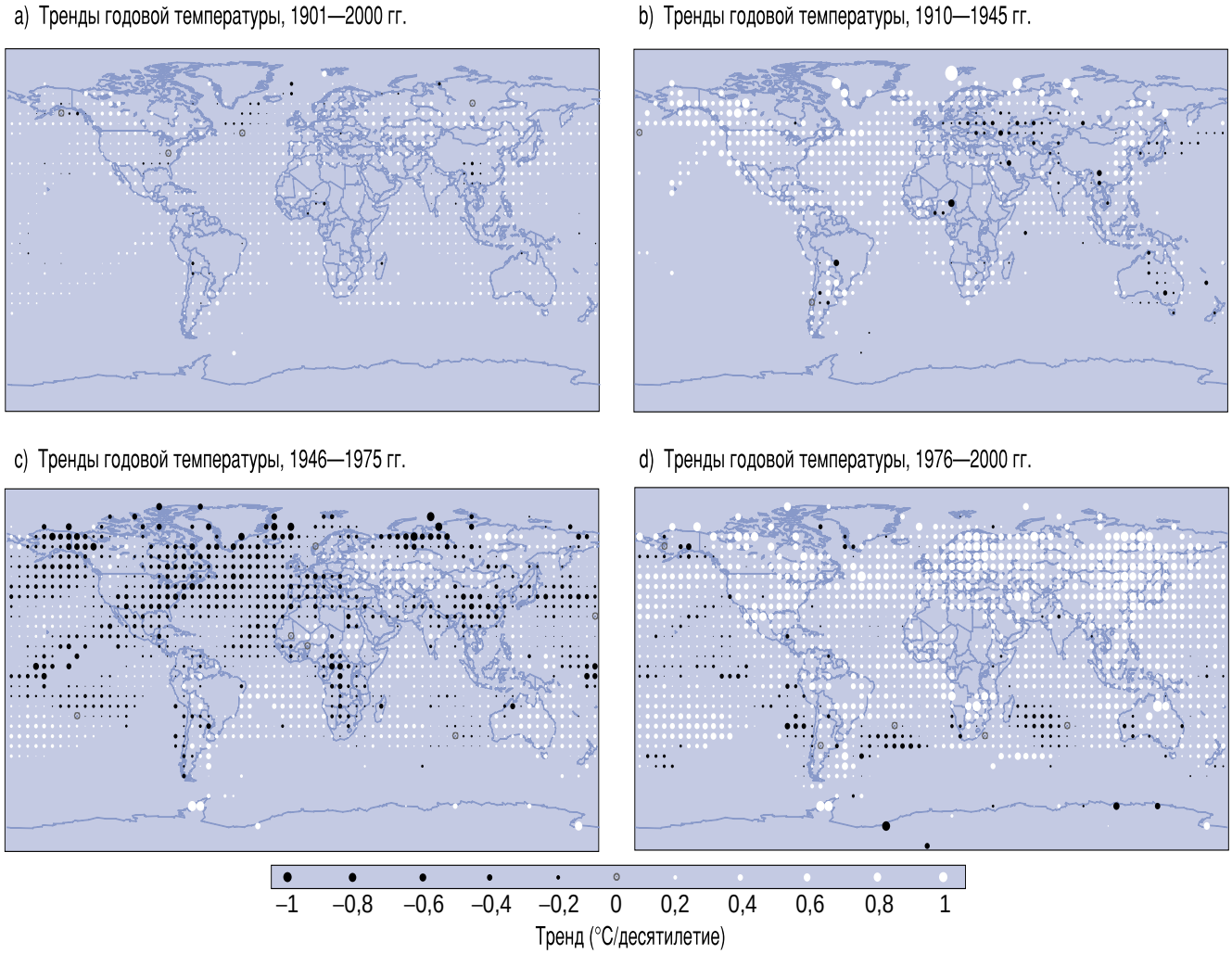


Рисунок ТР-3. Тренды годовой температуры за периоды соответственно 1901—1999 гг., 1910—1945 гг., 1946—1975 гг. и 1976—1999 гг. Тренды представлены областями с нанесенными на них кружочками, где белый цвет означает увеличение, черный цвет — уменьшение и синий цвет — незначительное изменение или его отсутствие. Тренды рассчитаны на основе нанесенных на сетку годовых усредненных аномальных значений с соблюдением условия, что в расчет годовых аномалий включены данные как минимум за 10 месяцев. Что касается периода 1901—1999 гг., тренды были рассчитаны только для тех квадратов сетки, в которых содержались данные о годовых аномалиях как минимум за 66 лет из 100 лет. Минимальное количество лет, требовавшихся для расчетов за более короткие периоды времени (1910—1945 гг., 1946—1975 гг. и 1976—1999 гг.) составляло соответственно 24, 20 и 16 лет. [Основано на рисунке 2.9]

потепление было значительно меньше, чем наблюдавшееся на поверхности. Результаты анализов трендов температуры в период с 1958 г. для нижних 8 км атмосферы и для поверхности Земли хорошо согласуются между собой, как это показано на рисунке ТР-4а, при потеплении, составлявшем примерно 0,1 °C в десятилетие. Однако начиная с 1979 г., когда начали проводиться измерения со спутников, данные о температуре, полученные как со спутников, так и с метеорологических шаров-зондов, свидетельствуют о потеплении в среднем-нижнем слоях глобальной тропосферы со скоростью примерно 0,05 + 0,10 °C в десятилетие. Глобальная средняя приземная температура возрастала значительными темпами на 0,15 + 0,05 °C в десятилетие. Эта разница в темпах потепления является статистически значимой. В отличие от этого, в период с 1958 г. по 1978 г. тренды приземной температуры были около 0, а тренды в нижних 8 км атмосферы соответствовали повышению примерно в 0,2 °C в десятилетие. Примерно половина наблюдающейся разницы в потеплении в период с 1979 г., вероятно[4], может быть объяснена сочетанием расхождений в пространственном охвате данными приземных и тропосферных наблюдений и физических последствий ряда извержений вулканов и значительного проявления явления Эль-Ниньо (общее описание ЭНСО см.

[4] В настоящем Техническом резюме и в Резюме для лиц, определяющих политику, для обозначения приблизительных субъективных оценок степени достоверности используются следующие понятия: *практически достоверно* (вероятность более 99 % того, что результат является правильным); *весьма вероятно* (90—99 % вероятности); *вероятно* (66—90 % вероятности); *средняя вероятность* (33—66 % вероятности); *маловероятно* (10—33 % вероятности); *весьма маловероятно* (1—10 % вероятности); *исключительно маловероятно* (вероятность менее 1 %). С более подробными сведениями читатель может ознакомиться в соответствующих отдельных главах.

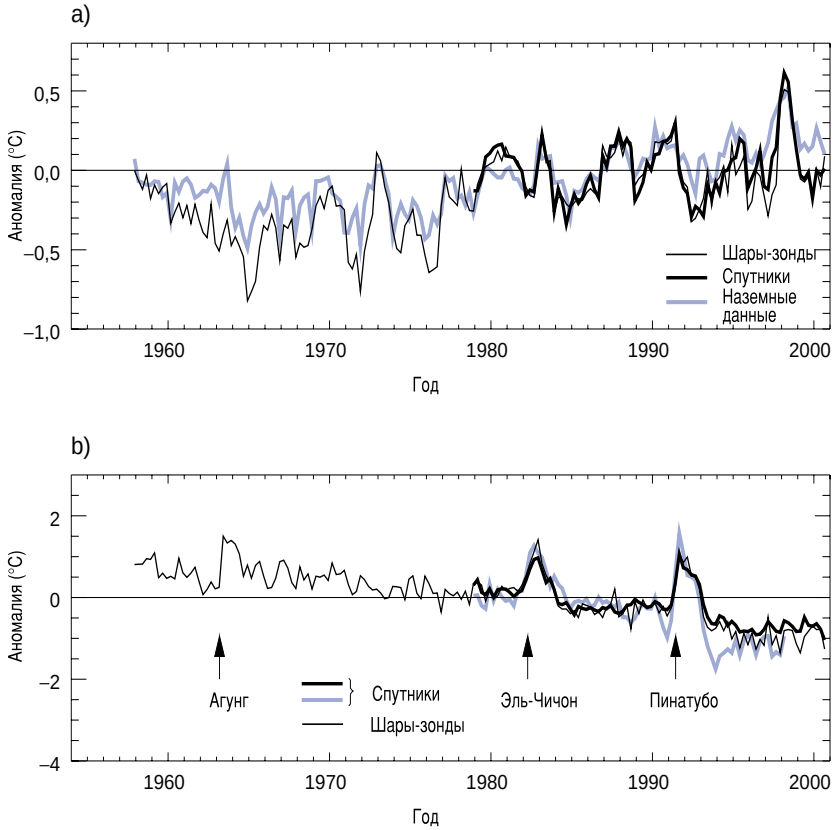


Рисунок TP-4. a) Временные ряды аномальных значений сезонной температуры в тропосфере на основе данных, полученных с шаров-зондов и со спутников в дополнение к наземным данным. b) Временные ряды аномальных значений сезонной температуры нижнего слоя стратосферы. [Основано на рисунке 2.12]

в текстовом блоке TP-4), которые произошли в этот период. Остальная часть указанной разницы является, по всей вероятности, реальной и не связана с отклонениями в данных наблюдений. Она возникает в основном из-за различий в темпах изменения температуры над тропическими и субтропическими регионами, которые были более быстрыми в нижних 8 км атмосферы до приблизительно 1979 г., но которые затем замедлились. Никаких значительных расхождений в темпах потепления над средними широтами континентов в северном полушарии не наблюдалось. Что касается верхнего слоя тропосферы, никаких значительных глобальных трендов температуры в период с начала 1960-х годов обнаружено не было. В том, что касается стратосферы, то, как показано на рисунке TP-4b, данные, полученные как со спутников, так и с шаров-зондов, свидетельствуют о значительном охлаждении, прерывавшемся резкими эпизодами потепления длительностью от одного до двух лет, которые были связаны с извержениями вулканов.

Приземные температуры в период до начала инструментальных наблюдений, полученные на основе косвенных данных

Темпы и продолжительность потепления в XX столетии, вероятно, являются самыми значительными, чем в какие-либо другие времена в течение последних 1000 лет. 1990-е годы, вероятно, были самым теплым десятилетием за последнее тысячелетие в северном полушарии, а 1998 г., вероятно, был самым теплым годом. В понимании явления изменения температуры, происходившего в течение последнего тысячелетия, был достигнут значительный прогресс, особенно благодаря синтезу отдельных работ по воссозданию данных о температуре. Эти новые подробные данные о температуре для северного полушария показаны на рисунке TP-5. Эти данные свидетельствуют о сравнительно теплом периоде, ассоциирующимся с XI—XIV столетиями, и о сравнительно холодном периоде, ассоциирующимся с XV—XIX столетиями, в северном полушарии. При этом, однако, имеющиеся свидетельства не могут служить доказательством того, что эти периоды, т. е. соответственно «средневековый теплый период» и «малый ледниковый период», происходили синхронно по всему земному шару. Как показывает рисунок TP-5, темпы и продолжительность потепления в северном полушарии в XX столетии представляются беспрецедентными за всё последнее тысячелетие, и их нельзя рассматривать просто как восстановление после «малого ледникового периода» XV—XIX столетий. Эти анализы дополнены анализами чувствительности в отношении пространственной представительности имеющихся палеоклиматических данных, которые свидетельствуют о том, что потепление в последнее десятилетие выходит за пределы доверительного интервала неопределенности температуры в 95 %, даже во время самых теплых периодов в последнее тысячелетие. Более того, к сегодняшнему дню завершено проведение нескольких различных анализов, каждый из которых дает основание предположить, что температуры в северном полушарии в последнее десятилетие были выше, чем в любое другое время в последние 6—10 столетий. Это тот отрезок

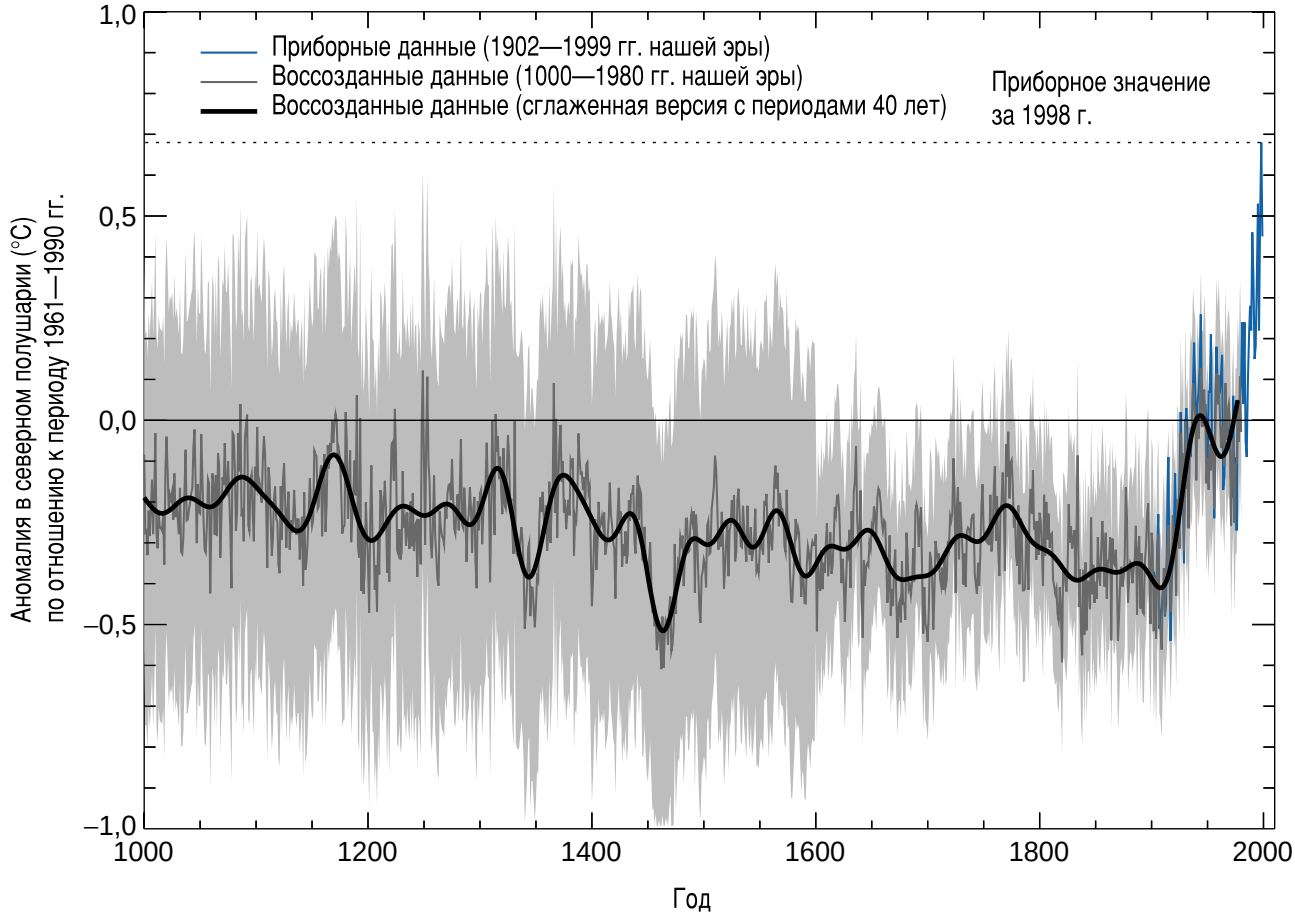


Рисунок TP- 5. Температура за тысячелетний период (с 1000 г. по 1999 г. нашей эры) в северном полушарии (СП) на основе воссозданных данных (серый цвет — годичные кольца деревьев, кораллы, керны льда и исторически зарегистрированные данные) и данных, полученных с помощью приборов (синий цвет). Показаны сглаженная версия рядов данных по СП (черный цвет) и два предельных значения среднеквадратической ошибки (светло-серый цвет). [Основано на рисунке 2.20]

времени, за который значения температуры с годовым разрешением могут быть рассчитаны путем использования собранных в масштабе полушария косвенных данных, как-то: годичные кольца деревьев, керны льда, кораллы и другие косвенные данные с годовым разрешением. Что же касается среднегодовых значений в более ранние, чем 1000 лет тому назад, периоды и условий, существовавших на большей части южного полушария до 1861 г., из-за недостатка необходимых данных знания о них меньше.

Вероятно, что значительные быстрые изменения температуры в течение десятилетий происходили во время последнего ледникового периода и отступления ледников после него (в период между приблизительно 100 000 и 10 000 лет тому назад), особенно в высоких широтах северного полушария. В некоторых местах во время отступления ледников повышения температуры в локальном масштабе составляли, вероятно, от 5 до 10 °C в столь короткие периоды, как несколько десятилетий. Появляются свидетельства того, что в течение последних 10 000 лет происходили быстрые значительные изменения температуры в региональном масштабе, являющиеся составной частью естественной изменчивости климата.

B.2 Наблюдаемые изменения в количестве атмосферных осадков и во влажности атмосферы

В период, прошедший после выхода ВДО, годовое количество атмосферных осадков, выпадающих на сушу, продолжало возрастать в средних и высоких широтах северного полушария (весьма вероятно, от 0,5 до 1 % в десятилетие), за исключением восточной части Азии. В субтропиках (10° с. ш.—30° с. ш.) количество дождевых осадков, выпадающих на поверхность суши, в среднем уменьшалось (вероятно, примерно на 0,3 % в десятилетие), хотя в последние годы наметилась обратная тенденция. Данные измерений атмосферных осадков на поверхности суши в тропиках свидетельствуют о том, что количество осадков, вероятно, возрастало примерно на 0,2—0,3 % в десятилетие в течение XX столетия, однако увеличение количества осадков не столь очевидно в последние несколько десятилетий, а территории суши (по сравнению с океанами) в тропической зоне на широтах от 10° с. ш. до 10° ю. ш. сравнительно невелики. Тем не менее, данные прямых измерений осадков и проведенные с помощью моделей повторные анализы выведенных логически количеств осадков показывают, что

количество дождевых осадков также увеличилось над большими территориями тропических океанов. Там, где имеются данные по определенным точками и за определенные промежутки времени, видно, что изменения в годовых показателях речных стоков часто хорошо соотносятся с изменениями в общем количестве осадков. Увеличения в количестве атмосферных осадков на территориях суши в средних и высоких широтах северного полушария убедительно коррелируются с долгосрочными увеличениями в общем количестве облаков. В отличие от северного полушария, в южном полушарии никаких сопоставимых систематических изменений в атмосферных осадках при использовании общих поширотных усредненных значений обнаружено не было.

Вероятно, что общее количество водяного пара в атмосфере над многими регионами северного полушария возрастало на несколько процентов в десятилетие. Изменения в количестве водяного пара приблизительно за последние 25 лет были проанализированы для отдельных регионов с использованием данных приземных наблюдений в точках, а также данных измерений в нижнем слое тропосферы с помощью спутников и метеорологических шаров-зондов. При анализе наиболее надежных комплектов данных вырисовывается картина общего увеличения количества водяного пара над поверхностью и в нижнем слое тропосферы в последние несколько десятилетий, хотя в этих данных, вероятно, имеются зависимые от времени отклонения и региональные колебания в трендах. Количество водяного пара в нижнем слое стратосферы в период с начала регистрации данных наблюдений (1980 г.) также, вероятно, увеличивалось примерно на 10 % за десятилетие.

Данные об изменениях в общем количестве облаков над территориями континентов в средних и высоких широтах северного полушария свидетельствуют о вероятном увеличении облачного покрова в период с начала XX столетия примерно на 2 %, что, как сегодня показано, положительно коррелируется с уменьшениями в суточном диапазоне температур. Было показано, что аналогичные изменения происходят и над Австралией — единственным континентом южного полушария, где были завершены анализы соответствующих данных. В том, что касается территорий суши в субтропической и тропической зонах, а также океанов, знания об изменениях в общем количестве облаков являются неопределенными.

B.3 Наблюдаемые изменения в площади снежного покрова и материкового и морского льда

Уменьшение протяженности снежного покрова и материкового льда по-прежнему положительно коррелируется с увеличением температур на поверхности суши. Полученные со спутников данные показывают, что в период с конца 1960-х годов протяженность снежного покрова, весьма вероятно, уменьшилась примерно на 10 %. Существует ярко выраженная корреляция между повышением температур на суше в северном полушарии и таким уменьшением. На сегодняшний день имеется много свидетельств в поддержку того, что альпийские и континентальные ледники отступают в ответ на потепление в XX столетии. В нескольких морских районах увеличение количества атмосферных осадков вследствие региональных изменений в атмосферной циркуляции было более значительным, чем повышение в температуре в последние два десятилетия, и ледники начали вновь наступать. Данные наземных наблюдений показывают, что в последние 100—150 лет годовая продолжительность присутствия льда на озерах и реках в средних и высоких широтах северного полушария, весьма вероятно, уменьшилась примерно на две недели.

Количество морского льда в северном полушарии уменьшается, однако в Антарктике никаких значительных тенденций в протяженности морского льда не отмечается. Происходящее с 1950-х годов уменьшение количества морского льда в Арктике в весенний и летний периоды на 10—15 % согласуется с повышением весенних температур и, в меньшей степени, летних температур в высоких широтах. Мало указаний на то, что протяженность морского льда в Арктике в зимний период, температуры в который в окружающих регионах повысились, уменьшается. В отличие от Арктики, нет никаких явных свидетельств взаимосвязи между десятилетними изменениями температур и протяженностью морского льда в Антарктике в период с 1973 г. После первоначального уменьшения в середине 1970-х годов протяженность морского льда в Антарктике оставалась стабильной или даже слегка увеличивалась.

Новые данные указывают на то, что, вероятно, толщина морского льда в Арктике уменьшалась приблизительно на 40 % в конце лета — начале осени между периодом 1958—1976 гг. и серединой 1990-х годов при значительно меньшем уменьшении в зимний период. То, что эти данные были собраны за сравнительно короткий период, а выборка является неполной, ограничивает возможности толкования этих данных. На эти изменения могли оказывать влияние межгодовая и междесятилетняя изменчивость.

B.4 Наблюдаемые изменения в уровне моря

Изменения в период, за который имеются приборные данные

На основе данных, полученных с помощью мареографов, можно сделать вывод, что темпы повышения глобального среднего уровня моря в течение XX столетия находились в диапазоне от 1,0 до 2,0 мм/год; при этом центральное значение составило 1,5 мм/год (центральное значение не следует истолковывать как наилучшую оценку). (См. информацию о факторах, которые влияют на уровень моря, в текстовом блоке TP-2). Как показано на рисунке TP-6, самые продолжительные временные ряды приборных данных (самое большое за два или три столетия) о местном уровне моря получены от мареографов. На основе нескольких рядов зарегистрированных за продолжительный период данных мареографов можно

сделать вывод, что средние темпы повышения уровня моря были в течение XX столетия больше, чем в течение XIX столетия. Никакого значительного ускорения темпов повышения уровня моря в течение XX столетия обнаружено не было. Такие результаты нельзя считать несовместимыми с результатами моделей, поскольку следует учитывать наличие компенсирующих факторов и ограниченность имеющихся данных.

Изменения в период до начала инструментальных наблюдений

После последнего ледникового максимума примерно 20 000 лет тому назад, уровень моря в местах, находящихся далеко от современных и существовавших в прошлом ледовых щитов, поднялся более чем на 120 м в результате потери массы этих ледовых щитов. В ответ на эти значительные перемещения массы из ледовых щитов в океаны до сих пор все еще происходят вертикальные движения суши вверх и вниз. Самое быстрое повышение глобального уровня моря происходило в период между 15 000 и 6 000 лет тому назад, когда средние темпы составляли примерно 10 мм/год. На основе геологических данных можно считать, что эвстатический уровень моря (т. е. соответствующий изменению в объеме океана), возможно, повышался со средними темпами в 0,5 мм/год в последние 6 000 лет и со средними темпами в 0,1—0,2 мм/год в последние 3 000 лет. Такие темпы составляют примерно одну десятую от темпов, наблюдавшихся в течение XX столетия. Маловероятно, что в последние 3 000—5 000 лет

Текстовой блок TP-2. Что заставляет уровень моря изменяться?

Уровень моря на береговой линии определяется многими факторами глобальной окружающей среды, которые действуют в большом диапазоне временных масштабов начиная от часов (приливы-отливы) до миллионов лет (изменения океанского бассейна в результате тектонических явлений и осаждений). Во временном масштабе от десятилетий до столетий некоторые из значительных воздействий на средние уровни моря связаны с климатическими процессами и изменением климата.

Во-первых, по мере того как вода в океане нагревается, она расширяется. На основе данных наблюдений за температурами в океане и результатов работы с моделями можно сделать вывод, что тепловое расширение является одним из основных факторов, способствующих историческим изменениям уровня моря. Далее предполагается, что тепловое расширение внесло самый большой вклад в повышение уровня моря в течение последних 100 лет. Температуры в глубинах океана изменяются очень медленно; соответственно, тепловое расширение будет продолжаться в течение многих столетий, даже если концентрации парниковых газов в атмосфере удастся стабилизировать.

Величина потепления и глубина воды, на которую оно действует, варьируется в зависимости от местонахождения. Кроме того, при каком-либо заданном изменении температуры более теплая вода расширяется в большей степени, чем более холодная вода. Географическое распределение изменения уровня моря зависит от связанных с географией колебаний теплового расширения, изменений солености, ветров и океанической циркуляции. Диапазон региональных колебаний значителен по сравнению с глобальным средним повышением уровня моря.

Уровень моря изменяется также в зависимости от увеличения или уменьшения массы воды в океанах. Такие изменения наблюдаются, когда происходит обмен воды между океанами и запасами воды на суше. Основой запас воды на суше — это вода, замерзшая в ледниках или ледовых щитах. Действительно, основной причиной более низкого уровня моря в течение последнего ледникового периода являлось замораживание воды в больших количествах на огромных пространствах ледовых щитов на континентах в северном полушарии. После теплового расширения самый крупный вклад в повышение уровня моря в течение следующих 100 лет внесет, согласно предположениям, таяние горных ледников и ледниковых куполов. Эти ледники и ледниковые купола составляют лишь несколько процентов от покрытых льдом территорий суши на земном шаре, однако они более чувствительны к изменению климата, чем более крупные ледовые щиты в Гренландии и в Антарктике, поскольку эти ледовые щиты находятся в более холодном климате с меньшим количеством осадков и с более медленными темпами таяния. Соответственно, крупные ледовые щиты, как предполагается, внесут лишь небольшой чистый вклад в изменение уровня моря в предстоящие десятилетия.

На уровень моря влияют также и процессы, которые не связаны напрямую с изменением климата. Запасы воды на суше (и, соответственно, уровень моря) могут измениться в результате изъятия подземных вод, строительства водохранилищ, изменений в поверхностном стоке и просачивания воды из водохранилищ и ирригационных систем в более глубокие водоносные слои. Эти факторы могут компенсировать значительную долю ожидаемого ускорения повышения уровня моря в результате теплового расширения и таяния ледников. Кроме того, просадка грунта на побережьях в дельтах рек также может повлиять на местный уровень моря. Вертикальное движение суши, вызываемое естественными геологическими процессами, такими, как медленное движение мантии Земли и тектонические перемещения земной коры, могут оказывать на местный уровень моря такое влияние, которое сопоставимо с влиянием климата. И наконец, в сезонных, межгодовых и десятилетных временных масштабах уровень моря реагирует на изменения в динамике атмосферы и океана, наиболее впечатляющим примером чего может служить влияние явлений Эль-Ниньо.

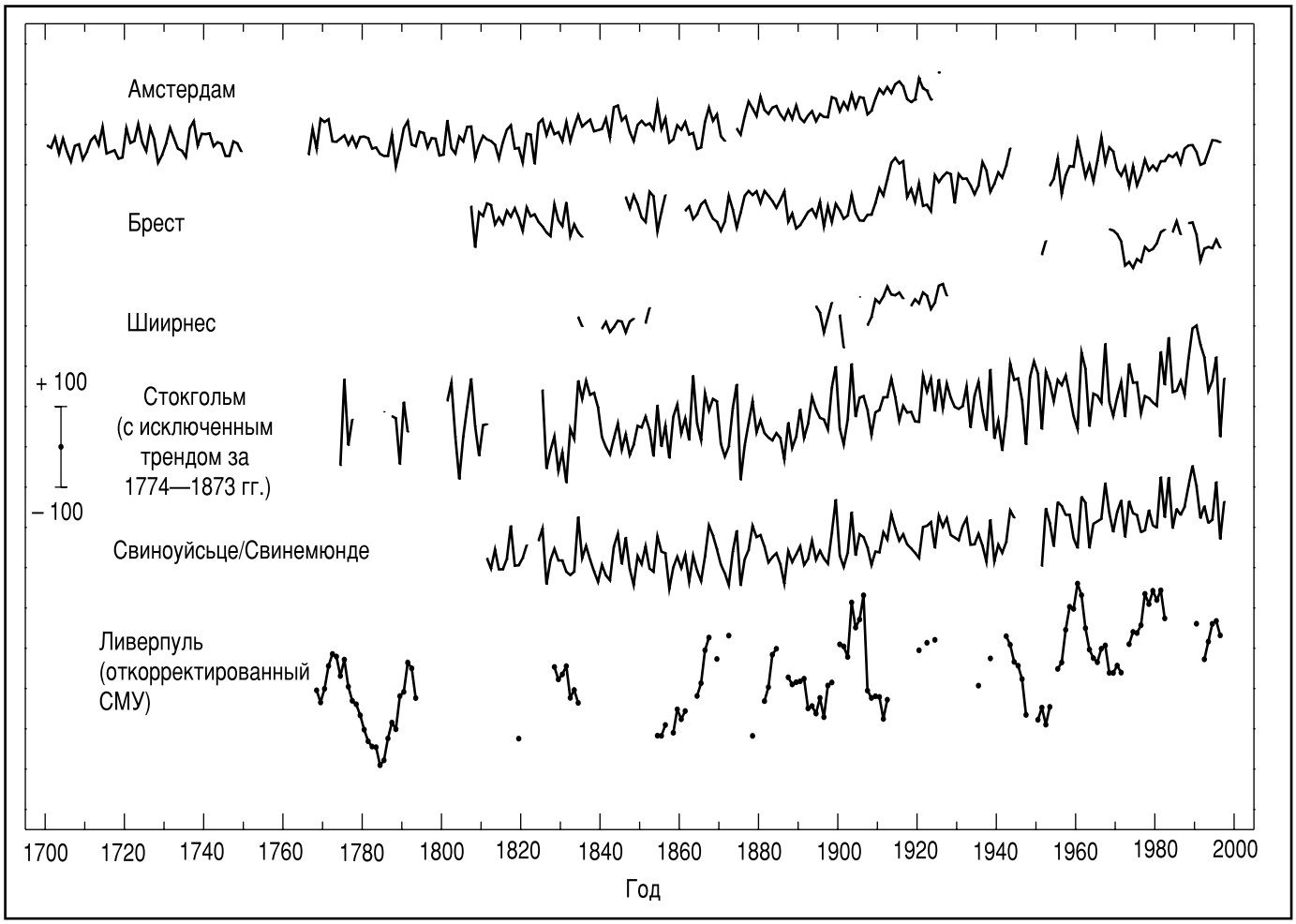


Рисунок TP-6. Временные ряды данных об относительном уровне моря в последние 300 лет в Северной Европе: Амстердам, Нидерланды; Брест, Франция; Шиирнесс, СК; Стокгольм, Швеция (с исключенным трендом за период 1774—1873 гг. с целью приведения к первому порядку вклада послеледникового восстановления); Свиноуйсьце Польша (бывший Свинемюнде, Германия); и Ливерпуль, СК. Данные по последнему — это данные об «откорректированном среднем максимальном уровне», а не о среднем уровне моря, и они включают узловой (18,6 года) терм. Вертикальный столбик масштаба означает ± 100 мм. [Основано на рисунке 11.7]

колебания глобального уровня моря во временных масштабах от 100 до 1000 лет превышали 0,3—0,5 м.

B.5 Наблюдаемые изменения в системах атмосферной и океанической циркуляции

Поведение явления ЭНСО (см. общее описание в текстовом блоке TP-4) стало необычным начиная с середины 1970-х годов по сравнению с предыдущими 100 годами; при этом теплая фаза эпизодов ЭНСО стала сравнительно более частой, устойчивой и интенсивной, чем противоположная холодная фаза. Это поведение ЭНСО в последнее время находит отражение в колебаниях значений атмосферных осадков и температуры над большей частью тропических и субтропических зон земного шара. Общее влияние, вероятно, внесло небольшой вклад в повышение глобальной температуры в течение нескольких последних десятилетий. Междесятилетнее тихоокеанское колебание и Тихоокеанское десятилетнее колебание ассоциируется с десятилетней—многодесятилетней изменчивостью климата в бассейне Тихого океана. Вероятно, что эти колебания модулируют связанную с ЭНСО изменчивость климата.

Определяются и другие важные свойства циркуляции, которые влияют на климат на больших территориях земного шара. Североатлантическое колебание (САК) связано с силой западных ветров над Атлантикой и внетропической частью Евразии. В зимний период САК проявляется в виде нерегулярных колебаний в межгодовых—многодесятилетних временных масштабах. Начиная с 1970-х годов САК в зимний период часто находилось в такой фазе, которая способствует усилению западных ветров, что коррелируется с потеплением в холодный сезон над Евразией. Новые свидетельства указывают на то, что САК и изменения в морском льде в Арктике, вероятно, тесно связаны. Сегодня считается, что САК является частью более масштабного атмосферного арктического колебания, которое оказывает влияние на большую часть внетропических территорий северного полушария. Аналогичное антарктическое колебание находилось в течение последних 15 лет в активной положительной фазе, характеризуясь более сильными западными ветрами над Южным океаном.

B.6 Наблюдаемые изменения в изменчивости климата и в экстремальных метеорологических и климатических явлениях

Новые анализы показывают, что в тех регионах, где общее количество атмосферных осадков увеличилось, весьма вероятно, что еще более явно проявилось увеличение явлений интенсивных и экстремальных осадков. Отмечается также и противоположная тенденция. Тем не менее, в некоторых регионах интенсивные и экстремальные явления (т. е. определенные как находящиеся в рамках верхних или нижних десяти процентилей) увеличились несмотря на тот факт, что общее количество осадков уменьшилось или осталось постоянным. Это объясняется уменьшением частоты явлений выпадения осадков. В целом вероятно, что для многих территорий в средних и высоких широтах, главным образом в северном полушарии, статистически значимые увеличения произошли пропорционально общему годовому количеству осадков, выведенному из данных об интенсивных и экстремальных явлениях выпадения осадков; вероятно, что во второй половине XX столетия частота явлений интенсивных осадков возросла на 2—4 %. В течение XX столетия (1900—1995 гг.) отмечалось сравнительно небольшое увеличение территорий суши на земном шаре, на которых ощущались бы суровые засухи или суровые условия влажности. В некоторых регионах, таких, как части Азии и Африки, частота и интенсивность засух в последние десятилетия возросли. Во многих регионах над такими изменениями доминирует междесятилетняя и многодесятилетняя изменчивость климата, такая, как перемена в явлении ЭНСО в направлении более теплых явлений. Во многих регионах межсуточная изменчивость температуры уменьшилась, а повышение минимальной температуры в дневное время привело к удлинению свободного от заморозков периода в большинстве регионов в средних и высоких широтах. Начиная с 1950 г., весьма вероятно, что на большей части земного шара происходило значительное уменьшение частоты возникновения сезонных средних температур, которые были бы гораздо ниже нормы, в то время как частота возникновения сезонных температур, которые были бы гораздо выше нормы, несколько возросла.

Не существует никаких убедительных свидетельств того, что характеристики тропических и внетропических штормов изменились. Над изменениями в интенсивности и частоте тропических штормов доминируют междесятилетние-многодесятилетние колебания, которые могут быть значительными, например в тропической зоне Северной Атлантики. Вследствие неполноты данных и ограниченности и противоречивости анализов остается неопределенным, происходили ли долгосрочные и крупномасштабные увеличения интенсивности и частоты внетропических циклонов в северном полушарии. В течение нескольких последний десятилетий определялись региональные увеличения в северной части Тихого океана, в отдельных частях Северной Америки и в Европе. Что же касается южного полушария, то в его отношении было проведено меньше анализов; тем не менее, они позволяют считать, что там в период с 1970-х годов произошло уменьшение активности внетропических циклонов. Проведенные в последнее время анализы изменений в суровых местных погодных явлениях (например: торнадо, грозовые дни и выпадение града) в нескольких избранных регионах не дают веских оснований считать, что происходят долгосрочные изменения. В целом тенденции в суровых погодных явлениях, как печально известно, трудно обнаружить, поскольку они характеризуются сравнительно редким возникновением и большой пространственной изменчивостью.

B.7 Обобщенная картина: потепление на земном шаре и другие изменения в климатической системе

Как это обобщенно представлено выше, последовательность изменений климата в настоящее время хорошо задокументирована, особенно за периоды последних десятилетий—столетий, при наличии всевозрастающего комплекта данных прямых измерений. На рисунке TP-7 проиллюстрированы эти тренды в показателях температуры (рисунок TP-7a) и гидрологических и связанных со штормами показателях (рисунок TP-7b), а также представлены указания на степень достоверности конкретных изменений.

Объединенные вместе эти тенденции иллюстрируют обобщенную картину потепления на земном шаре:

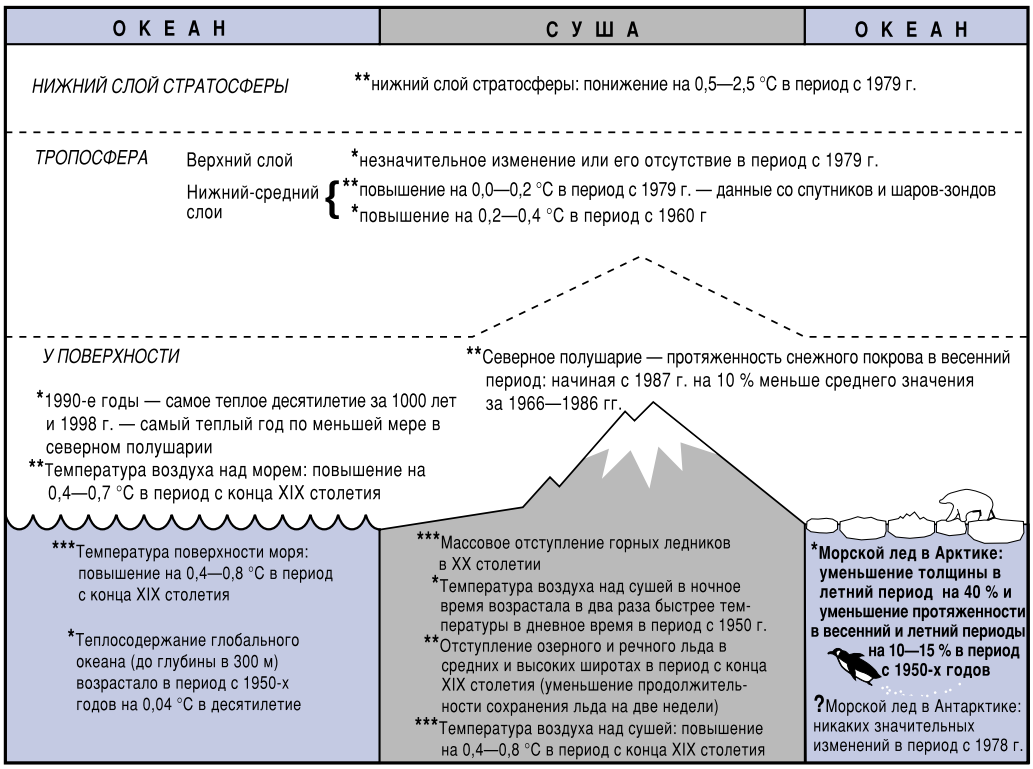
- Данные измерений приземной температуры на суше и над океанами (с двумя отдельными оценками над последним) были получены и откорректированы независимо. Все комплекты данных свидетельствуют о весьма аналогичных, идущих вверх трендах в глобальном масштабе при наличии двух основных периодов потепления на земном шаре: 1910—1945 гг. и начиная с 1976 г. Возникает тенденция более быстрого повышения глобальной температуры приземного воздуха над сушей, чем глобальной температуры поверхности океана.

- Измерения, проводимые с помощью метеорологических шаров-зондов, показывают, что температуры в нижнем слое тропосферы начиная с 1958 г. возрастали, хотя и незначительно после 1979 г. С 1979 г. стали поступать спутниковые данные, которые свидетельствуют о наличии трендов, аналогичных тем, которые показывают данные с шаров-зондов.

- Уменьшение диапазона суточных температур на континентах совпадает с увеличениями количества облаков, атмосферных осадков и увеличениями в общем содержании водяного пара в атмосфере.

- Почти повсеместное уменьшение площади горных ледников и массы льда согласуется с повсеместным повышением приземной температуры. Несколько наблюдавшихся в последнее время исключений в прибрежных регионах

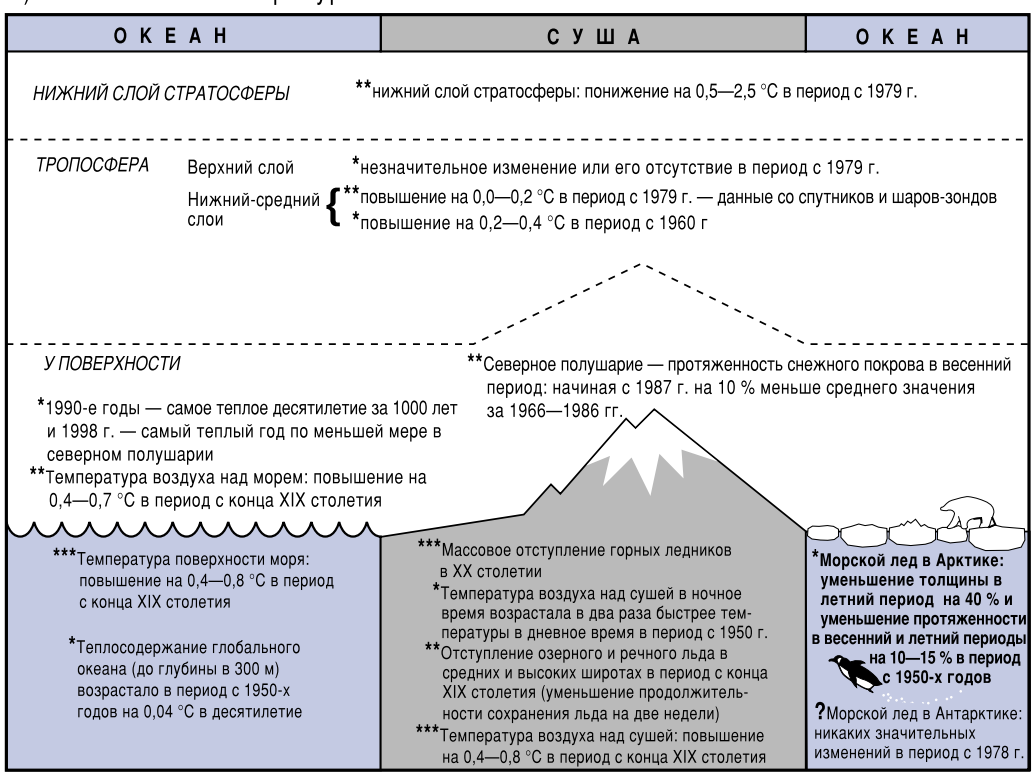
а) Показатели температуры



Вероятность:
- ***Практически достоверно (вероятность > 99 %)
- **Весьма вероятно (вероятно ≥ 90 %, но ≤ 99 %)
- *Вероятно (> 66 %, но < 90 %)
- ?Средняя вероятность (вероятность > 33 %, но ≤ 66 %)

Рисунок TP-7a. Схематическое представление наблюдаемых изменений показателей температуры. [Основано на рисунке 2.39a]

а) Показатели температуры



Вероятность:
- ***Практически достоверно (вероятность > 99 %)
- **Весьма вероятно (вероятно ≥ 90 %, но ≤ 99 %)
- *Вероятно (> 66 %, но < 90 %)
- ?Средняя вероятность (вероятность > 33 %, но ≤ 66 %)

Рисунок TP-7b. Схематическое представление наблюдаемых изменений гидрологических и связанных со штормами показателей. [Основано на рисунке 2.39b]

согласуются с колебаниями в атмосферной циркуляции и соответствующими увеличениями количества осадков.

- Уменьшение снежного покрова и уменьшение продолжительности сохранения льда на озерах и реках хорошо соотносятся с увеличением приземной температуры на суше в северном полушарии.

- Систематическое уменьшение площади и толщины морского льда в Арктике в весенний и летний периоды согласуется с повышением температуры над большинством территорий прилегающей суши и океана.

- Теплосодержание океана увеличилось, а глобальный средний уровень моря повысился.

- Увеличение общего количества водяного пара в тропосфере в последние 25 лет убедительно согласуется с повышением температур в тропосфере и более активным гидрологическим циклом, приводящих в результате к более экстремальным и интенсивным явлениям выпадения осадков во многих районах с увеличившимся количеством осадков, например в средних и высоких широтах северного полушария.

Некоторые важные аспекты климата, которые, как представляется, не претерпели изменений.

- В некоторых районах земного шара потепления в последние десятилетия не происходило, в основном это некоторые части океанов в южном полушарии и части Антарктики.

- Никаких значительных трендов в протяженности морского льда в Антарктике в период проведения систематических измерений со спутников (с 1978 г.) выявлено не было.

- Судя по ограниченному количеству данных, никаких четких тенденций в наблюдающихся колебаниях интенсивности и частоты тропических и внетропических циклонов и суровых местных штормов во второй половине XX столетия не проявляется, хотя иногда заметны многодесятилетние колебания.

Изменения и тренды изученных показателей позволяют предположить практически достоверно, что в течение XX столетия существовала общая повышательная тенденция в глобальной приземной температуре, хотя и случались кратковременные и региональные отклонения от этой тенденции.

C. Воздействующие факторы, вызывающие изменение климата

Данные наблюдений, в дополнение к происходившим в прошлом колебаниям и изменениям в климате Земли, свидетельствуют также об изменениях, которые происходили в факторах, которые могут вызывать изменение климата. Наиболее значимыми среди этих факторов являются увеличение концентраций парниковых газов и аэрозолей (находящихся в воздухе микроскопических частиц и капель) в атмосфере и колебания солнечной активности, оба из которых могут изменить радиационный баланс Земли и, соответственно, климат. Эти зарегистрированные данные наблюдений о воздействующих на климат факторах являются частью вклада, необходимого для понимания изменений климата в прошлом, что отмечено в предыдущем разделе, и, что очень важно, для прогнозирования тех изменений, которые могут произойти в климате в будущем (см. раздел F).

Как и данные об изменениях климата в прошлом, комплекты данных о воздействующих факторах имеют различные продолжительность и качество. Прямые измерения солнечного излучения проводятся в течение лишь примерно двух десятилетий. Постоянный прямой мониторинг концентраций двуокиси углерода (CO_2) в атмосфере был начат примерно в середине XX столетия, а в отношении других долго сохраняющихся, хорошо перемешанных газов, таких, как метан, лишь в последние годы. Палеоданные об атмосфере, полученные при исследовании кернов льда, свидетельствуют о том, что в более ранние тысячелетия концентрации некоторых парниковых газов изменялись. В противоположность этому, временные ряды данных измерений воздействующих веществ, для которых характерны сравнително более короткие периоды сохранения в атмосфере (например аэрозоли), получены в более позднее время и являются гораздо менее полными, поскольку эти вещества труднее измерять и пространственно они неоднородны. Комплекты современных данных свидетельствуют о том, что в течение последней части прошедшего тысячелетия деятельность человека оказывала влияние на концентрации в атмосфере как долго сохраняющихся парниковых газов, так и на недолго существующих воздействующих веществ. На рисунке TP-8 проиллюстрированы последствия значительного увеличения в индустриальную эру антропогенных выбросов парниковых газов и двуокиси серы, причем последняя является предшественницей аэрозолей.

Изменение в энергии, имеющейся в глобальной системе «Земля-атмосфера», вследствие изменений в этих воздействующих факторах называется радиационным воздействием ($Вт \cdot м^{-2}$) климатической системы (см. текстовой блок TP-1). Определенное таким образом радиационное воздействие изменения климата представляет собой показатель относительных глобальных средних воздействий на систему «поверхность-тропосфера», вызванных различными естественными и антропогенными причинами. В настоящем разделе представлены обновленные знания о радиационном воздействии изменения климата, которое наблюдалось с доиндустриальной

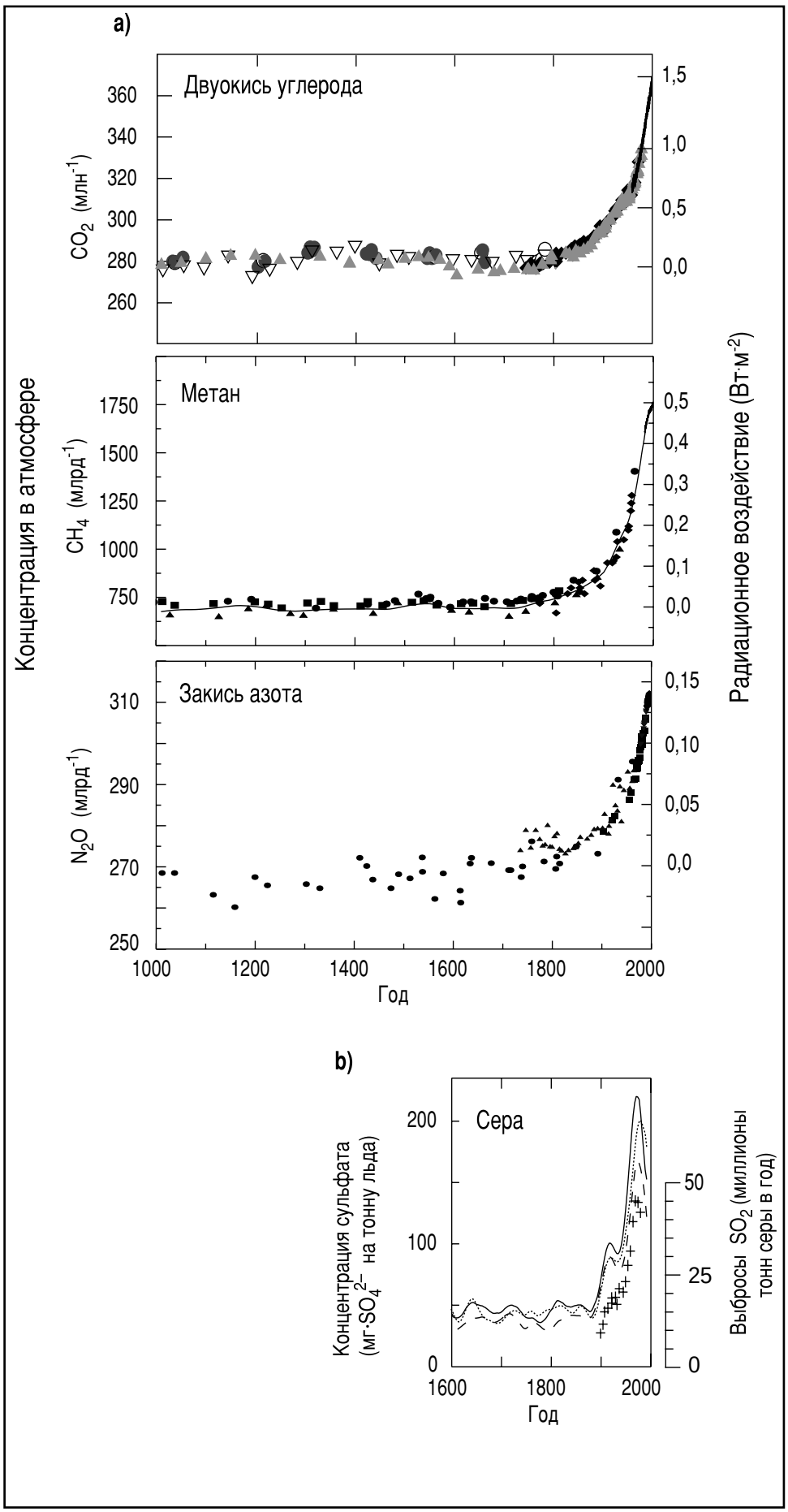


Рисунок TP-8. Зарегистрированные данные об изменениях в составе атмосферы. a) Концентрации CO_2, CH_4 и N_2O в атмосфере в последние 1 000 лет. Данные, полученные при исследовании кернов льда и фирна, отобранных в нескольких точках Антарктики и Гренландии (показаны разными символами), дополнены данными, полученными при исследовании непосредственных образцов атмосферы в последние несколько десятилетий (показаны линией для CO_2 и включены в кривую, представляющую глобальную среднюю концентрацию CH_4). Оценочное радиационное воздействие, связанное с этими газами, показано на шкале справа. b) Концентрация сульфата в кернах льда, отобранных в нескольких точках в Гренландии; при этом эпизодические последствия извержений вулканов удалены (линии), а также общие выбросы SO_2 из источников в США и в Европе.

[Основано на: (a) рисунке 3.2b (CO_2), рисунках 4.1a и b (CH_4) и рисунке 4.2 (N_2O); и (b) рисунке 5.4a]

эры до настоящего времени. На рисунке ТР-9 представлены оценочные значения радиационного воздействия в период с начала индустриальной эры (1750 г.) до 1999 г. с учетом количественно определяемых естественных и антропогенных воздействующих факторов. Хотя извержения вулканов в данный рисунок не включены вследствие их эпизодического характера, они являются источником еще одного важного естественного воздействия. В приведенных ниже подразделах представлена обобщенная информация о каждом из воздействующих факторов.

Воздействующие факторы, представленные на рисунке ТР-9, в значительной степени различаются по своей форме, величине и пространственному распределению. Некоторые из парниковых газов выбрасываются непосредственно в атмосферу; другие же являются химическими продуктами выбросов других веществ. Некоторые парниковые газы сохраняются в атмосфере в течение продолжительных периодов времени и, в результате, хорошо перемешиваются по всей атмосфере. Другие существуют в атмосфере недолго и их региональные концентрации неоднородны. Большинство газов образуются как из естественных, так и из антропогенных источников. И наконец, как показано на рисунке ТР-9, радиационное воздействие индивидуальных факторов может быть положительным (т. е. нагревать поверхность Земли) или отрицательным (т. е. охлаждать поверхность Земли).

С.1 Наблюдаемые изменения в концентрациях полностью перемешанных в глобальном масштабе парниковых газов и в радиационном воздействии

В течение тысячи лет до начала индустриальной эры концентрации парниковых газов в атмосфере оставались сравнительно постоянными. Однако с тех пор концентрации многих парниковых газов возрастали прямо или косвенно под воздействием деятельности человека.

В таблице ТР-1 представлены в качестве примеров несколько парниковых газов и в обобщенном виде отражены их концентрации в 1750 г. и в 1998 г., их изменение в течение 1990-х годов и продолжительность их сохранения в атмосфере. Вклад того или иного вида в радиационное воздействие на изменение климата зависит от молекулярных радиационных свойств конкретного газа, величины увеличения его концентрации в атмосфере и времени сохранения данного вида в атмосфере после его выброса. *Последний фактор — время сохранения парникового газа в атмосфере — является характеристикой, имеющей очень большое значение для политики, т. е. выбросы парникового газа, который долго сохраняется в атмосфере, являются квази-необратимым действием, вследствие которого устойчивое радиационное воздействие будет сохраняться в течение десятилетий, столетий или тысячелетий, прежде чем естественные процессы смогут устранить выброшенные в атмосферу количества конкретного парникового газа.*

Двуокись углерода (CO_2)

Концентрация CO_2 в атмосфере возросла с 280 млн$^{-1}$ [5] *в 1750 г. до 367 млн$^{-1}$ в 1999 г. (31 %, таблица ТР-1). Никогда концентрация CO_2 не была столь высокой, как сегодня, в течение последних 420 000 лет и, вероятно, в течение последних 20 млн лет. Темпы возрастания концентрации в последние столетия являются беспрецедентными, по меньшей мере за последние 20 000 лет (рисунок ТР-10).* Изотопный состав CO_2 и наблюдаемое уменьшение кислорода (O_2) показывают, что наблюдаемое увеличение концентрации CO_2 объясняется главным образом окислением органического углерода в процессе сжигания ископаемых видов топлива, а также уничтожением лесов. Все более расширяющийся комплект палеоданных об атмосфере, полученных при изучении находящихся в льде пузырьков воздуха, за период в сотни тысяч лет обеспечивает основу для вывода о повышении концентраций CO_2 в индустриальную эру (рисунок ТР-10). Повышение концентраций CO_2 в индустриальную эру по сравнению с относительно стабильными концентрациями CO_2 (280 + 10 млн$^{-1}$) в предшествующие несколько тысяч лет, является очень заметным. Средние темпы увеличения в период с 1980 г. составили 0,4 %/год. Это увеличение является следствием выбросов CO_2. Большая часть выбросов в последние 20 лет связана с сжиганием ископаемых видов топлива, а остальная часть (10—30 %) объясняется изменениями в землепользовании, особенно уничтожением лесов. Как показано на рисунке ТР-9, CO_2 является основным парниковым газом, возникающим в результате деятельности человека, с радиационным воздействием в настоящее время в 1,46 Вт·м$^{-2}$, что составляет 60 % от общей величины изменений в концентрациях всех долго сохраняющихся и перемешанных в глобальном масштабе парниковых газов.

Данные прямых измерений концентраций CO_2 в атмосфере, полученные за последние 40 лет, показывают, что колебания темпов повышения концентрации CO_2 в атмосфере по годам являются весьма значительными. В 1990-х годах ежегодные темпы увеличения концентрации CO_2 в атмосфере варьировались от 0,9 до 2,8 млн$^{-1}$/год, что эквивалентно 1,9—6,0 млн$^{-1}$/год. Такие годовые изменения могут быть отнесены статистически к краткосрочной изменчивости климата, которая влияет на скорость поглощения CO_2 из атмосферы и ее высвобождения обратно в атмосферу океанами и сушей. Наивысшие темпы повышения концентрации CO_2 в атмосфере приходились обычно на годы активного проявления явления Эль-Ниньо (текстовой блок ТР-4). Эти более высокие темпы увеличения концентрации можно достоверно объяснить уменьшением поглощения CO_2 сушей (или дегазированием суши) в годы Эль-Ниньо, превышающим тенденцию океана поглощать CO_2 в большем количестве, чем обычно.

[5] Концентрации малых газовых составляющих атмосферы приведены здесь в виде молярной доли (молярное отношение концентраций компонентов смеси) газа по отношению к сухому воздуху (млн$^{-1}$ = 10^{-6}, млрд$^{-1}$ = 10^{-9}, трлн$^{-1}$ = 10^{-12}). Атмосферная нагрузка указана здесь как общая масса газа (например, Mt = Tg = 1012 g). Глобальный круговорот углерода выражен в PgC = ГтС.

Таблица ТР-1. *Примеры концентраций парниковых газов, на которые оказывает влияние деятельность человека. [Основано на главе 3, таблица 4.1]*

	CO_2 (двуокись углерода)	CH_4 (метан)	N_2O (закись азота)	ХФУ-11 (хлорфторуглерод-11)	ГФУ-23 (гидрофторуглерод-23)	CF_4 (перфторметан)
Концентрация в доиндустриальную эру	примерно 280 млн$^{-1}$	примерно 700 млрд$^{-1}$	примерно 270 млрд$^{-1}$	ноль	ноль	40 трлн$^{-1}$
Концентрация в 1998 г.	365млн$^{-1}$	1745 млрд$^{-1}$	314 млрд$^{-1}$	268 трлн$^{-1}$	14 трлн$^{-1}$	80 трлн$^{-1}$
Темпы изменения концентрации[b]	1,5 млн$^{-1}$/год[a]	7,0 млрд$^{-1}$/год[a]	0,8 млрд$^{-1}$/год	-1,4 трлн$^{-1}$/год	0,55 трлн$^{-1}$/год	1 трлн$^{-1}$/год
Время сохранения в атмосфере	5-200 лет[c]	12 лет[d]	114 лет[d]	45 лет	260 лет	>50 000 лет

[a] Темпы колебались в период 1990—1999 гг. между 0,9 млн$^{-1}$/год и 2,8 млрд$^{-1}$/год для CO_2 и между 0 и 13 млрд$^{-1}$/год для CH_4.
[b] Темпы рассчитаны за период 1990—1999 гг.
[c] Никакого единого срока сохранения в атмосфере для CO_2 определено быть не может, поскольку при различных процессах его устранения его поглощение идет разными темпами.
[d] Этот срок сохранения в атмосфере был определен как «время адаптации», в котором учитывается косвенное влияние конкретного газа на время своего собственного существования в атмосфере.

По данным наблюдения за атмосферой теперь можно рассчитать за последние два десятилетия те части концентраций CO_2, которые возрастали в атмосфере и поглощались сушей и океаном. В таблице ТР-2 представлен глобальный баланс CO_2 за 1980-е годы (который близок к балансу, рассчитанному с помощью модели океанов и представленному в ВДО), а также за 1990-е годы. При расчетах этих двух балансов использовались данные измерений уменьшения содержания кислорода (O_2) в атмосфере и повышения концентраций CO_2. Результаты расчетов по такому методу согласуются с результатами других анализов, основанных на изотопном составе CO_2 в атмосфере, а также с независимыми оценками, основанными на данных измерений содержания CO_2 и $^{13}CO_2$ в морской воде. Баланс за 1990-е годы основан на только что появившихся результатах измерений и является обновленным вариантом баланса за период 1989—1998 гг., рассчитанного с использованием методологии ВДО для Специального доклада МГЭИК о землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве (2000 г.). Биосфера суши в целом пополнялась углеродом в течение 1980-х и 1990-х годов; т.е. количество CO_2, высвобожденное в результате изменения в землепользовании (главным образом за счет сведения тропических лесов), более чем компенсировалось количеством, поглощенным другими земными поглотителями, которые, вероятно, находятся во внетропической и тропической зонах в северном полушарии. В том, что касается оценок высвобождения CO_2 в связи с изменением землепользования (и, соответственно, с величиной поглощения его сушей), для них все еще характерны значительные неопределенности.

Модели, основанные на учете процессов (модели поведения углерода на суше и в океане), позволили получить предварительные количественные определения механизмов глобального круговорота углерода. Результаты работы с моделью суши показывают, что более активный рост растений из-за более высокого содержания CO_2 (удобрение CO_2) и осаждение антропогенного азота в значительной степени способствуют поглощению CO_2, т. е. они в потенциале «ответственны» за описанное выше остаточное земное поглощение, наряду с другими предполагаемыми механизмами, такими, как изменения в практике землепользования. Рассчитанное с помощью моделей влияние изменения климата на земной поглотитель в течение 1980-х годов является незначительным, а его знак неопределенным.

Метан (CH_4)

Концентрации метана (CH_4) в атмосфере возросли в период с 1750 г. примерно на 150 % (1,060 млрд$^{-1}$). Современная концентрация CH_4 является самой высокой за последние 420 000 лет. Метан (CH_4) — это парниковый газ, высвобождаемый как из естественных (например заболоченные земли), так и антропогенных источников (например, сельское хозяйство, виды деятельности, связанной с природным газом и мусорные свалки). Несколько более половины современных выбросов CH_4 имеют антропогенный характер. Метан удаляется из атмосферы в результате химических реакций. Как показано на рисунке ТР-11, систематические, представительные на глобальном уровне измерения концентрации CH_4 в атмосфере проводятся с 1983 г., а данные о концентрациях в атмосфере в более ранние периоды были получены по результатам исследований воздуха,

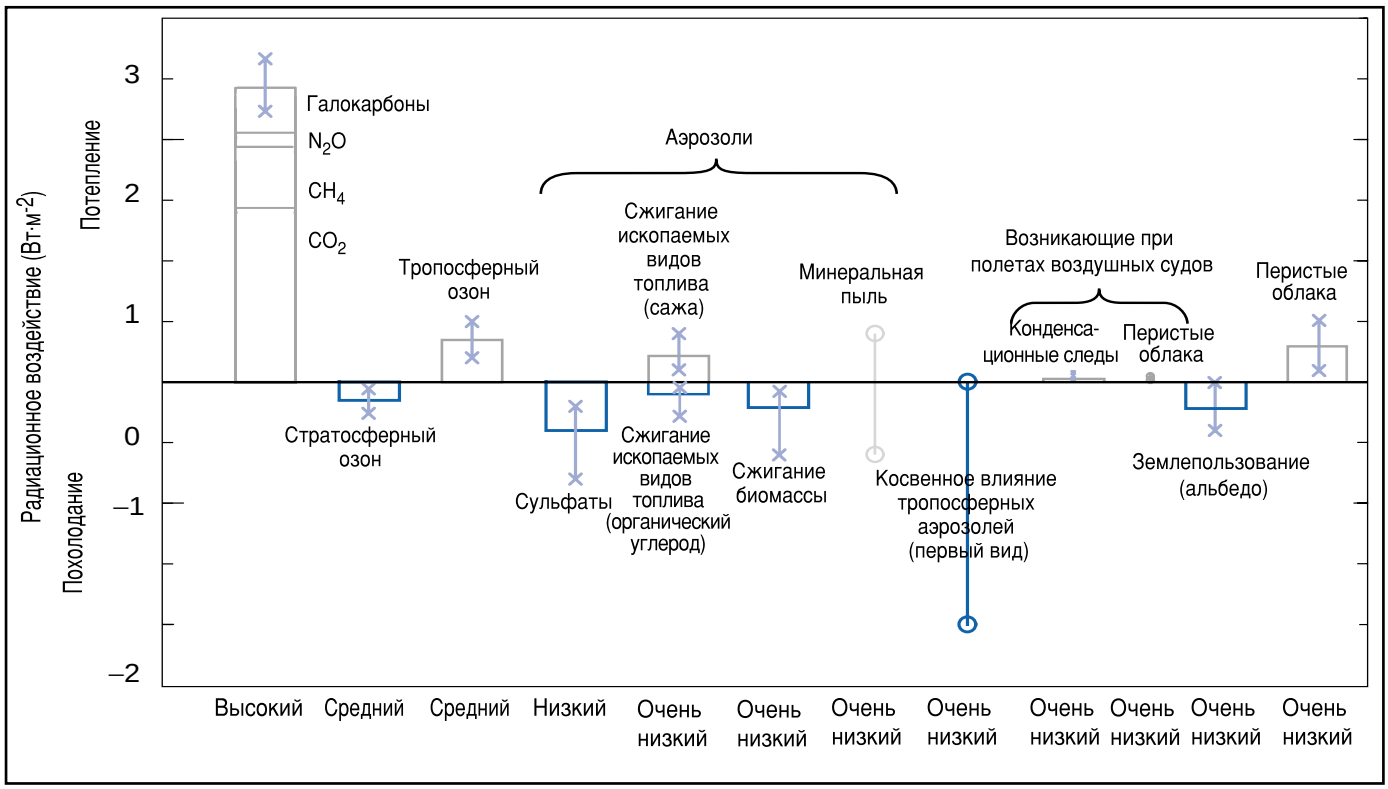


Рисунок ТР-9. Глобальное среднегодовое радиационное воздействие (Вт·м$^{-2}$), возникающее вследствие ряда факторов, в период с доиндустриальной эпохи (1750 г.) до настоящего времени (конец 1990-х годов — примерно 2000 г.) (численные значения представлены также в таблице 6.11 главы 6). Подробные объяснения см. в главе 6.13. Высота прямоугольных столбиков отражает центральное или наилучшее оценочное значение, в то время как его отсутствие означает, что никакая лучшая оценка невозможна. Вертикальная линия при прямоугольном столбике, ограниченная символами «x», обозначает оценочную величину диапазона неопределенности, который по большей части определяется разбросом в опубликованных значениях конкретного воздействия. Вертикальная линия вне прямоугольного столбика, ограниченная символами «o», означает воздействие, для которого никакой центральной оценки не может быть дано из-за наличия больших неопределенностей. Указанный здесь диапазон неопределенности не имеет никакой статистической основы и поэтому отличен от соответствующего понятия, используемого в других местах настоящего документа. Показатель «уровня научного понимания» присвоен каждому воздействующему фактору с указанием соответственно высокого, среднего, низкого и очень низкого уровней. Это представляет собой субъективное суждение о надежности оценки конкретного воздействия с учетом таких факторов, как допущения, необходимые для оценки воздействия, уровень знаний о физических/химических механизмах, определяющих конкретное воздействие, и неопределенности, связанные с количественной оценкой конкретного воздействия (см. таблицу 6.12). Хорошо перемешанные парниковые газы сгруппированы вместе в одном прямоугольном столбике с указанием индивидуальных средних вкладов CO_2, CH_4, N_2O и галоидуглеводородов (см. таблицы 6.1 и 6.11). Сжигание ископаемых видов топлива подразделено на компоненты «сажа» и «органический углерод» с отдельными наилучшими оценками и диапазонами. Знак воздействий, связанных с минеральной пылью, является сам по себе неопределенностью. Косвенное воздействие, вызываемое находящимися в тропосфере аэрозолями, пока плохо понято. То же самое можно сказать о воздействии, возникающем вследствие полетов самолетов и связанных с ними инверсионных следов и перистых облаков. Здесь рассматривается только «первый» тип косвенного влияния аэрозолей, т. к. это применимо в контексте жидких облаков. «Второй» тип влияния является концептуально важным, однако в этом случае доверие к полученным с помощью моделей количественным оценкам очень мало. Воздействие, связанное с возникающими в результате извержений вулканов аэрозолями в стратосфере, сильно варьируется в рассматриваемый период и поэтому не показано на данной схеме (тем не менее, см. рисунок 6.8). Все показанные на схеме воздействующие факторы обладают различными пространственными и сезонными свойствами (рисунок 6.7), так что глобальные годовые средние значения, представленные на данной схеме, не дают в результате полной картины радиационной пертурбации. Они предназначены только для того, чтобы представить в относительном смысле перспективу первого порядка в глобальном среднегодовом масштабе и не могут быть использованы для определения реакции климата на общие естественные и/или антропогенные воздействующие факторы. Как и в ВДО, здесь подчеркивается, что положительные и отрицательные глобальные средние воздействия не могут быть просто сложены и рассматриваться заранее как обеспечивающие баланс в смысле полного глобального влияния на климат. [Основано на рисунке 6.6]

извлеченного из кернов льда и слоев фирна. Современное прямое радиационное воздействие в 0,48 Вт·м$^{-2}$ от CH_4 составляет 20 % от общего значения радиационного воздействия всех долго сохраняющихся и смешанных в глобальном масштабе парниковых газов (см. рисунок ТР- 9).

Содержание CH_4 в атмосфере продолжает возрастать с приблизительно 1 610 млрд$^{-1}$ в 1983 г. до 1 745 млрд$^{-1}$ в 1998 г., однако по данным наблюдений, ежегодное увеличение за этот период уменьшалось. Увеличение содержания в 1990-х годах было очень изменчивым; в 1992 г. оно было близким к нулю, а в 1998 г. составило 13 млрд$^{-1}$. Никакого четкого объяснения в количественных показателях для этой изменчивости не найдено. Со времени выхода ВДО было усовершенствовано выражение в количественных показателях некоторых антропогенных источников CH_4, таких например, как производство риса.

Темпы возрастания содержания CH_4 в атмосфере объясняются некоторой несбалансированностью между недостаточно хорошо охарактеризованными источниками и поглотителями, что делает прогноз будущих концентраций проблематичным. Хотя основные вклады в глобальный баланс CH_4,

Таблица ТР-2. *Глобальные балансы CO_2(в PgC/год), основанные на данных измерений содержания CO_2 и O_2 в атмосфере. Положительные величины — это потоки в атмосферу; отрицательные величины представляют поглощение из атмосферы. [Основано на таблицах 3.1 и 3.3]*

	ВДО[a,b]	Настоящий доклад[a]	
	1980—1989 гг.	1980—1989 гг.	1990—1999 гг.
Увеличение в атмосфере	3,3 ± 0,1	3,3 ± 0,1	3,2 ± 0,1
Выбросы (сжигание ископаемых видов топлива, цемент)[c]	5,5 ± 0,3	5,4 ± 0,3	6,3 ± 0,4
Поток «океан-атмосфера»	– 2,0 ± 0,5	– 1,9 ± 0,6	– 1,7 ± 0,5
Поток «суша-атмосфера»[d]	– 0,2 ± 0,6	– 0,2 ± 0,7	– 1,4 ± 0,7

[a] Следует иметь в виду, что указанные в данной таблице неопределенности составляют ± 1 среднеквадратической ошибки. Неопределенности, указанные в ВДО, составляли ± 1,6 среднеквадратической ошибки (т.е. доверительный интервал приблизительно в 90 %). Значения неопределенности, взятые из ВДО, были откорректированы до ± 1 среднеквадратической ошибки. Столбики ошибок означают неопределенность, а не межгодовую изменчивость, которая значительно больше.

[b] В прежних балансах углерода МГЭИК на основе моделей рассчитывалось поглощение океаном, а поток «суша-атмосфера» определялся затем путем вычитания.

[c] Составляющая выбросов от сжигания ископаемых видов топлива за 1980-е годы пересмотрена с небольшим понижением уровня за период со времени выхода ВДО.

[d] Поток «суша-атмосфера» представляет собой баланс положительного терма в результате изменения землепользования и остаточного земного поглощения. Эти два терма разделить невозможно лишь на основе современных данных атмосферных измерений. Используя результаты независимых анализов для оценки компонента изменения землепользования за период 1980—1989 гг. можно подсчитать следующее остаточное земное поглощение: изменение землепользования — 1,7 PgC/год (0,6—2,5); остаточное земное поглощение — 1,9 PgC/год (-3,8—0,3). Данных для сравнения за 1990-е годы пока не имеется.

вероятно, уже определены, большинство из них остаются весьма неопределенными в количественном выражении ввиду трудностей в определении темпов выбросов из весьма разнообразных биосферных источников. Ограничения, связанные с недостаточно хорошей характеристикой и количественным определением активности источников CH_4, препятствуют прогнозированию концентраций CH_4 в атмосфере в будущем (и, соответственно, его вклада в радиационное воздействие) для любого заданного сценария антропогенных выбросов, особенно в связи с тем, что как на природные выбросы, так и на удаление CH_4 может оказать значительное влияние изменение климата.

Закись азота (N_2O)

Концентрация закиси азота (N_2O) в атмосфере постоянно возрастала в индустриальную эру и сегодня она на 16 % (46 млрд$^{-1}$) больше, чем в 1750 г. Сегодняшняя концентрация N_2O самая высокая за последние, как минимум, 1000 лет. Закись азота — это еще один парниковый газ, высвобождающийся как из природных, так и из антропогенных источников, и исчезающий из атмосферы в результате химических реакций. Концентрации N_2O в атмосфере продолжают возрастать со скоростью 0,25 %/год (1980—1998 гг.). В этой повышательной тенденции концентраций N_2O наблюдаются значительные межгодовые колебания, например, в темпах ежегодного увеличения в период с 1991 г. по 1993 г. наблюдалось снижение на 50 %. Предполагаемые причины этого весьма разнообразны: уменьшение использования азотных удобрений, уменьшение биогенных выбросов и более значительные потери в стратосфере вследствие изменений в циркуляции под влиянием извержений вулканов. С 1993 г. увеличение концентраций N_2O в атмосфере возвратилось к темпам, более близким к тем, которые наблюдались в 1980-х годах. Хотя эти наблюдаемые многолетние колебания позволили получить некоторое потенциальное представление о тех процессах, которые управляют поведением N_2O в атмосфере, многолетние тренды поведения этого парникового газа остаются в значительной степени необъясненными.

Глобальный баланс содержания закиси азота получил лучшее представление, чем в ВДО, однако неопределенности в значениях выбросов из отдельных источников все еще остаются довольно большими. Из естественных источников N_2O, по оценкам, высвобождается приблизительно 10 TgN/год (1990 г.), причем на долю почв приходится примерно 65 %, а на долю океанов — примерно 30 %. Новые, более точные оценки выбросов из антропогенных источников (сельское хозяйство, сжигание биомассы, промышленная деятельность, выращивание крупного рогатого скота), свидетельствующее о высвобождении примерно 7 TgN/год, позволили получить более сбалансированные оценки источников/поглотителей по сравнению с ВДО. Тем не менее, с момента проведения последней оценки необходимое для прогнозирования понимание поведения этого значимого, долго сохраняющегося в атмосфере парникового газа улучшилось ненамного. Радиационное воздействие оценивается в 0,15 Вт·м$^{-2}$, что составляет 6 % от общей величины радиационного воздействия от всех долго сохраняющихся и перемешанных в глобальном масштабе парниковых газов (см. рисунок ТР-9).

Галоидуглероды и родственные соединения

Концентрации в атмосфере многих из таких газов, которые являются одновременно озоноразрушающими и парниковыми газами, либо уменьшаются (ХФУ-11, ХФУ-113, CH_3CCl_3 и CCl_4), либо увеличиваются более медленными темпами (ХФУ-12) в

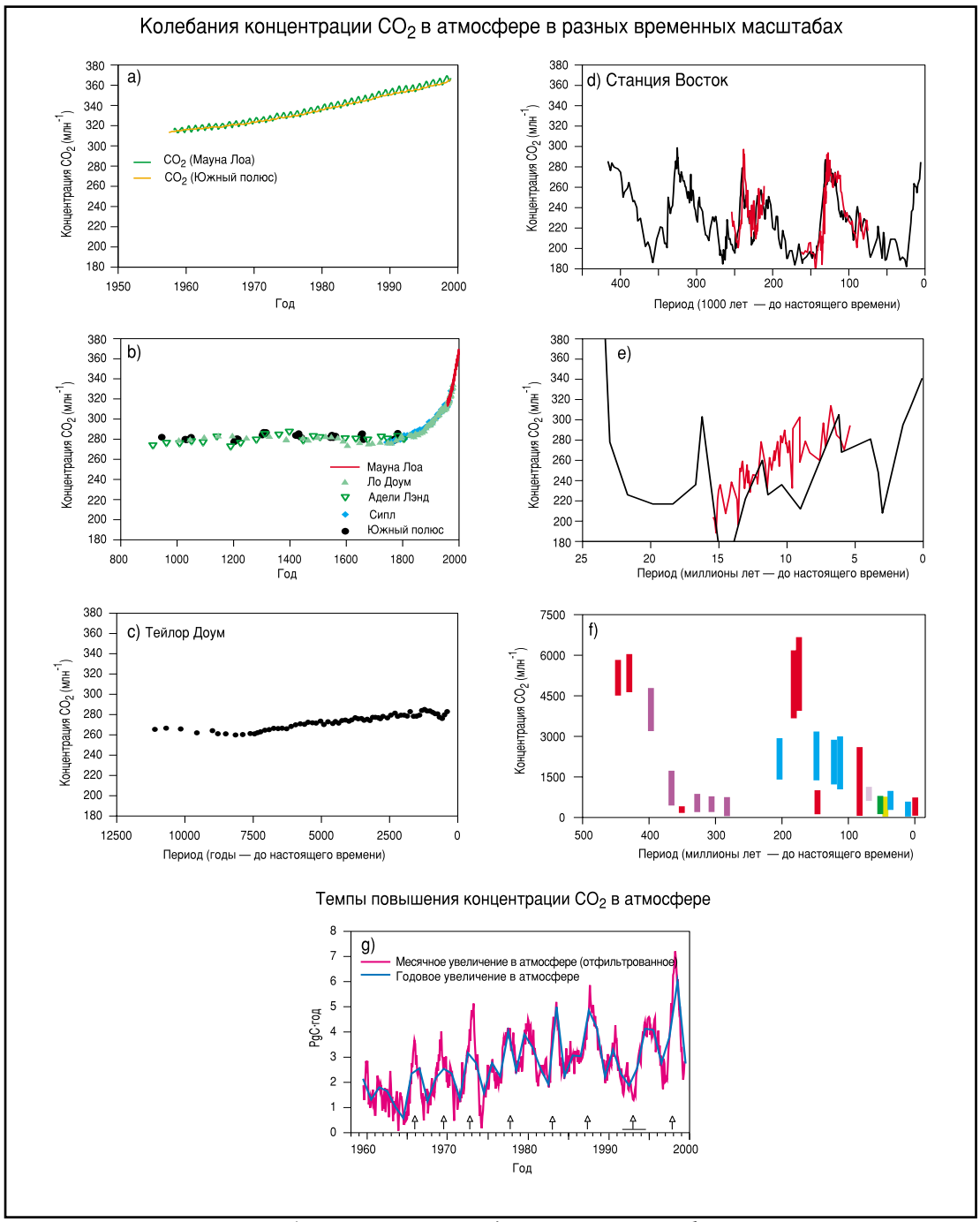


Рисунок ТР-10. Колебания концентрации CO_2 в атмосфере в разных временных масштабах. a) Данные прямых измерений CO_2 в атмосфере. b) Концентрация CO_2 в кернах антарктического льда за последнее тысячелетие. Для сравнения показаны недавние атмосферные измерения (Мауна Лоа). c) Концентрация CO_2 в керне антарктического льда из Тейлор Доум. (d) Концентрация CO_2 в керне антарктического льда со станции Восток. (Результаты различных исследований представлены разным цветом.) e—f) Данные о концентрациях CO_2, полученные геохимическим путем. (Цветные столбики и линии представляют результаты различных опубликованных исследований.) g) Ежегодное увеличение концентрации CO_2 в атмосфере. Ежемесячные увеличения в атмосфере были отфильтрованы для устранения сезонного цикла. Вертикальные стрелки обозначают явление Эль-Ниньо. Горизонтальная черточка означает продолжительное явление Эль-Ниньо 1991—1994 гг.

[Основано на рисунках 3.2 и 3.3]

ответ на сокращение выбросов согласно предписаниям Монреальского протокола и приложений к нему. Многие из этих галоидоуглеродов являются также радиационно активными, долго сохраняющимися в атмосфере парниковыми газами. Галоидуглероды — это углеродные соединения, содержащие фтор, хлор, бром или йод. Единственным источником выбросов большинства этих соединений является деятельность человека. Галоидуглероды, содержащие хлор (например хлорфторуглероды — ХФУ) и бром (например галоны), вызывают истощение озонового слоя в стратосфере и контролируются согласно Монреальскому протоколу. Общее содержание озоноразрушающих газов в тропосфере достигло своего пика в 1994 г. и теперь постепенно уменьшается. Содержание в атмосфере некоторых основных парниковых галоидуглеродов достигло своего пика, как это показано для ХФУ-11 на рисунке ТР-12. Концентрации ХФУ и хлоруглеродов в тропосфере согласуются с зарегистрированными выбросами. Галоидуглероды вносят в радиационное воздействие вклад в 0,34 Вт·м$^{-2}$, что составляет 14 % от радиационного воздействия всех глобально перемешанных парниковых газов (рисунок ТР-9.).

По данным наблюдений, концентрации в атмосфере веществ, замещающих ХФУ, возрастают и некоторые из этих соединений являются парниковыми газами. Содержание гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ) и гидрофторуглеродов (ГФУ) возрастает как результат продолжения

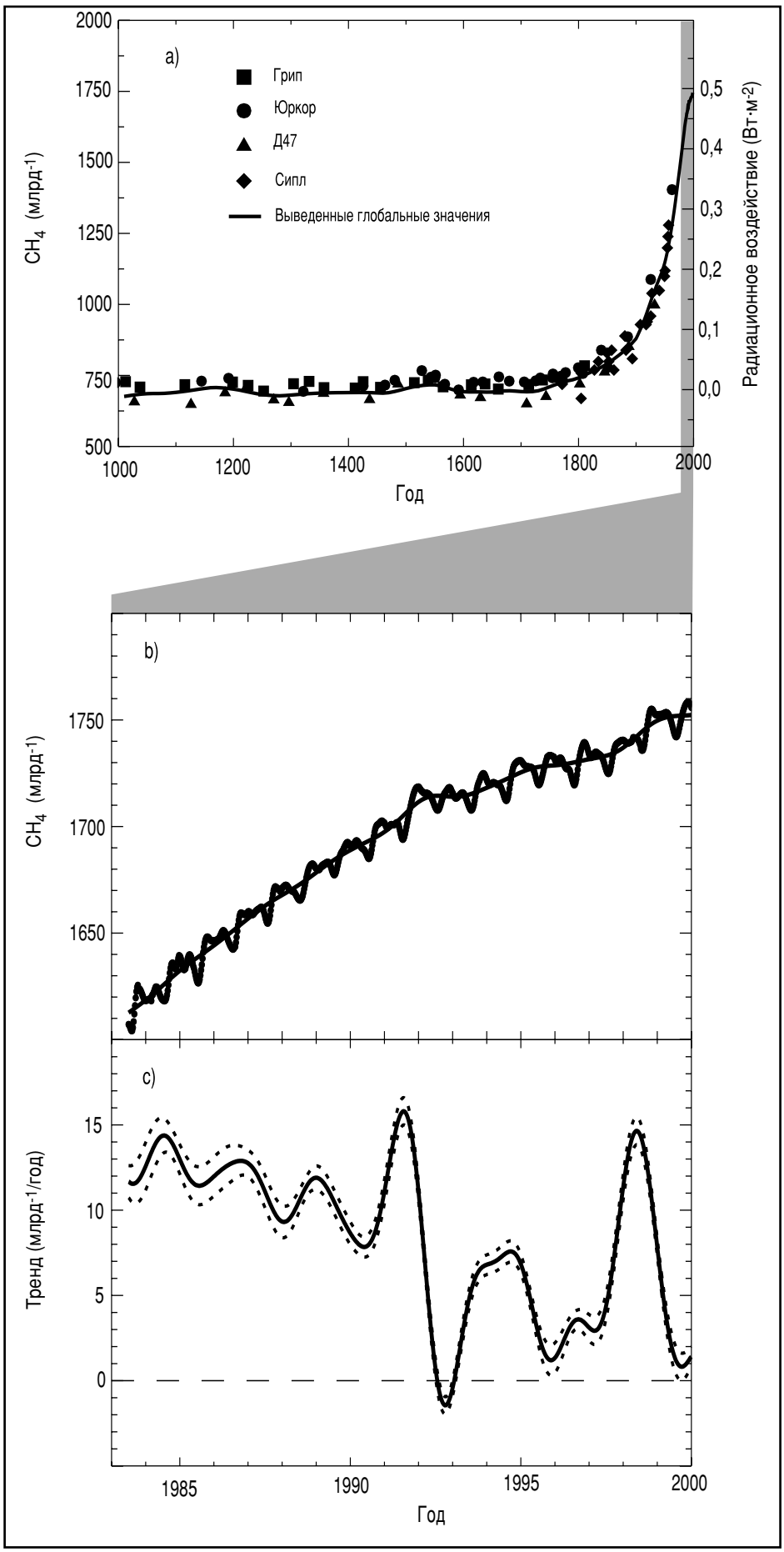


Рисунок TP-11. a) Изменение в содержании CH_4 (молярная доля, в млрд$^{-1}$ = 10^{-9}), определенная по кернам льда, фирну и образцам воздуха, за последние 1 000 лет. Радиационное воздействие, аппроксимированное по линейной шкале за период с доиндустриальной эры, нанесено на правой оси. b) Глобальное усредненное содержание CH_4 (с изменениями по месяцам) и содержание CH_4 с устранением сезонного фактора (сглаженная линия) за период с 1983 г. по 1999 г. c) Темпы ежегодного увеличения (млрд$^{-1}$/год) содержания CH_4 в глобальной атмосфере за период с 1983 г. по 1999 г. (включительно), рассчитанные как производная от представленной выше кривой тренда с устранением сезонного фактора. Неопределенности (пунктирные линии) составляют ± 1 среднеквадратическое отклонение.

[Основано на рисунке 4.1]

более ранних видов использования, а также их использования в качестве веществ, замещающих ХФУ. Например, концентрация ГФУ-23 в период с 1978 г. по 1995 г. возросла более чем в три раза. Поскольку современные концентрации сравнительно низки, сегодняшний вклад ГФУ в радиационное воздействие является относительно небольшим. Сегодняшний вклад ГХФУ в радиационное воздействие также сравнительно небольшой, а будущие выбросы этих газов ограничиваются Монреальским протоколом.

Перфторуглероды (ПФУ, например CF_4 и $C2F_6$) и гексафторид серы (SF_6) высвобождаются из антропогенных источников, чрезвычайно долго сохраняются в атмосфере и являются активными поглотителями инфракрасного излучения. Поэтому эти соединения, даже при относительно небольших выбросах, обладают потенциальной возможностью влиять на климат в течение продолжительного времени в будущем. Перфторметан (CF_4) сохраняется в атмосфере как минимум 50 000 лет. Он высвобождается из природных источников; однако современные антропогенные выбросы превышают естественные выбросы этого газа в 1000 или более раз и именно из-за них происходит наблюдаемое увеличение его концентрации. Гексафторид серы (SF_6) является в 22 200 раз более эффективным парниковым газом, чем CO_2, в расчете на килограмм. Современные концентрации в атмосфере очень малы (4,2 трлн$^{-1}$), однако у них значительные темпы роста (0,24 трлн$^{-1}$/год). На основе пересмотренных данных о продажах и хранении можно сделать вывод, что наблюдаемые темпы роста концентрации SF_6 в атмосфере хорошо согласуются с соответствующими выбросами.

C.2 Наблюдаемые изменения в других радиационно значимых газах

Атмосферный озон (O_3)

Озон (O_3) является важным парниковым газом, присутствующим как в стратосфере, так и в тропосфере. Роль озона в радиационном балансе атмосферы сильно зависит от той высоты, на которой происходят изменения в концентрациях озона. Изменения в концентрациях озона варьируются также и в пространственном распределении. Далее, озон не является газом, непосредственно выбрасываемым в атмосферу, а образуется в самой атмосфере в результате фотохимических процессов, в которых участвуют как естественные, так и антропогенные вещества — его предшественники. После своего образования в атмосфере озон сохраняется в ней сравнительно недолго, в течение промежутков времени от нескольких недель до нескольких месяцев. Вследствие этого оценка радиационной роли озона является более сложной и гораздо менее определенной, чем для названных выше долго сохраняющихся и перемешанных в глобальном масштабе парниковых газов.

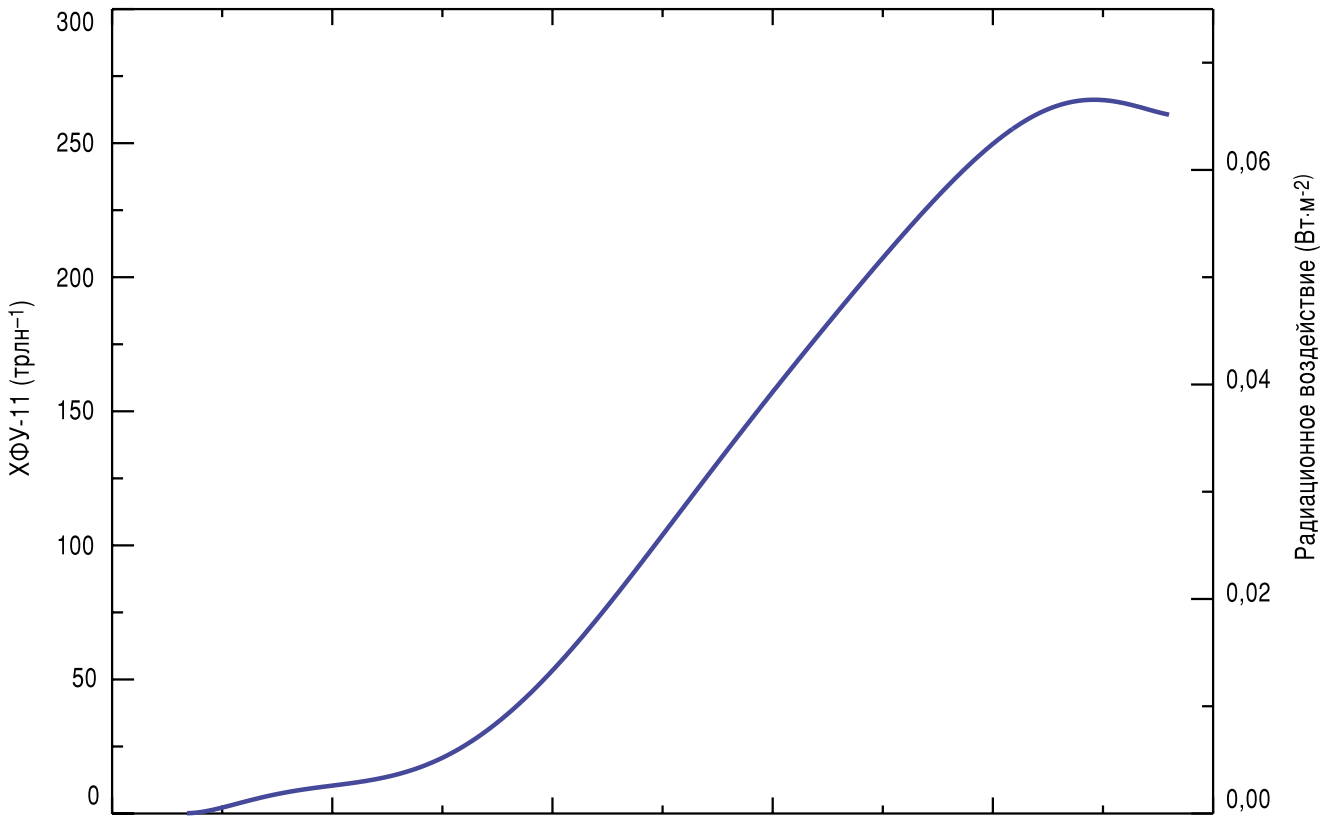


Рисунок TP-12. Глобальное среднее содержание (ППТ) ХФУ-11 (CFCl3) в атмосфере в период с 1950 г. по 1998 г., рассчитанное на основе сглаженных данных измерений и результатов моделей выбросов. Радиационное воздействие ХФУ-11 показано на оси справа. [Основано на рисунке 4.6]

Наблюдавшееся истощение озонового слоя в стратосфере в течение двух последних десятилетий привело к отрицательному воздействию в 0,15 ± 0,1 Вт·м$^{-2}$ (т. е. возникла тенденция к охлаждению) в системе «поверхность-тропосфера». В дополнительном докладе к научной оценке МГЭИК под названием «Изменение климата, 1992 г.» сообщалось, что истощение озонового слоя под влиянием антропогенных галоидуглеродов ведет к отрицательному радиационному воздействию. Оценочные значения, показанные на рисунке ТР-9, несколько больше по величине, чем значения, приведенные в ВДО, что связано с продолжавшимся истощением озонового слоя в течение последних пяти лет, и являются более определенными, поскольку были получены результаты моделирования в рамках более значительного ряда исследований. Исследования с использованием моделей общей циркуляции показывают, что несмотря на неоднородность истощения озона (например в нижнем слое стратосферы в высоких широтах) такое отрицательное воздействие соотносится с уменьшением приземной температуры пропорционально величине отрицательного воздействия. Таким образом, это отрицательное воздействие в течение двух последних десятилетий сбалансировало некоторую часть положительного воздействия, которое возникало под влиянием долго сохраняющихся и полностью перемешанных в глобальном масштабе парниковых газов (рисунок ТР-9). Основным источником неопределенности при оценке отрицательного воздействия являются неполные знания об истощении озона около тропопаузы. Расчеты с помощью моделей показывают, что увеличение проникновения ультрафиолетового излучения в тропосферу в результате истощения озонового слоя в стратосфере ведет к увеличению темпов удаления таких газов, как CH_4, из атмосферы, усиливая тем самым отрицательное воздействие, связанное с истощением озона. Если озоновый слой в будущих десятилетиях восстановится благодаря действию Монреальского протокола относительно современного уровня, будущее радиационное воздействие, связанное со стратосферным озоном, станет, согласно прогнозам, положительным.

Глобальное среднее радиационное воздействие, связанное с увеличением тропосферного озона в период после доиндустриальной эры, увеличило, согласно оценкам, воздействие, связанное с антропогенными парниковыми газами, на 0,35 ± 0,2 Вт·м$^{-2}$. Это означает, что тропосферный озон является третьим наиболее значимым парниковым газом после CO_2 и CH_4. Озон образуется в результате фотохимических реакций, и его будущие изменения будут определяться, среди прочего, выбросами CH_4 и загрязняющих веществ (как отмечено ниже). Концентрации озона реагируют сравнительно быстро на изменения в выбросах загрязняющих веществ. На основе ограниченных данных наблюдений и результатов моделирования в рамках нескольких исследований сделан оценочный вывод о том, что содержание тропосферного озона увеличилось в период после доиндустриальной эры примерно на 35 %, причем в некоторых регионах это увеличение было больше, а в некоторых — меньше. В период с середины 1980-х годов наблюдалось несколько повышений концентраций озона в глобальной тропосфере в большинстве из тех нескольких отдаленных точек, где такое измерение регулярно проводится. Тот факт, что такое повышение не наблюдалось над Северной Америкой и Европой, можно связать с отсутствием длительного увеличения выбросов веществ-предшественников озона с этих континентов. При этом данные с некоторых станций в Азии свидетельствуют о возможном увеличении содержания тропосферного озона, что может быть связано с увеличением выбросов в Восточной Азии. Благодаря тому, что теперь проводится больше исследований с использованием моделей, чем раньше, достоверность оценок воздействия тропосферного озона возросла. Тем не менее эта достоверность все же гораздо меньше, чем для полностью перемешанных парниковых газов, хотя и больше достоверности оценки воздействия аэрозолей. Неопределенности возникают из-за ограниченности информации о распределениях озона в доиндустриальную эру и ограниченности информации, необходимой для оценки смоделированных глобальных трендов в современую эру (т. е. после 1960 г.).

Газы только с косвенным радиационным воздействием

Несколько химически активных газов, включая химически активные разновидности азота (NO_x), моноксид углерода (CO) и летучие органические соединения (ЛОС), частично регулируют окисляющую способность тропосферы так же, как и содержание озона. Эти загрязняющие вещества действуют в качестве косвенных парниковых газов, оказывая свое влияние не только на озон, но и на время существования в атмосфере CH_4 и других парниковых газов. Выбросы NO_x и CO определяются деятельностью человека.

Моноксид углерода определяется как важный косвенный парниковый газ. Осуществленные с помощью моделей расчеты показывают, что выброс 100 Мт CO эквивалентен в смысле пертурбаций, вызываемых парниковыми газами, выбросу примерно 5 Мт CH_4. Содержание CO в атмосфере над северным полушарием примерно в два раза превышает это содержание в южном полушарии и в течение второй половины XX столетия оно постоянно возрастало параллельно с процессом индустриализации и ростом населения.

Химически активные разновидности азота NO и NO_2 (совокупность которых обозначается NO_x) являются ключевыми соединениями в химии тропосферы, однако их общее радиационное влияние все еще трудно определить в количественных показателях. Важное значение NO_x в радиационном балансе связано с тем, что повышение концентраций NO_x нарушает существование нескольких парниковых газов; например, происходят уменьшения в концентрациях метана и ХФУ и увеличения в содержании озона в тропосфере. Осаждения продуктов реакции NO_x удобряют биосферу, способствуя тем самым уменьшению концентраций CO_2 в атмосфере. Увеличения концентраций NO_x, запрогнозированные на период 2100 г., хотя их и трудно количественно определить, приведут к значительным изменениям в концентрациях парниковых газов.

C.3 Наблюдаемые и смоделированные изменения в аэрозолях

Аэрозоли (находящиеся в воздухе микроскопические частицы и капли), как известно, в значительной степени влияют на радиационный баланс Земли/атмосферы. Радиационное влияние аэрозолей происходит двумя различными путями, а именно: (i) прямое влияние, при котором аэрозоли сами рассеивают и поглощают солнечное и тепловое инфракрасное излучение, и (ii) косвенное влияние, когда аэрозоли видоизменяют микрофизические и, соответственно, радиационные свойства облаков и их количество. Аэрозоли образуются в результате множества процессов как естественного (включая пылевые бури и вулканическую деятельность), так и антропогенного (включая сжигание ископаемых видов топлива и биомассы) характера. Концентрации тропосферных аэрозолей в атмосфере, как представляется, возросли в последние годы вследствие увеличения антропогенных выбросов частиц и газов — их предшественников, способствуя тем самым радиационному воздействию. Большая часть аэрозолей находится в нижнем слое тропосферы (на высоте менее нескольких километров), при этом радиационное влияние многих аэрозолей чувствительно к вертикальному распределению. Аэрозоли, находясь в атмосфере, подвергаются химическим и физическим изменениям, особенно внутри облаков, и удаляются из атмосферы в больших количествах и сравнительно быстро атмосферными осадками (как правило, в течение одной недели). Вследствие столь короткого времени пребывания в атмосфере и неоднородности источников аэрозоли распределяются неоднородно в тропосфере, при этом их максимальное количество остается около источников. Радиационное воздействие, связанное с аэрозолями, зависит не только от этого пространственного распределения, но также и от размера, формы и химического состава частиц, а также от различных аспектов (например образования облаков) гидрологического цикла. Учитывая наличие всех этих факторов было очень трудно как с теоретической точки зрения, так и с применением данных практических наблюдений, получить точную оценку этого воздействия.

Тем не менее, удалось добиться значительных успехов в улучшенном определении ***прямого влияния*** *широкого ряда различных аэрозолей.* В ВДО рассматривалось прямое влияние только трех разновидностей антропогенных аэрозолей, а именно: сульфатных аэрозолей, аэрозолей от сжигания биомассы и черного углерода (или сажи) от сжигания ископаемых видов топлива. На сегодняшний день данные наблюдений показали, что как в углеродистых аэрозолях от сжигания ископаемых видов топлива, так и в углеродистых аэрозолях от сжигания биомассы, важное значение имеют органические вещества. В период после выхода ВДО, благодаря включению оценок содержания органических углеродных аэрозолей от сжигания ископаемых видов топлива, увеличилось значение прогнозируемой общей оптической толщины (и последующего отрицательного воздействия), связанной с промышленными аэрозолями. Прогресс, достигнутый в области проведения наблюдений и работы с моделями аэрозолей и излучения, позволили получить количественные оценки этих отдельных компонентов, а также оценку диапазона радиационного воздействия, связанного с минеральной пылью, как это показано на рисунке TP-9. Прямое радиационное воздействие, согласно оценкам, составляет -0,4 Вт·м$^{-2}$ для сульфатов, -0,2 Вт·м$^{-2}$ для аэрозолей от сжигания биомассы, -0,1 Вт·м$^{-2}$ для органического углерода от сжигания ископаемых видов топлива и +0,2 Вт·м$^{-2}$ для аэрозолей в виде черного углерода от сжигания ископаемых видов топлива. При этом, однако, неопределенности остаются сравнительно большими. Это связано с трудностями в определении концентраций и радиационных характеристик аэрозолей в атмосфере и доли аэрозолей, имеющих антропогенное происхождение, в частности определение источников углеродистых аэрозолей. Эти неопределенности ведут к значительным расхождениям (в диапазоне от двух до трех раз) в определении нагрузки и к значительным расхождениям в определении вертикального распределения (в 10 раз). Плохо определены в количественном отношении также антропогенные аэрозоли в виде пыли. Данные наблюдений со спутников вместе с результатами расчетов с помощью моделей дают возможность идентифицировать пространственное присутствие общего аэрозольного радиационного влияния на чистом небе; однако количественные показатели при этом все еще остаются неопределенными.

Оценки ***косвенного радиационного воздействия*** *под влиянием антропогенных аэрозолей остаются проблематичными, хотя полученные в ходе наблюдений свидетельства указывают на отрицательное косвенное воздействие под влиянием аэрозолей в теплых облаках.* Для оценки косвенного воздействия аэрозолей существуют два различных подхода, а именно: эмпирические методы и механистические методы. Первые из них применялись для оценки влияния промышленных аэрозолей, а вторые — для оценки влияния сульфатных аэрозолей, а также углеродистых аэрозолей от сжигания ископаемых видов топлива и аэрозолей от сжигания биомассы. В дополнение к этому использовались и модели косвенного влияния для оценки влияния первоначального изменения в размерах и концентрациях капель (первого косвенного влияния), а также влияния последующего изменения в интенсивности осадков (второго косвенного влияния). Результаты исследований, проиллюстрированные на рисунке TP-9, представляют собой экспертную оценку диапазона первого из этих влияний; этот диапазон в настоящем докладе несколько шире, чем представленный в ВДО; радиационная пертурбация, связанная со вторым косвенным влиянием, имеет тот же знак и может иметь ту же величину, что и первое влияние.

Косвенное радиационное влияние аэрозолей, согласно современным представлениям, действует также на

ледяные облака и облака в смешанном состоянии, хотя величина любого такого косвенного влияния неизвестна; при этом его знак, вероятно, является положительным. В настоящее время не представляется возможным оценить количество антропогенных ледяных ядер. За исключением холодных температур (ниже –45 °C), при которых, по предположениям, преобладает гомогенная нуклиация, механизмы образования льда в этих облаках пока еще неизвестны.

C.4 Наблюдаемые изменения в других антропогенных воздействующих факторах

Изменение землепользования (альбедо)

Изменения в землепользовании, основным моментом которых является сведение лесов, привели, как представляется, к отрицательному радиационному воздействию в –0,2 ± 0,2 Вт·м$^{-2}$ (рисунок ТР-8). Самое значительное влияние, по оценкам, наблюдается в высоких широтах. Это связано с тем, что сведение лесов привело к замене покрытых снегом лесов со сравнительно низким альбедо открытыми, покрытыми снегом пространствами с более высоким альбедо. Приведенная выше оценка основана на результатах моделирования, в ходе которого существовавший в доиндустриальную эру растительный покров был заменен современными структурами землепользования. Однако уровень знаний об этом воздействии очень низок, и в отношении этого воздействия проводилось гораздо меньше исследований, чем в отношении других факторов, рассматриваемых в настоящем докладе.

C.5 Наблюдаемые и смоделированные изменения в солнечной и вулканической активности

Радиационное воздействие климатической системы под влиянием изменения количества солнечного излучения составило, по оценкам, в период с 1750 г. по настоящее время 0,3 ± 0,2 Вт·м$^{-2}$ (рисунок ТР-8), и большая часть этого изменения, по оценкам, пришлась на первую половину XX столетия. Основным источником всей энергии в климатической системе Земли является излучение, приходящее от Солнца. Соответственно, колебания в солнечном излучении являются фактором радиационного воздействия. Абсолютное значение спектрально проинтегрированного общего солнечного излучения (ОСИ), приходящего на Землю, как известно на сегодняшний день, составляет примерно 4 Вт·м$^{-2}$; при этом проводящиеся начиная с конца 1970-х годов наблюдения со спутников свидетельствуют об относительных колебаниях в ходе последних двух 11-летних циклов солнечной активности примерно на 0,1 %, что эквивалентно изменению радиационного воздействия примерно на 0,2 Вт·м$^{-2}$. Надежных данных прямых измерений солнечного излучения за период до начала проведения наблюдений со спутников не имеется. Колебания в течение более продолжительных периодов могли быть гораздо большими, однако методы, используемые для воссоздания исторических значений ОСИ на основе косвенных наблюдений (например, за пятнами на Солнце), не были должным образом проверены. Колебания солнечного излучения проявляются гораздо заметнее в ультрафиолетовой части спектра, а исследования с использованием моделей климата позволяют предположить, что включение данных о колебаниях спектрально разрешенного солнечного излучения и об изменениях содержания озона в стратосфере под влиянием Солнца может сделать более реальными результаты моделирования влияния изменчивости солнечного излучения на климат. Были изложены также представления и о других механизмах усиления влияния Солнца на климат, однако они не имеют надежной теоретической или учитывающей данные наблюдений основы.

Аэрозоли, появляющиеся в стратосфере в результате извержений вулканов, вызывают отрицательное воздействие, которое сохраняется в течение нескольких лет. Несколько извержений вулканов произошло в периоды с 1880 г. по 1920 г. и с 1960 г. по 1991 г., а с 1991 г. извержений вулканов не было. Увеличенное содержание аэрозолей в стратосфере вследствие извержений вулканов, наряду с небольшими колебаниями солнечного излучения, послужили причиной нетто-отрицательного естественного радиационного воздействия в течение последних двух, а возможно даже и последних четырех десятилетий.

C.6 Возможности глобального потепления

Радиационное воздействие и возможности глобального потепления (ВГП) представлены в таблице ТР-3 для расширенного ряда газов. ВГП — это мера относительного радиационного влияния какого-либо заданного вещества в сопоставлении с CO_2, проинтегрированного по выбранному временному горизонту. К новым категориям газов в таблице ТР-3 относятся фторированные органические молекулы, многие из которых являются эфирами, которые, по предположениям, замещают галоидуглероды. Некоторые ВГП характеризуются большими неопределенностями, чем другие, особенно в отношении тех газов, относительно которых пока еще не получены подробные лабораторные данные о времени их сохранения в атмосфере. Прямые ВГП рассчитаны относительно CO_2 с использованием усовершенствованных расчетов радиационного воздействия CO_2, представленной в ВДО функции реагирования на импульс CO_2 и новых значений для радиационного воздействия и сроков сохранения в атмосфере ряда галоидуглеродов. Косвенные ВГП, которые могут явиться результатом косвенного радиационного воздействия, также рассчитаны для некоторых новых газов, включая окись углерода. Прямые ВГП для тех разновидностей, время пребывания которых в атмосфере хорошо известно, оценены в ± 35 %, однако косвенные ВГП пока остаются менее определенными.

D. Моделирование климатической системы и ее изменений

В предыдущих двух разделах сообщалось о состоянии климата с давних времен до настоящего дня на основе наблюдений климатических переменных и факторов

Таблица ТР-3. *Непосредственные потенциалы глобального потепления (ПГП) относительно двуокиси углерода (для газов, продолжительность жизни которых характеризуется должным образом). ПГП — это показатель для оценки относительного вклада глобального потепления вследствие атмосферного выброса 1 кг конкретного парникового газа по сравнению с выбросом 1 кг двуокиси углерода. ПГП, рассчитанные для различных временных горизонтов, показывают последствия продолжительности жизни в атмосфере различных газов. [На основе таблицы 6.7]*

Газ		Продолжительность жизни (годы)	Потенциал глобального потепления (временная перспектива в годах)		
			20 лет	100 лет	500 лет
Двуокись углерода	CO_2		1	1	1
Метан[a]	CH_4	12,0[b]	62	23	7
Закись азота	N_2O	114[b]	275	296	156
Гидрофторуглероды					
HFC-23	CHF_3	260	9400	12000	10000
HFC-32	CH_2F_2	5,0	1800	550	170
HFC-41	CH_3F	2,6	330	97	30
HFC-125	CHF_2CF_3	29	5900	3400	1100
HFC-134	CHF_2CHF_2	9,6	3200	1100	330
HFC-134a	CH_2FCF_3	13,8	3300	1300	400
HFC-143	CHF_2CH_2F	3,4	1100	330	100
HFC-143a	CF_3CH_3	52	5500	4300	1600
HFC-152	CH_2FCH_2F	0,5	140	43	13
HFC-152a	CH_3CHF_2	1,4	410	120	37
HFC-161	CH_3CH_2F	0,3	40	12	4
HFC-227ea	CF_3CHFCF_3	33	5600	3500	1100
HFC-236cb	$CH_2FCF_2CF_3$	13,2	3300	1300	390
HFC-236ea	CHF_2CHFCF_3	10	3600	1200	390
HFC-236fa	$CF_3CH_2CF_3$	220	7500	9400	7100
HFC-245ca	$CH_2FCF_2CHF_2$	5,9	2100	640	200
HFC-245fa	$CHF_2CH_2CF_3$	7,2	3000	950	300
HFC-365mfc	$CF_3CH_2CF_2CH_3$	9,9	2600	890	280
HFC-43-10mee	$CF_3CHFCHFCF_2CF_3$	15	3700	1500	470
Полностью фторированные виды					
SF_6		3200	15100	22200	32400
CF_4		50000	3900	5700	8900
C_2F_6		10000	8000	11900	18000
C_3F_8		2600	5900	8600	12400
C_4F_{10}		2600	5900	8600	12400
c-C_4F_8		3200	6800	10000	14500
C_5F_{12}		4100	6000	8900	13200
C_6F_{14}		3200	6100	9000	13200
Эфиры и галогенизированные эфиры					
CH_3OCH_3		0,015	1	1	<<1
HFE-125	CF_3OCHF_2	150	12900	14900	9200
HFE-134	CHF_2OCHF_2	26,2	10500	6100	2000
HFE-143a	CH_3OCF_3	4,4	2500	750	230
HCFE-235da2	$CF_3CHClOCHF_2$	2,6	1100	340	110
HFE-245fa2	$CF_3CH_2OCHF_2$	4,4	1900	570	180
HFE-254cb2	$CHF_2CF_2OCH_3$	0,22	99	30	9
HFE-7100	$C_4F_9OCH_3$	5,0	1300	390	120
HFE-7200	$C_4F_9OC_2H_5$	0,77	190	55	17
H-Galden 1040x	$CHF_2OCF_2OC_2F_4OCHF_2$	6,3	5900	1800	560
HG-10	$CHF_2OCF_2OCHF_2$	12,1	7500	2700	850
HG-01	$CHF_2OCF_2CF_2OCHF_2$	6,2	4700	1500	450

[a] ПГП, вызванные метаном, включают косвенный вклад стратосферного образования H_2O и O_3.

[b] Величины для метана и закиси азота — это время адаптации, которое включает косвенные последствия выброса каждого газа для его собственной продолжительности жизни.

воздействия, которые вызывают изменение климата. В настоящем разделе делается переход к климату будущего посредством описания единственного инструмента, который обеспечивает количественные оценки будущих изменений климата, а именно численных моделей. Понимание энергетического баланса системы Земля на базовом

уровне означает, что совершенно простые модели могут обеспечить широкую количественную оценку некоторых глобально усредненных переменных величин, однако более точные оценки обратных связей и региональных подробностей могут быть получены только благодаря более сложным моделям климата. Сложный характер процессов, происходящих в климатической системе, не допускает использования экстраполяции прошлых тенденций или статистических и прочих чисто эмпирических методов для получения перспективных оценок. Климатические модели могут использоваться для имитации реагирования климата на различные исходные сценарии будущих факторов воздействия (раздел F). Аналогичным образом, для прогнозирования дальнейшей судьбы выброшенных CO_2 (т. е. относительного поглощения различными накопителями) и других парниковых газов требуется понимание соответствующих биогеохимических процессов и включение этих данных в численную модель круговорота углерода.

Климатическая модель — это упрощенное математическое представление климатической системы Земли (см. текстовой блок TP-3). То, в какой степени эта модель может имитировать реакцию климатической системы, в весьма значительной мере зависит от уровня понимания физических, геофизических, химических и биологических процессов, которые управляют климатической системой. Со времени ВДО исследователи добились значительных достижений в имитации климатической системы Земли при помощи моделей. Во-первых, в данном документе дается краткое изложение существующего понимания некоторых из наиболее важных процессов, которые управляют климатической системой, и того, насколько хорошо они представлены в современных климатических моделях. Затем в этом разделе дается оценка общей способности современных моделей делать полезные и перспективные оценки будущего климата.

D.1 Климатические процессы и обратные связи

Процессы, происходящие в климатической системе, определяют естественную изменчивость климатической системы и ее реагирование на пертурбации, такие, как повышение атмосферных концентраций парниковых газов. Многие базовые климатические процессы, имеющие важное значение, хорошо известны и моделируются исключительно хорошо. Процессы обратной связи усиливают (позитивная обратная связь) или ослабляют (негативная обратная связь) изменения в реагировании на первоначальную пертурбацию и, следовательно, имеют весьма важное значение для точного имитирования эволюции климата.

Водяной пар

Основным фактором обратной связи, объясняющим значительное потепление, прогнозируемое климатическими моделями в ответ на повышение концентрации CO_2, является повышение показателя водяного пара в атмосфере. Повышение температуры атмосферы увеличивает ее способность удерживать воду; в то же время, поскольку большая часть атмосферы является недостаточно насыщенной, это не означает автоматически, что должно произойти само по себе увеличение водяного пара. В рамках пограничного слоя (приблизительно самые низкие 1—2 км атмосферы) происходит увеличение водяного пара по мере роста температуры. В свободной тропосфере выше пограничного слоя, где парниковый эффект водяного пара является самым значительным, определить ситуацию в количественном плане более сложно. Фактор обратной связи водяного пара, согласно данным последних моделей, приблизительно удваивает потепление по сравнению с тем показателем, которым характеризовался бы устойчивый уровень водяного пара. Со времени ВДО достигнут большой прогресс в плане обработки данных о водяном паре в моделях, хотя выделение влаги из облаков по-прежнему остается весьма неопределенным и существуют разногласия между модельными распределениями водяного пара и теми, которые наблюдаются в реальности. Модели в состоянии имитировать влажные и очень сухие регионы, наблюдаемые в тропиках и субтропиках, а также процесс их эволюции от сезона к сезону и из года в год. Это вселяет уверенность, однако не дает возможности проверить обратные связи, несмотря на то что баланс конкретных фактов свидетельствует в пользу позитивной обратной связи водяного пара в условиях чистого неба, величина которой сопоставима с данными, полученными в результате имитаций.

Облака

Подобно тому, как это было после Первого доклада МГЭИК об оценках в 1990 г., вероятно, самая большая неопределенность в будущих перспективных оценках климата связана с облаками и их взаимодействиями с радиацией. Облака могут как поглощать, так и отражать солнечную радиацию (охлаждая, таким образом, поверхность), и поглощать, а также испускать излучение в диапазоне длинных волн (нагревая, таким образом, поверхность). Конкуренция между этими двумя воздействиями зависит от высоты, толщины и радиационных свойств облаков. Радиационные свойства и эволюция облаков зависят от распределения атмосферного водяного пара, водяных капель, частичек льда, атмосферных аэрозолей и толщины облаков. Физическая основа параметризации облаков значительно улучшена в моделях благодаря включению объемного представления микрофизических свойств облаков в уравнении водного баланса облака, хотя по-прежнему сохраняется значительная неопределенность. Облака являются значительным источником потенциальной ошибки при имитациях климата. Возможность того, что модели систематически недооценивают поглощение солнечной энергии в облаках, остается спорным вопросом. Знак чистой обратной связи облаков до сих пор остается предметом неопределенности, и разнообразные модели показывают большой разброс.

Дополнительные неопределенности возникают из-за процессов выпадения осадков и трудности правильного имитирования суточного цикла, а также объемов и частоты осадков.

Стратосфера

Наблюдается все большее понимание важного значения стратосферы в климатической системе благодаря изменениям в ее структуре и признании жизненно важной роли как радиационных, так и динамических процессов. Вертикальный профиль изменения температуры в атмосфере, включая стратосферу, является важным показателем исследований по выявлению и объяснению явлений. Большинство наблюдаемых уменьшений температуры в нижней части стратосферы были вызваны скорее сокращением озона, частью которого является антарктическая «озоновая дыра», а не повышением концентрации CO_2. Образующиеся в тропосфере волны могут доходить до стратосферы, где происходит их поглощение. В результате этого стратосферные изменения меняются в зависимости от места и способа поглощения этих волн, и эти воздействия могут распространяться, следуя в нижнем направлении в тропосферу. Изменения солнечного излучения, главным образом ультрафиолетового (УФ), приводят к изменению озона фотохимического происхождения и соответственно изменяют показатели стратосферного нагревания, которые могут изменить тропосферную циркуляцию. Ограничения в разрешающей способности и относительно плохое представление некоторых стратосферных процессов усугубляют неопределенность результатов моделей.

Океан

В моделировании океанических процессов, в частности переноса тепла, произошли значительные усовершенствования. Эти усовершенствования в сочетании с повышением разрешательной способности имели важное значение для уменьшения необходимости корректировки потока в моделях и проведения реалистичных имитаций естественных крупномасштабных моделей циркуляции и улучшения имитации Эль-Ниньо (см. текстовой блок ТР-4). Океанские течения переносят тепло из тропиков в более высокие широты. Океан обменивается с атмосферой теплом, водой (через испарение и осадки) и CO_2. Ввиду своей колоссальной массы и высокой тепловой емкости океан замедляет изменение климата и влияет на временные масштабы изменчивости в системе океан-атмосфера. Достигнут значительный прогресс в познании океанических процессов, имеющих отношение к изменению климата. Повышение разрешательной способности, а также более совершенное представление (параметризация) важных процессов в масштабе меньше сетки (например мезомасштабные вихревые потоки), повысили реализм имитаций. Основные неопределенности до сих пор существуют в отношении представления мелкомасштабных процессов, таких, как разливы (поток, проходящий через узкие каналы, например между Гренландией и Исландией), западные пограничные течения (например крупномасштабные узкие

Текстовой блок ТР-3. Климатические модели: каким образом они строятся и применяются?

Всеобъемлющие климатические модели строятся по физическим законам, представленным математическими уравнениями, которые решаются с использованием трехмерной сетки над глобусом. Для имитации климата основные компоненты климатической системы должны быть представлены в подмоделях (атмосфера, океан, земная поверхность, криосфера и биосфера) наряду с процессами, которые происходят внутри и между ними. Большинство результатов в этом докладе получено из результатов моделей, которые включают определенное представление всех этих компонетов. Модели глобального климата, в которых компоненты атмосферы и океана соединены вместе, известны в качестве моделей общей циркуляции системы атмосфера-океан (МОЦАО). В атмосферном модуле, например, решаются уравнения, посредством которых описывается крупномасштабная эволюция количества движения, тепла и влажности. Аналогичные уравнения решаются для океана. В настоящее время разрешающая способность атмосферной части типичной модели составляет около 250 км по горизонтали и около 1 км по вертикали над пограничным слоем. Разрешающая способность типичной модели океана составляет около 200—400 м по вертикали с горизональной разрешающей способностью порядка 125—250 км. Уравнения обычно решаются для каждого получасового интервала модельной интеграции. Многие физические процессы, такие, как процессы, связанные с облаками или конвекцией океана, происходят в гораздо меньших пространственных масштабах по сравнению с модельной сеткой, и в этой связи их невозможно моделировать и решать четким образом. Их усредненные последствия включаются на приблизительной основе просто за счет использования физических связей с более крупномасштабными переменными. Подобный метод известен как параметризация.

Для подготовки количественных перспективных оценок изменения будущего климата необходимо использовать климатические модели, которые имитируют все важные процессы, управляющие будущей эволюцией климата. Климатические модели стали более совершенными за последние несколько десятилетий благодаря повышению мощности компьютеров. В течение этого времени были отдельно разработаны, а затем постепенно интегрированы, модели основных компонентов, атмосферы, суши, океана и морского льда. Подобное соединение разнообразных компонентов является трудным процессом. Совсем недавно были инкорпорированы компоненты цикла серы для представления выбросов серы и того, каким образом они окисляются с последующим формированием аэрозольных частиц. В настоящее время в нескольких моделях проводится совмещение наземного цикла углерода и океанского цикла углерода. Компонент химии атмосферы моделируется в настоящее время за пределами основной модели климата. Конечная цель заключается, разумеется, в моделировании в максимально возможной степени всей климатической системы Земли, с тем чтобы все компоненты могли взаимодействовать, и благодаря этому прогнозы изменения климата будут постоянно учитывать последствие обратных связей между компонентами. На рисунке 1 показана прошлая, настоящая и возможно, будущая эволюция климатических моделей.

Некоторые модели нейтрализуют ошибки и расхождения поверхностного потока при помощи «корректировок потока», которые представляют собой эмпирически определяемые систематические корректировки в системе взаимодействия

Текстовой блок ТР-3, рисунок 1. Развитие климатических моделей за последние 25 лет с демонстрацией того, каким образом различные компоненты изначально развивались отдельно, а затем включались во всеобъемлющие модели климата.

атмосфера-океан с фиксированием во времени, с тем чтобы привести имитируемый климат ближе к наблюдаемому состоянию. Разработана стратегия для проведения климатических экспериментов, благодаря которой ликвидируются многие из воздействий некоторых модельных ошибок на результаты. Часто вместе с моделью делается прогон первой «контрольной» имитации климата. После этого делается прогон экспериментальной имитации изменения климата, например с повышенным содержанием CO_2 в модельной атмосфере. И наконец, берется разница для получения оценки изменения в климате, вызванного пертурбацией. Посредством метода получения разницы снимается большинство последствий любых искусственных корректировок в модели, а также систематические ошибки, которые обычно возникают при обоих прогонах. В то же время, благодаря сравнению результатов различных моделей, становится очевидно, что природа некоторых ошибок все еще оказывает влияние на конечный результат.

Многие аспекты климатической системы Земли являются хаотичными — ее эволюция чувствительно реагирует на малейшие пертурбации в исходных условиях. Подобная чувствительность ограничивает предсказуемость подробной эволюции погоды приблизительно двухнедельным сроком. В то же время, предсказуемость климата не является столь ограниченной вследствие систематического влияния на атмосферу более медленно меняющихся компонентов климатической системы. Тем не менее, для подготовки надежных прогнозов при наличии как исходного условия, так и модельной неопределенности, желательно многократно повторить предсказания, исходя из различных первоначальных состояний возмущения, а также используя различные глобальные модели. Эти ансамбли являются основой вероятности прогнозов состояния климата.

Всеобъемлющие МОЦАО являются весьма сложными и для их прогона требуются значительные компьютерные мощности. Для исследования различных сценариев выбросов парниковых газов и последствий допущений или аппроксимаций в параметрах в модели более тщательным образом также широко используются более простые модели. Варианты упрощения могут включать более масштабную разрешающую способность, а также упрощенные динамические физические процессы. В своей совокупности простые, промежуточные и всеобъемлющие модели образуют «иерархию климатических моделей», все из которых являются необходимыми для изучения выборов, сделанных в параметризациях, и оценки четкости климатических изменений.

течения вдоль береговых линий), конвекция и смешивание. Пограничные потоки в имитации климата слабее и шире по сравнению с существующими в природе, хотя последствия этого для климата остаются неясными.

Криосфера

Продолжается усовершенствование представления процессов морского льда, при этом несколько моделей климата инкорпорируют сейчас физически обоснованные режимы динамики льда. Представление процессов материкового льда в моделях глобального климата остается рудиментарным. Криосфера состоит из тех регионов Земли, которые в определенный сезон или круглый год покрыты снегом и льдом. Морской лед имеет важное значение, поскольку он отражает больше поступающей солнечной радиации, нежели морская поверхность (т. е. он обладает высоким альбедо), и он изолирует море от потери тепла в зимний период. В этой связи уменьшение объема морского льда вызывает позитивное обратное воздействие на потепление климата в высоких широтах. Кроме того, поскольку морской лед содержит меньше соли, чем морская вода, при образовании морского льда происходит увеличение содержания соли (соленость) и плотности поверхностного слоя. Это способствует обмену воды с более глубинными слоями океана, влияя на циркуляцию океана. В результате образования айсбергов и таяния шельфовых ледников пресная вода с суши возвращается в океан, в связи с чем изменения в темпах этих процессов могут повлиять на циркуляцию океана вследствие изменения солености поверхности моря. Снег имеет более высокое альбедо по сравнению с поверхностью суши; следовательно, уменьшение снежного покрова ведет к аналогичному позитивному обратному воздействию альбедо, хотя и более слабому по сравнению с морским льдом. В некоторые климатические модели вводятся в масштабе меньше сетки все более сложные схемы снега и изменчивости в протяженности и толщине ледяного покрова, которые могут существенным образом повлиять на альбедо и обмены в системе атмосфера-океан.

Земная поверхность

Результаты исследований с использованием моделей, содержащих самые последние представления земной поверхности, показывают, что прямые воздействия более высоких концентраций CO_2 на физиологию растений могут привести к относительному уменьшению эвапотранспирации над тропическими континентами, сопровождаемому региональным потеплением и осушением, по сравнению с теми показателями, которые предсказывались для обычных последствий потепления в результате парникового эффекта. Изменения поверхности земли вызывают важные обратные связи, поскольку изменение климата антропогенного происхождения (например: повышение температуры, изменения осадков, изменения чистого радиационного обогрева и прямые последствия CO_2) окажут влияние на состояние земной поверхности (например: увлажненность почвы, альбедо, неровность поверхности и растительность). Обмены энергией, количеством движения, водой, теплом и углеродом, которые происходят между земной поверхностью и атмосферой, могут быть определены в моделях в качестве функций типа и плотности местной растительности, а также глубины и физических свойств почвы, при этом все они основаны на базах данных о земной поверхности, которые совершенствовали с использованием спутниковых наблюдений. Последние достижения в области познания фотосинтеза растительности и использования водных ресурсов использовались в целях объединения циклов наземной энергии, воды и углерода в рамках нового поколения параметризаций земной поверхности, которые испытывались в сопоставлении с полевыми наблюдениями и осуществлялись в нескольких МОЦ с явным повышением качества имитации потоков в системе Земля-атмосфера. В то же время еще предстоит решить значительные проблемы в таких областях, как процессы увлажнения почвы, прогнозирование стока, изменения в землепользовании и разнородности в масштабе меньше сетки.

Изменения в покрытии земной поверхности могут воздействовать на глобальный климат несколькими путями. Крупномасштабное обезлесивание во влажных тропиках (например: Южная Америка, Африка и Юго-Восточная Азия) было определено в качестве самого важного текущего процесса, связанного с земной поверхностью, поскольку он приводит к уменьшению испаряемости и повышению приземной температуры. Эти воздействия качественно воспроизводятся большинством моделей. В то же время, до сих пор существуют существенные неопределенности в отношении количественного последствия крупномасштабного обезлесивания на гидрологический цикл, особенно над Амазонией.

Цикл углерода

Последние усовершенствования наземных и океанических моделей цикла углерода, основанных на процессе, и их оценка в сравнении с данными наблюдений повысили степень достоверности при их использовании для целей исследований будущих сценариев. Циклы CO_2 осуществляются, естественно, между атмосферой, океанами и сушей. В то же время, гораздо больше времени занимает прекращение действия в атмосфере пертурбации CO_2, привнесенной в результате деятельности человека. Это объясняется теми процессами, которые ограничивают ту скорость, с которой могут увеличиваться океанические и наземные накопления углерода. Антропогенный CO_2 поглощается океаном ввиду его высокой растворимости (вызываемой природой химии углерода), однако скорость поглощения ограничена предельной скоростью вертикального перемешивания. Антропогенный CO_2 поглощается наземными экосистемами через несколько возможных механизмов, например: землеустройство, обогащение атмосферы двуокисью углерода (ускорение роста растений в результате повышения атмосферной концентрации CO_2) и повышение количества азота антропогенного происхождения. Подобное поглощение ограничено относительно незначительной долей углерода растительного происхождения, которая может храниться длительное время (древесина и гумус). По мере увеличения концентрации CO_2 ожидается уменьшение доли выброшенного CO_2, которая может быть поглощена океанами и сушей. Основанные на процессе модели океанических и земных циклов углерода (включая представления физических,

Текстовой блок TP-4. Явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО)

Самое крупное естественное колебание климата в межгодовом временном масштабе — это явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО). Термин «Эль-Ниньо» первоначально применялся к ежегодному слабому теплому океанскому течению, которое проходит в южном направлении вдоль побережья Перу, приблизительно в период рождества, и которое лишь впоследствии стали связывать с необычно масштабными потеплениями. В то же время, потепление в прибрежной зоне часто связано с гораздо более обширным аномальным потеплением океана в направлении международной демаркационной линии суточного времени, и именно это явление, охватывающее весь бассейн Тихого океана, создает связь с аномальными моделями глобального климата. Атмосферный компонент, связанный с «Эль-Ниньо», именуется «южное колебание». Ученые часто называют это явление ЭНСО (явление Эль-Ниньо/южное колебание), при котором происходит взаимодействие между атмосферой и океаном.

ЭНСО — это естественное явление, и существуют весомые доказательства, полученные благодаря кернам кораллов и ледникового льда Анд, того, что оно продолжается в течение тысячелетий. Состояние океана и атмосферные условия в тропической части Тихого океана редко характеризуются усредненными показателями и колеблются скорее с нерегулярными интервалами между событиями Эль-Ниньо и противоположной фазой Ла-Нинья, приводя к охлаждению целого бассейна тропической части Тихого океана, при этом это явление чаще всего происходит в периоды с разрывом порядка 3—6 лет. Наиболее интенсивная фаза каждого события обычно продолжается около года. Ярко выраженная структура температур морской поверхности в Тихом океане создает условия для событий ЭНСО. Главными характеристиками являются «теплые бассейны» в тропическом районе западной части Тихого океана, где находятся самые теплые океанские воды в мире, гораздо более холодные воды в восточной части Тихого океана и холодные воды в виде языка вдоль экватора, которые больше всего проявляются в октябре и менее всего в марте месяце. Атмосферные восточные пассаты в тропиках аккумулируют теплые воды в западной части, создавая угол наклона уровня моря вдоль линии экватора 0,60 м с востока на запад. Ветры приводят в движение поверхностные океанские течения, которые определяют места потоков и отклонений поверхностных вод. Таким образом, более прохладные, богатые питанием воды поднимаются из глубин вдоль экватора и западного побережья Американского континента, способствуя развитию фитопланктона, зоопланктона и соответственно рыбы. Поскольку конвекция и грозы чаще происходят над более теплыми водами, структура температур поверхности моря определяется распределением осадков в тропиках, а это, в свою очередь, определяет структуры атмосферного нагревания в результате освобождения скрытого тепла. Нагревание вызывает широкомасштабные циркуляции муссонного типа в тропиках и соответственно определяет характер ветров. Это прочное совмещение факторов атмосферы и океана в тропиках вызывает явление Эль-Ниньо. Во время Эль-Ниньо теплые воды из западной тропической части Тихого океана движутся в восточном направлении по мере ослабления пассатов, сдвигая схему тропических ливней и еще больше ослабляя пассаты, и усиливая, таким образом, изменения температур моря. Уровень моря снижается на западе, но поднимается на востоке на 0,25 м по мере того, как теплые воды движутся вдоль экватора в восточном направлении. В то же время, изменения в атмосферной циркуляции не ограничиваются тропиками, а распространяются в глобальных масштабах и влияют на струйные течения и траектории штормов в средних широтах. Приблизительно обратные схемы имеют место во время противоположной фазы Ла-Нинья данного явления.

Связанные с ЭНСО изменения вызывают значительные колебания погоды и климата во всем мире, которые продолжаются из года в год. Последние нередко оказывают очень сильное воздействие на население земли и общество вследствие связанных с ними засух, наводнений, волн тепла и прочих изменений, которые серьезным образом нарушают деятельность в области сельского хозяйства, рыбных промыслов, состояния окружающей среды, здоровья, спроса на энергию, качество воздуха, а также изменяют риски пожара. ЭНСО играет также весьма важную роль в модулировании обменов CO_2 с атмосферой. Во время Эль-Ниньо нарушается нормальный подъем холодных глубинных вод, богатых питательными веществами и CO_2, в тропической части Тихого океана.

химических и биологических процессов) были разработаны и оценивались на фоне измерений, проведенных применительно к естественному циклу углерода. Подобные модели создавались также с целью имитации вызванной деятельностью человека пертурбации цикла углерода и смогли выдать временные ряды поглощения углерода океаном и сушей, которые в целом совпадают с наблюдаемыми глобальными тенденциями. До сих пор между моделями имеются существенные различия, особенно в их методах подхода к физической циркуляции океана и реагировании на климат в региональном масштабе процессов наземных экосистем. Тем не менее, существующие модели последовательно указывают на то, что в тех случаях, когда рассматриваются последствия изменения климата, поглощение CO_2 океанами и сушей становится меньше.

D.2 Совмещенные системы

Как отмечалось в разделе D.1, многие обратные связи функционируют в пределах индивидуальных компонентов климатической системы (атмосфера, океан, криосфера и земная поверхность). В то же время, многие важные процессы и обратные связи происходят в результате совмещения компонентов климатической системы. Их

представление имеет важное значение для предсказания крупномасштабных видов реагирования.

Режимы естественной изменчивости

Возрастает понимание того, что модели естественной циркуляции, такие, как ЭНСО и САК, играют основную роль для глобального климата и его межсезонной и долгосрочной изменчивости. Самым значительным естественным колебанием климата в межгодовом временном масштабе является явление ЭНСО (см. текстовой блок ТР-4). Оно представляет собой естественно совмещенный режим взаимодействия системы атмосфера-океан, при этом происходит главным образом в тропической части Тихого океана, однако имеет важные последствия для регионального климата по всему миру. Лишь в настоящее время модели глобального климата начинают демонстрировать изменчивость в тропической части Тихого океана, которая напоминает ЭНСО, главным образом благодаря повышенной меридиональной разрешающей способности на экваторе. Модели температуры поверхности моря и атмосферной циркуляции, аналогичные тем моделям, которые наблюдаются во время ЭНСО в межгодовых временных масштабах, наблюдаются также в десятилетних или более продолжительных временных масштабах.

Североатлантическое колебание (САК) — это доминирующая модель изменчивости северной зимней атмосферной циркуляции, которая моделируется со все большей степенью реальности. САК тесно связано с арктическим колебанием (АК), которое имеет дополнительный ежегодный компонент вокруг Арктики. Существует значительное количество данных о том, что САК возникает главным образом в результате внутренних атмосферных процессов, затрагивающих всю систему тропосфера-стратосфера.

Колебания температур поверхности моря (ТПМ) в Атлантике связаны с силой САК, и умеренное двустороннее взаимодействие между САК и Атлантическим океаном, ведущее к изменчивости в десятилетнем масштабе, становится столь же важным при прогнозировании изменения климата.

Изменение климата может проявляться как в виде факторов сдвига, так и изменения доминирующих условий конкретных климатических режимов, как это подтверждается наблюдаемой тенденцией в направлении позитивных величин за последние 30 лет в показателе САК и климатическом «сдвиге» в тропической части Тихого океана около 1976 г. Хотя совмещенные модели имитируют характеристики наблюдаемой естественной изменчивости климата, таких, как САК и ЭНСО, что свидетельствует о том, что многие из соответствующих процессов включены в эти модели, необходим дальнейший прогресс для точного выявления этих естественных режимов. Кроме того, поскольку ЭНСО и САК являются ключевыми определяющими факторами изменения регионального климата и могут, возможно, привести к резким и непрогнозируемым изменениям, наблюдалось усиление неопределенности в этих аспектах изменения климата, которые полностью зависят от изменений на региональном уровне.

Термохалинная циркуляция (ТХЦ)

Термохалинная циркуляция (ТХЦ) является причиной основной части переноса регионального тепла в Атлантическом океане. ТХЦ — это перемешивание в глобальном масштабе океанских вод, которое вызывается различиями в плотности, связанными с влиянием температуры и солености. В Атлантике тепло переносится теплыми поверхностными водами, текущими в северном направлении, и холодными солеными водами из Северной Атлантики, которые возвращаются в глубинные слои. Изменения в структуре атлантической ТХЦ могут быть вызваны пертурбациями показателя взвешенности поверхностных вод, который испытывает влияние таких явлений, как: осадки, испарения, континентальный сток, образование морского льда и теплообмен — процессов, которые сами могут меняться, создавая последствия для регионального и глобального климата. Взаимодействия между атмосферой и океаном также, вероятно, будут иметь существенные значения в десятилетнем и более продолжительном временном масштабе в тех случаях, когда задействован фактор ТХЦ. Взаимодействие между крупномасштабным атмосферным воздействием наряду с потеплением и испарением в низких широтах и охлаждением и усилением осадков в высоких широтах создает основу для потенциальной нестабильности существующей атлантической ТХЦ. ЭНСО также может оказывать влияние на атлантическую ТХЦ в результате изменения баланса пресной воды и тропической части Атлантики, обеспечивая таким образом соединение между низкими и высокими широтами. Неопределенности в представлении мелкомасштабных потоков через пороги и узкие проливы, а также конвекция океана ограничивают способность моделей имитировать ситуации, связанные со значительными изменениями в ТХЦ. Меньшая соленость северной части Тихого океана означает, что глубокая ТХЦ в Тихом океане не происходит.

Нелинейные события и быстрое изменение климата

Существует возможность быстрых и необратимых изменений в климатической системе, однако имеется значительная степень неопределенности в отношении связанных с этим механизмов и, следовательно, также вероятности или временных масштабов подобных переходных процессов. Климатическая система включает многочисленные процессы и обратные связи, которые взаимодействуют сложными нелинейными путями. Это взаимодействие может явиться причиной предельных значений в климатической системе, которые могут быть превышены в том случае, если функционирование системы нарушается достаточно сильно. Данные, полученные при помощи кернов полярного льда, свидетельствуют о том, что атмосферные режимы могут меняться в течение

нескольких лет и что крупномасштабные изменения в рамках полушария могут развиваться в течение нескольких десятилетий. Например, ряд моделей показал возможность пороговой величины для быстрого перехода атлантической ТХЦ к состоянию коллапса. Пока еще не ясно, что представляет собой эта пороговая величина и какова вероятность того, что деятельность человека приведет к тому, что она будет превзойдена (см. раздел F.6). Атмосферная циркуляция может характеризоваться различными преференциальными моделями; например, возникать в результате ЭНСО и САК/АК, и изменения в их фазе могут быть быстрыми. Базовая теория и модели показывают, что изменение климата может в первую очередь выражаться в изменениях частоты проявления этих моделей. Изменения растительности либо в результате непосредственного антропогенного обезлесивания, либо вследствие глобального потепления могут происходить быстрым образом и вызывать дальнейшие изменения климата. Предполагается, что быстрое образование Сахары около 5 500 лет назад является примером подобного нелинейного изменения земного покрова.

D.3 Методы районирования

Информация о региональном климате рассматривалась лишь в ограниченной степени в ВДО. Со времени ВДО методы, применяемые для использования более подробной региональной информации, были значительно усовершенствованы и стали использоваться в более широких масштабах. Эти методы делятся на три категории: МОЦАО с высокой и меняющейся разрешающей способностью; региональные климатические модели (или климатические модели совокупного ограниченного района) (РКМ); и эмпирические/статистические и статистические/динамические методы. Данные методы характеризуются различными сильными и слабыми сторонами и их использование в континентальном масштабе в значительной мере зависит от потребностей конкретных применений.

МОЦАО с высокой разрешающей способностью моделируют характеристики общей атмосферной циркуляции в весьма общем плане. В региональном масштабе модели дают средние смещения по району, которые колеблются в значительных пределах от одного региона к другому, а также среди моделей, при этом усредненные смещения сезона и температуры субконтинентального района, как правило, находятся в пределах ±4 °C, а погрешности осадков — в пределах от –40 до +80 %. Подобные показатели являются существенным повышением точности по сравнению с оценками МОЦАО в ВДО.

Благодаря разработке моделей общей циркуляции атмосферы (МОЦА) с высокой/переменной разрешающей способностью в период после ВДО, как правило видно, что по мере повышения разрешающей способности улучшается динамика и крупномасштабный поток в моделях. В некоторых случаях, однако, систематические ошибки усилились по сравнению с моделями с более грубой разрешающей способностью, хотя были документально зарегистрированы лишь весьма немногочисленные результаты.

После ВДО значительно усовершенствованы МРЦ с высокой разрешающей способностью. Региональные модели последовательно повышают пространственную подробность моделируемого климата по сравнению с МОЦАО. РМЦ, определяемые наблюдаемыми пограничными условиями, характеризуются температурными смещениями усредненного района (региональные масштабы 10^5—10^6 км^2), как правило ниже 2 °C, в то время как погрешности осадков составляют менее 50 %. Районирование в более мелком масштабе показывает, что изменения могут существенным образом отличаться по величине или знаку от результатов для обширного усредненного района. Между моделями существует относительно крупный разброс, хотя четкого объяснения причины этих различий не существует.

D.4 Общая оценка способностей

Со времени ВДО наблюдалось значительное развитие и усовершенствование совмещенных моделей. В целом они обеспечивают достоверные имитации климата, как минимум вниз по субконтинентальной шкале, и в пределах временных масштабов от сезонных до десятилетних. Совмещенные модели как группа рассматриваются в качестве подходящих средств для обеспечения полезных перспективных оценок будущего климата. Эти модели не могут пока имитировать все аспекты климата (например, они не могут до сих пор полностью объяснить наблюдаемую с 1979 г. тенденцию разницы температуры поверхность—тропосфера). Облака и влажность также остаются источниками существенной неопределенности, однако произошло значительное улучшение в имитациях количественных показателей этих явлений. Ни одна из моделей не может считаться «наилучшей», и важно использовать результаты целого ряда тщательно оцененных совмещенных моделей, с тем чтобы исследовать последствия различных формулировок. Логическое обоснование повышенной достоверности данных моделей связано с функционированием моделей в следующих областях.

Корректировка потока

Общая достоверность модельных перспективных оценок повышается в результате более четкого функционирования нескольких моделей, которые не используют корректировки потока. Эти модели поддерживают в настоящее время стабильные, многовековые имитации приземного климата, которые характеризуются, как считается, достаточным качеством для того, чтобы допускать их использование для перспективных оценок

изменения климата. Изменения, благодаря которым многие модели могут функционировать в настоящее время без корректировки потока, объясняются повышением качества как атмосферных, так и океанических компонентов. В модели первостепенное значение имеют: атмосфера, улучшения в конвекции, пограничный слой, облака и скрытые поверхностные потоки тепла. В модели океана к числу этих усовершенствований относятся: разрешающая способность, перемешивание пограничного слоя и представление вихревых процессов. Имеется значительное совпадение результатов, полученных при помощи исследований изменения климата посредством моделей с корректировкой потока и без нее; тем не менее разработка стабильных моделей без корректировки потока повышает достоверность их способности моделировать будущий климат.

Климат в XX веке

Уверенность в способности моделей прогнозировать будущий климат повышается благодаря способности нескольких моделей воспроизводить тенденции потепления температуры приземного воздуха в XX веке, когда этот процесс находится под воздействием повышающейся концентрации парниковых газов и сульфатных аэрозолей. Это показано на рисунке TP-13. В то же время использовались лишь идеализированные сценарии сульфатных аэрозолей, и в модели нельзя включать факторы некоторых дополнительных процессов и воздействий. Некоторые исследования на основе моделей показывают, что включение дополнительных воздействий, таких, как изменчивость солнечной энергии и вулканические аэрозоли, могут улучшить некоторые аспекты имитированной изменчивости климата XX века.

Экстремальные явления

Анализ и достоверность экстремальных явлений, которые имитируются в рамках моделей климата, еще только появляются, особенно для траекторий и частоты штормов. При помощи моделей климата имитируются вихри скорости «подобно тропическим циклоническим», хотя остается достаточная неясность в отношении их толкования для того, чтобы оправдывать осторожное отношение к перспективным оценкам изменений тропических циклонов. В то же время, в целом недостаточной разработанностью характеризуется анализ экстремальных явлений как посредством наблюдения (см. раздел B.6), так и сопряженных моделей.

Межгодовая изменчивость

Повысилась точность имитации ЭНСО при помощи совмещенных моделей; в то же время его изменчивость перемещается в западном направлении, а его сила, как правило, недооценивается. В том случае, когда изначально должным образом использовались данные о приземном ветре и подповерхностном состоянии океана, некоторые сопряженные модели характеризовались определенной степенью успеха в предсказании событий ЭНСО.

Взаимные сравнения моделей

Проведение все более частых систематических взаимных сравнений моделей дает основные подтверждения растущих возможностей климатических моделей. Например, Проект по сравнению совмещенных моделей (ПССМ) позволяет провести более всеобъемлющую систематическую оценку и взаимные сравнения прогноза совмещенных моделей, прогон которых был сделан в стандартизованной конфигурации, а также реагирования на стандартизованное воздействие. В настоящее время добились определенного количественного выражения повышения эффективности работы совмещенных моделей. Проект по модельному сравнению палеоклиматических данных (ПМСПД) обеспечивает проведение сравнений моделей для среднего голоцена (6 000 лет тому назад) и последнего ледникового максимума (21 000 лет тому назад). Способность этих моделей имитировать определенные аспекты палеоклимата, сопоставляемых с рядом косвенных палеоклиматических данных, придает достоверность моделям (по крайней мере для атмосферного компонента) в целом диапазоне различных воздействий.

E. Обнаружение влияния деятельности человека на изменение климата

В разделах B и C давалась характеристика наблюдаемых прошлых изменений климата и факторов воздействия соответственно. В разделе D рассматривались возможности климатических моделей по предсказанию реагирования климатической системы на подобные изменения воздействия. Данный раздел использует эту информацию для рассмотрения вопроса о возможности определения влияния деятельности человека на изменение климата в настоящее время.

Рисунок TP-13. Наблюдаемые и моделируемые глобальные среднегодовые аномалии температуры (°C) относительно средних значений наблюдений за период с 1900 г. по 1930 г. Контрольное и три независимых моделирования с использованием одного и того же фактора воздействия парникового газа плюс аэрозольные воздействия, а также несколько иных исходных условий, показаны на основе МОЦАО. Три моделирования воздействия парникового газа плюс аэрозоли обозначены соответственно словами «прогон 1», «прогон 2» и «прогон 3». [На основе рисунка 8.15]

Рассмотрение этого вопроса имеет важное значение. В ВДО был сделан вывод о том, что «в итоге доказательства свидетельствуют о том, что имеется существенное влияние человека на глобальный климат». В нем отмечалось, что обнаружение и объяснение проявлений изменения климата антропогенного происхождения будет сопровождаться постепенным сбором доказательств. В ВДО также отмечались неопределенности в ряде факторов, включая внутреннюю изменчивость, величину и модели воздействия и реагирования, которые помешали сделать более решительный вывод.

E.1 Значение обнаружения и объяснения

Обнаружение *— это процесс демонстрации того, что наблюдаемое изменение существенно отличается (в статистическом смысле) от того изменения, которое можно объяснить естественной изменчивостью.* ***Объяснение*** *— это процесс установления причины и последствия с некоторым определенным уровнем достоверности, включая оценку конкурирующих гипотез.* Реагирование на антропогенные изменения в климатическом воздействии происходит на фоне естественной внутренней и вынужденной внешней изменчивости климата. Внутренняя изменчивость климата, т. е. изменчивость климата, не вызванная внешними факторами, происходит во всех временных масштабах от недель до столетий и даже тысячелетий. Медленные климатические компоненты, такие, как океан, имеют особенно важную роль в десятилетних и столетних временных масштабах, поскольку они интегрируют изменчивость погоды. Таким образом, климат способен демонстрировать длительные во временном масштабе колебания значительной величины без внешних воздействий. Колебания климата, вызванные внешним воздействием (проявления), могут объясняться изменениями в естественных факторах воздействия, таких, как солнечная радиация или вулканические аэрозоли, или изменениями в антропогенных факторах воздействия, таких, как увеличивающиеся концентрации парниковых газов или аэрозоли. Наличие этой естественной изменчивости климата означает, что обнаружение и объяснение антропогенного изменения климата является статистической проблемой «реагирования на шум». Исследования в целях *обнаружения* показывают, является ли наблюдаемое изменение весьма необычным в статистическом смысле, однако это не обязательно подразумевает, что мы понимает его причины. *Объяснение* изменения климата антропогенными причинами связано со статистическим анализом и тщательной оценкой многочисленных линий доказательств, с тем чтобы показать в рамках заранее определенного предела ошибки, что наблюдаемые изменения:

- вряд ли объясняются полностью внутренней изменчивостью;
- соответствуют оценочному реагированию на данное сочетание антропогенного и естественного воздействия;
- не соответствуют альтернативным, физически допустимым объяснениям последнего изменения климата, которые исключают важные элементы данной комбинации воздействий.

E.2 Более продолжительная и более тщательная проверка зарегистрированных данных наблюдений

Три из последних пяти лет (1995 г., 1997 г. и 1998 г.) были самыми теплыми в глобальном масштабе годами приборной регистрации. Была подготовлена оценка воздействия ошибок выборочной совокупности наблюдательных данных применительно к регистрации средней температуры в глобальном масштабе и в масштабе полушария. Существует также лучшее понимание ошибок и неопределенностей в спутниковой регистрации температуры (Microwave Sounding Unit, MSU). Расхождения между MSU и данными радиозондов были в значительной мере урегулированы, хотя полностью невозможно объяснить наблюдаемую тенденцию различия между приземной и нижней тропосферной температурами (см. раздел B). Новые восстановления данных о температуре за последние 1 000 лет показывают, что изменение температуры за последние сто лет вряд ли полностью были естественными по своему происхождению, даже если учитывать значительные неопределенности в восстановлении исторической ситуации (см. раздел B).

E.3 Новые модельные оценки внутренней изменчивости

Весьма маловероятно, что потепление за последние 100 лет было вызвано только внутренней изменчивостью, как это показывали оценки при помощи существующих моделей. Приборная регистрация проводится недавно и охватывает период воздействия деятельности человека, а регистрация исторических данных включает колебания под воздействием естественных факторов, таких, как колебания, вызванные изменениями в солнечной радиации и в частоте крупных вулканических извержений. Подобные ограничения оставляют немногие альтернативы для использования длительных «контрольных» имитаций с совмещенными моделями с целью подготовки оценки изменчивости климата в результате внутреннего воздействия. Со времени ВДО использовалось большее количество моделей для оценки величины изменчивости климата в результате внутренних факторов, выборочная совокупность которых приводится на рисунке TP-14. Как можно видеть, эти модели характеризуются широким диапазоном внутренней изменчивости глобального масштаба. Оценки более длительной временной изменчивости, связанные с исследованиями по обнаружению и определению, являются неопределенными, однако в межгодовом и десятилетнем временном масштабе некоторые модели показывают аналогичную или большую изменчивость по сравнению с наблюдаемой, даже если модели не включают изменчивость в результате внешних источников. Выводы в отношении выявления антропогенного проявления не затрагивают модели, использованной для оценки внутренней изменчивости, и последние изменения не могут быть

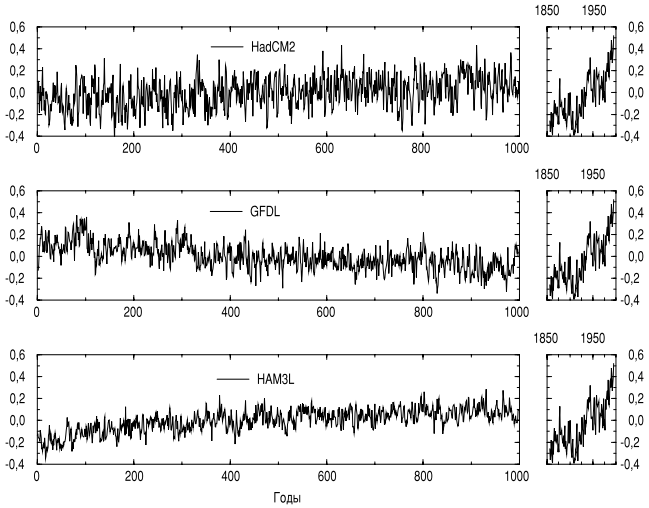


Рисунок TP-14. Аномалии средней глобальной температуры приземного воздуха, полученные посредством контрольных имитаций за 1000-летний период при помощи трех различных моделей климата — Hadley, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory и Hamburg — в сопоставлении с недавней приборной регистрацией. Ни одна из модельных контрольных имитаций не показывает тенденцию приземной температуры воздуха столь же обширную, что и наблюдаемая тенденция. Если внутренняя изменчивость является правильной в этих моделях, недавнее потепление не объясняется, вероятно, изменчивостью, вызванной только в рамках климатической системы. [На основе рисунка 12.1]

объяснены чисто внутренней изменчивостью, даже если величина имитируемых внутренних колебаний увеличивается в два раза и, возможно, более того. Самые последние исследования по обнаружению и объяснению не дают никаких свидетельств в отношении того, что оцененная при помощи модели внутренняя изменчивость на поверхности является несовместимой с остаточной изменчивостью, которая сохраняется в наблюдениях после исключения оценочных антропогенных проявлений в крупных пространственных и длительных временных масштабах, использованных в исследованиях по выявлению и объяснению. Отметим однако, что способность выявлять несоответствия является ограниченной. Как показано на рисунке TP-14, ни одна из контрольных модельных имитаций не показывает тенденцию приземной температуры воздуха такого же размера, что и тенденция, наблюдаемая за последние 1 000 лет.

E.4 Новые оценки реакций на естественное воздействие

Оценки, основанные на физических принципах и модельных имитациях, показывают, что одно лишь естественное воздействие вряд ли объясняет нынешнее наблюдаемое глобальное потепление или наблюдаемые изменения в структуре вертикальной температуры и атмосферы. В полностью совмещенных моделях системы океан-атмосфера применялся способ восстановления солнечного и вулканического воздействий за последние 100—300 лет в целях оценки того вклада, который естественное воздействие вносит в изменчивость и изменение климата. Хотя восстановление естественных воздействий носит неопределенный характер, включая их последствия, оно позволяет увеличить дисперсию в более длительных (многие десятилетия) временных масштабах. Благодаря этому низкочастотная изменчивость становится ближе к изменчивости, которая выводится посредством перестраивания исторических данных. Существует вероятность того, что чистое естественное воздействие (т. е. солнечное плюс вулканическое) носило негативный характер за последние два десятилетия и, возможно, даже за последние четыре десятилетия. Статистические оценки подтверждают, что моделированная естественная изменчивость как с учетом внутренних, так и естественных воздействий, вряд ли объясняет то потепление, которое произошло во второй половине XX века (см. рисунок TP-15). В то же время существует доказательство поддающегося обнаружению влияния вулканической деятельности на климат, а также доказательство, которое показывает на поддающееся обнаружению влияние солнечной энергии, особенно в первой половине XX века. Даже если эти модели недооценивают величину реагирования на солнечное или вулканическое воздействие, характер пространственных и временных моделей не позволяет объяснить наблюдаемые изменения температуры в течение XX века лишь посредством только этих воздействий.

E.5 Чувствительность к оценкам проявлений изменения климата

Имеется широкий спектр доказательств качественных соответствий между наблюдаемыми изменениями климата и модельными реакциями на антропогенное воздействие. Модели и данные наблюдений показывают: повышение глобальной температуры, усиление контраста температуры суша-океан, сокращение протяженности морского льда, отступание ледников и усиление осадков в высоких широтах северного полушария. Некоторые качественные несоответствия сохраняются, включая тот факт, что модели предсказывают более быстрые темпы потепления в средней и верхней тропосфере по сравнению с теми, которые наблюдаются в ходе регистрации тропосферной температуры при помощи либо спутников, либо радиозондов.

Все виды моделирования с парниковыми газами и сульфатными аэрозолями, которые применялись в ходе исследований по выявлению изменений, показали, что для объяснения тенденций в поверхностном и тропосферном слоях в течение как минимум последних 30 лет требуется наличие существенного компонента в виде деятельности антропогенного происхождения. Со времени ВДО имеется большее количество имитаций с увеличением концентраций парниковых газов и определенное представление аэрозольных воздействий. Несколько исследований включали подробные представления парниковых газов (в отличие от эквивалентного увеличения концентраций CO_2). Некоторые из них включали также: изменения тропосферного озона, интерактивный цикл серы, режим явного радиационного воздействия на рассеивание сульфатных аэрозолей и более совершенную оценку изменений стратосферного озона. В целом в то время как обнаружение климатического реагирования на эти иные антропогенные факторы часто носит перспективный характер, обнаружение

влияния парниковых газов на изменения приземной температуры за последние 50 лет носит четкий характер. В некоторых случаях осуществлялся прогон ансамблей и моделей, с тем чтобы уменьшить погрешности в оценках временного реагирования. В некоторых исследованиях была проведена оценка сезонного колебания данной реакции. Наличие неопределенностей в оцениваемых проявлениях изменения климата затруднили объяснение наблюдаемого изменения климата одной конкретной комбинацией антропогенных и естественных воздействий, однако все исследования показали, что требуется наличие существенного антропогенного вклада для того, чтобы объяснить поверхностные тропосферные тенденции как минимум за последние 30 лет.

E.6 Более широкий диапазон методов обнаружения

Температура

Благодаря использованию значительно более широкого диапазона методов обнаружения получено доказательство антропогенного влияния на климат. Одним из крупных

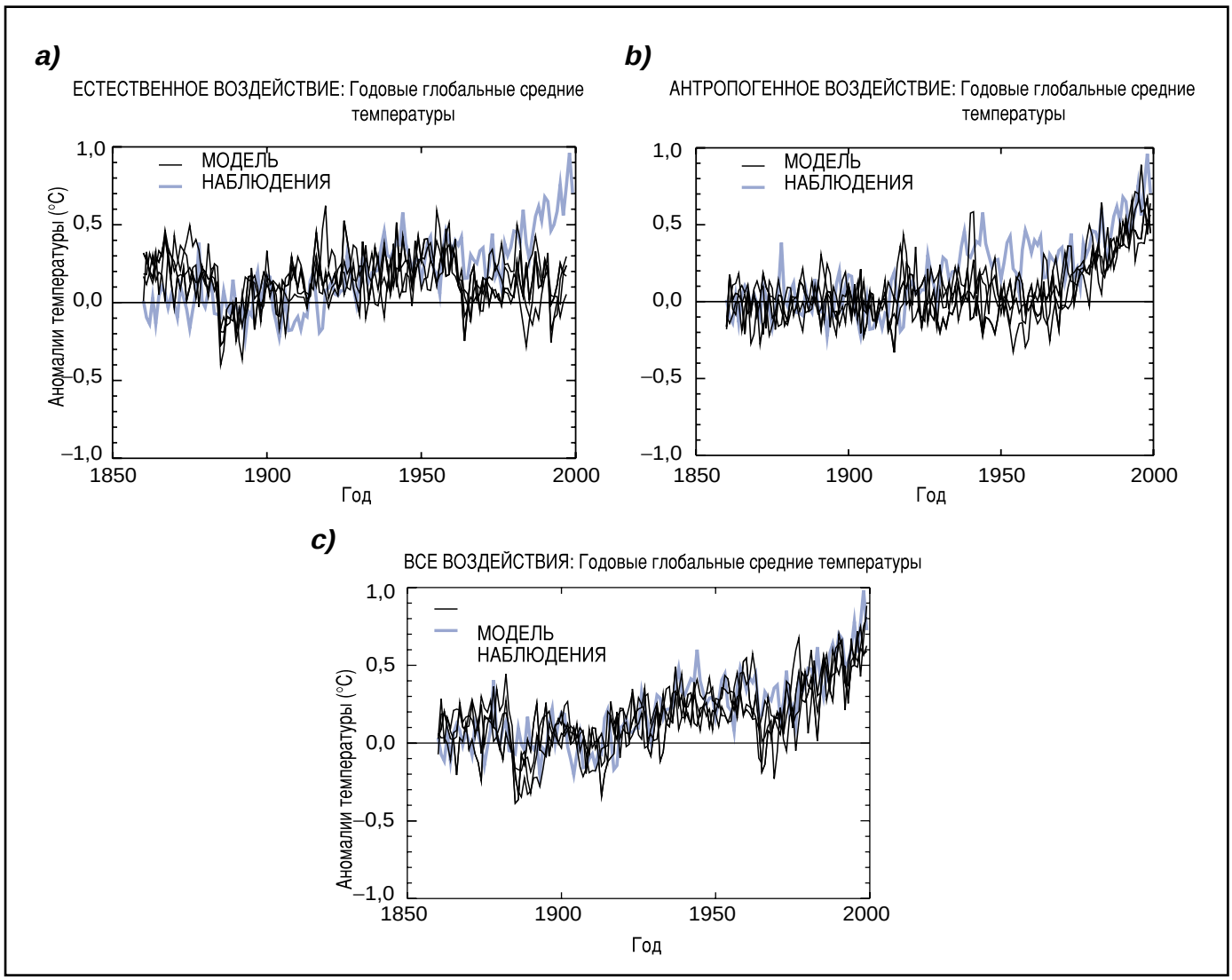


Рисунок TP-15. Аномалии средней глобальной приземной температуры относительно среднего значения периода 1880—1920 гг., взятые из приборной регистрации, в сравнении с ансамблями четырех имитаций при помощи совмещенной модели климата системы океан-атмосфера в случае: a) только солнечного и вулканического воздействия; b) антропогенного воздействия, включая: хорошо перемешанные парниковые газы, изменения стратосферного и тропосферного озона и прямые и косвенные воздействия сульфатных аэрозолей; и (c) всех видов воздействия как естественных, так и антропогенных. Толстой линией показаны приборные данные, а тонкие линии показывают имитации отдельной модели для ансамбля из четырех элементов. Отметим, что эти данные представляют собой среднегодовые величины. Выборка модельных данных сделана только в тех местах, где проводятся наблюдения. Изменения сульфатных аэрозолей рассчитаны интерактивно, а изменения тропосферного озона рассчитаны нелинейно с использованием моделей переноса химических веществ. Изменения в яркости облаков (первое косвенное последствие сульфатных аэрозолей) были рассчитаны при помощи нелинейной имитации и включены в данную модель. Изменения стратосферного озона основаны на данных наблюдений. Вулканическое и солнечное воздействия основаны на опубликованных комбинациях измеренных и косвенных данных. Чисто антропогенное воздействие в 1990 г. составляло 1,0 Вт·м$^{-2}$, включая чистое охлаждение 1,0 Вт·м$^{-2}$, вызванное сульфатными аэрозолями. Чистое естественное воздействие в 1990 г. по сравнению с 1860 г. составляло 0,5 Вт·м$^{-2}$, а чистое охлаждение в 1992 г. — 2,0 Вт·м$^{-2}$, что было вызвано воздействием горы Пинатубо. Другие модели антропогенного воздействия дают результаты, аналогичные результатам, показанным в b). [На основе рисунка 12.7]

достижений после ВДО является расширение диапазона применяемых методов и оценка того, в какой степени результаты являются независимыми от предположений, которые делались в ходе применения указанных методов. Проводились исследования с использованием модельных корреляций, исследования оптимального обнаружения с использованием одной или более фиксированных моделей и моделей переменных временных величин, а также целого ряда других методов. Благодаря увеличению количества исследований, широте применяемых методов, большей точности в оценке роли антропогенного воздействия на климат, а также четкости результатов в отношении предположений, сделанных на основе использования этих методов, повысилась достоверность этих аспектов обнаружения и объяснения.

Результаты характеризуются чувствительностью к диапазону рассматриваемых временных и пространственных масштабов. Для того чтобы отделить вынужденные проявления от внутренней изменчивости, необходимы данные за несколько десятилетий. Идеализированные исследования показали, что изменения приземной температуры поддаются обнаружению только в масштабах порядка 5 000 км. Подобные исследования свидетельствуют о том, что уровень выявленной согласованности между данными имитации и наблюдений в исследованиях модельной корреляции близок к тому, который будет ожидаться в теории.

Большинство исследований с целью объяснения явлений показывают, что за последние 50 лет оценочные темпы и величина глобального потепления вследствие только повышения концентрации парниковых газов сопоставимы или превышают наблюдаемое потепление. В ходе исследований с целью определения явлений рассматривается вопрос о том, «совпадает ли с данными наблюдений величина моделированного реагирования на конкретный агент воздействия». Использование методов, учитывающих многосторонние проявления, позволило проводить исследования, в которых проводится разграничение между воздействиями на климат различных факторов. Включение временной зависимости проявлений дало возможность провести различия между естественными и антропогенными воздействиями. По мере введения большего количества моделей реагирования неизбежно возникает проблема вырождения (различные комбинации моделей, дающие почти идентичные соответствия данным наблюдений). Тем не менее даже при включении в анализ всех основных реакций явно определимым остается проявление воздействия парникового газа. Кроме того, большинство модельных оценок, учитывающих как парниковые газы, так и сульфатные аэрозоли, совпадает с данными наблюдений за этот период. Наибольшая согласованность между модельными имитациями и наблюдениями за последние 140 лет имеет место в тех случаях, когда учитываются как антропогенные, так и естественные факторы (см. рисунок TP-15). Эти результаты показывают, что включенных воздействий достаточно для того, чтобы объяснить наблюдаемые изменения, однако это не исключает возможности того, что другие воздействия также внесли свой вклад. В целом выясняется, что величина реагирования температуры на повышение концентраций парниковых газов соответствует наблюдениям в пределах рассмотренных масштабов (см. рисунок TP-16), однако сохраняются несоответствия между моделированной и наблюдаемой реакцией на другие естественные и антропогенные факторы.

Неопределенности в других воздействиях, которые были включены, не мешают идентификации последствий антропогенных парниковых газов в течение последних 50 лет. Сульфатное воздействие, хотя и остается неопределенным, является негативным в течение данного периода. Изменения естественного воздействия в течение большей части этого периода также оцениваются в качестве негативных. В этой связи обнаружение влияния антропогенных парниковых газов не может быть исключено либо вследствие неопределенности воздействия сульфатных аэрозолей или из-за того, что естественное воздействие не было включено во все модели имитаций. Те исследования, в которых выделяются отдельные реакции на парниковый газ, сульфатный аэрозоль и естественное воздействие, дают неопределенные оценки амплитуды проявлений сульфатных аэрозолей и естественных проявлений, однако тем не менее почти все исследования способны выявить присутствие проявления антропогенного парникового газа в последней регистрации данных о состоянии климата.

Используемые методы обнаружения и объяснения не должны характеризоваться чувствительностью к ошибкам в амплитуде среднего глобального реагирования на индивидуальные воздействия. В методах оценки проявления, использованных в этом докладе, амплитуда проявления оценивается на основе наблюдений, а не на амплитуде моделированного реагирования. Таким образом, эти оценки не зависят от факторов, определяющих моделированную амплитуду реагирования, таких, как климатическая чувствительность использованной модели. Кроме того, если проявление, вызванное данным воздействием, оценивается в индивидуальном порядке, амплитуда в значительной степени является независимой от величины воздействия, использованного для того чтобы вызвать реакцию. Неопределенность амплитуды солнечного воздействия и косвенного воздействия сульфатных аэрозолей не должна влиять на величину оценочного проявления.

Уровень моря

Вполне вероятно, что потепление в XX веке в значительной мере способствовало наблюдаемому подъему уровня моря в результате теплового расширения морской воды и крупномасштабной потери материкового льда. В рамках существующих неопределенностей как данные наблюдений, так и модели, соответствуют тому, что в течение XX века не происходило существенного ускорения подъема уровня моря.

E.7 Остающиеся неопределенности в обнаружении и объяснении

Определенный прогресс достигнут в уменьшении неопределенности, хотя до сих пор существуют многие из источников неопределенности, идентифицированные в ВДО. К их числу относятся:

- *Расхождения между изменением вертикального профиля температуры в тропосфере, отмечаемые в ходе наблюдений и при прогоне моделей.* Эти расхождения были уменьшены благодаря использованию в моделях более реалистичных изменений воздействий по времени, хотя они полностью не разрешены. Кроме того, в модельных имитациях невозможно полностью воспроизвести различия между наблюдаемыми за последние два десятилетия тенденциями, касающимися приземного и нижнего тропосферного слоев.

- *Значительные неопределенности в оценках внутренней изменчивости климата на основе моделей и наблюдений.* Хотя, как отмечалось выше, маловероятно, что эти неопределенности (весьма маловероятно, что пограничные совпадения этих неопределенностей) будут достаточно большими для того, чтобы сделать недействительным заявление о том, что имело место поддающееся обнаружению изменение климата.

- *Значительная неопределенность в восстановлении солнечного и вулканического воздействия, основанного на косвенных или ограниченных данных наблюдений за все десятилетия, за исключением двух последних.* Обнаружение влияния парниковых газов на климат представляется достаточно очевидным для возможного усиления солнечного воздействия в результате взаимодействий между факторами озона-солнечного излучения или солнечного излучения-облаков, при условии, что эти факторы не меняют модели или временной зависимости реагирования на солнечное воздействие. По-прежнему предположительным остается то, в какой мере проявление солнечного фактора усиливается в результате этих процессов, которые до сих пор не включаются в модели.

- *Значительные неопределенности антропогенного воздействия, связанные с последствиями аэрозолей.* Эти последствия некоторых антропогенных факторов, включая образование органического углерода, углерода в чистом виде, аэрозолей биомассы и изменения в землепользовании, еще не включены в исследования по обнаружению и объяснению. Оценки размера и географической структуры последствий этих воздействий колеблются в значительных пределах, хотя в индивидуальном плане их глобальные последствия оцениваются как относительно небольшие.

- *Значительные различия в реагировании различных моделей на одно и то же воздействие.* Эти различия, которые нередко превышают различия в реагировании в рамках одной и той же модели с аэрозольными последствиями или без них, отражают значительные неопределенности в предсказании изменения климата и необходимость количественного определения неопределенности и ее снижения посредством повышения точности наборов данных наблюдений и совершенствования моделей.

E.8 Резюме

В свете новых доказательств и с учетом оставшихся неопределенностей большая часть наблюдаемого за последние 50 лет потепления объясняется, вероятно, повышением концентраций парниковых газов.

F. Проекции будущего климата Земли

Климатические модели используются вместе с будущими сценариями агентов воздействия (например парниковые газы и аэрозоли) в качестве исходных элементов для создания набора прогнозируемых изменений будущего климата, который иллюстрирует те возможности, которые могут быть предоставлены в будущем. В разделе F.1 дается описание будущих сценариев агентов воздействия, описанных в Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ), на которых по мере возможности основаны представленные будущие изменения. В разделах F.2—F.9 представлены итоговые перспективные оценки изменений будущего климата. И наконец, в разделе F.10 представлены результаты будущих перспективных оценок, основанных на сценариях будущего, когда будут стабилизированы концентрации парниковых газов.

F.1 Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ)

В 1996 г. МГЭИК начала разработку нового набора сценариев выбросов, с тем чтобы должным образом обновить и заменить хорошо известные сценарии IS92. Одобренный новый набор сценариев описан в Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ). Были разработаны четыре различные тематические сюжетные линии для последовательного описания взаимосвязей между факторами, вызывающими выбросы, и их эволюции, а также добавления контекста для сценарных количественных определений. Итоговый набор из 40 сценариев (35 из которых содержат данные о полном диапазоне газов, необходимых для воздействия на климатические модели) охватывает широкий спектр основных демографических, экономических и технологических определяющих факторов будущих выбросов парниковых газов и серы. Каждый сценарий представляет конкретное количественное определение одной из четырех сюжетных линий. Все сценарии, основанные на одной и той же сюжетной линии, образуют сценарную «семью» (см. текстовой блок TP-5, в котором дается

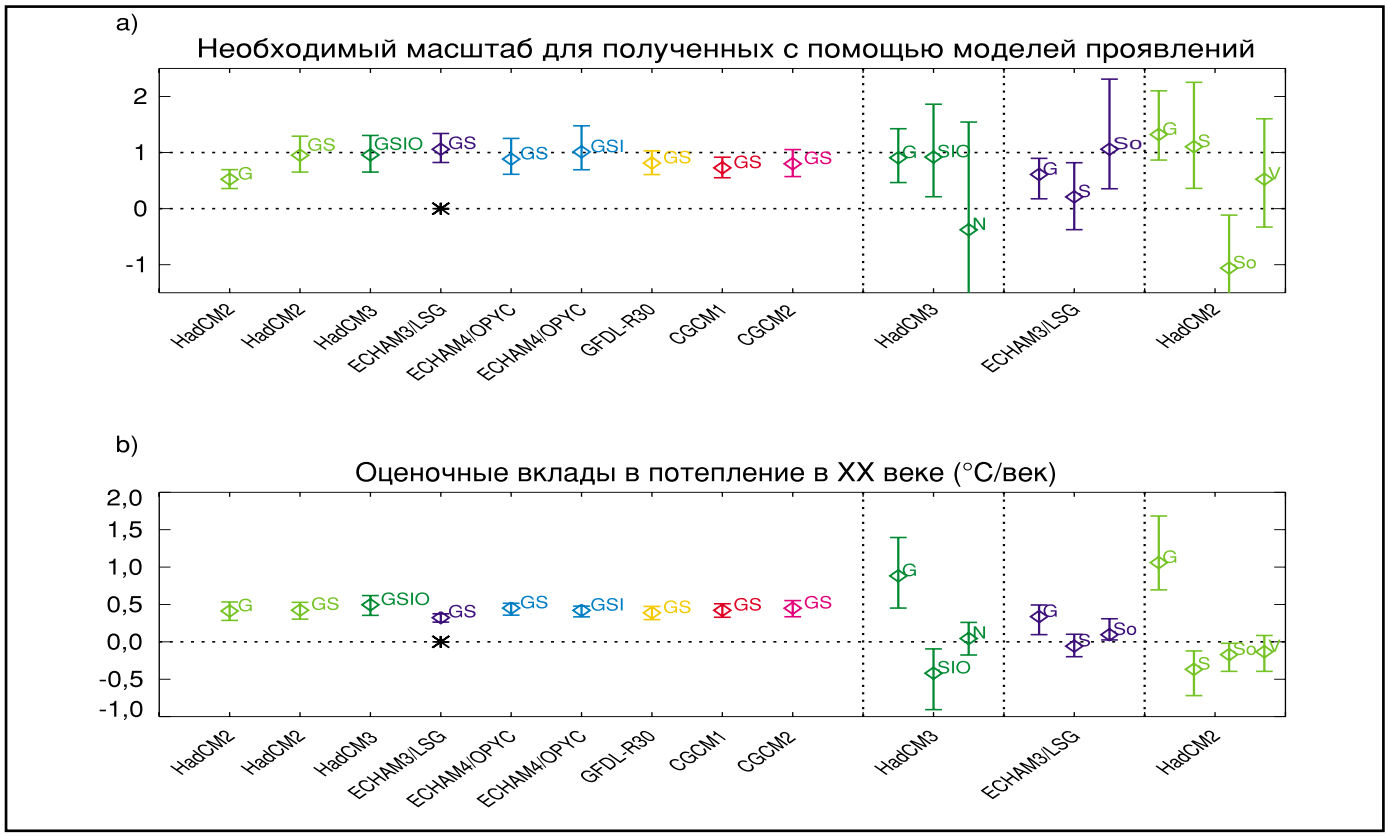


Рисунок TP-16. a) Оценки «коэффициентов масштаба», на которые необходимо умножить амплитуду нескольких полученных с помощью модели проявлений, с тем чтобы получить соответствующие изменения в наблюдаемой регистрации данных. Вертикальные линии обозначают диапазон неопределенности 5—95 % вследствие внутренней изменчивости. Предел, выходящий за рамки единицы измерения, означает, что данная комбинация амплитуды воздействия и реагирования, определенного посредством моделирования, совпадает с соответствующим наблюдаемым изменением, в то время как превышение нулевого показателя означает, что это проявление, полученное посредством моделирования, не поддается обнаружению. Проявления определяются в качестве ансамбля усредненного реагирования на внешние воздействия, выраженного в широком масштабе (>5 000 км) приземных температур в период 1946—1996 гг. по отношению к среднему показателю периода 1896—1996 гг. Первый табличный компонент (G) показывает коэффициент масштаба и интервал достоверности 5—95 %, полученный исходя из предположения о том, что данные наблюдений включают только реагирование на парниковые газы плюс внутреннюю изменчивость. Данный предел значительно меньше единицы (совпадает с результатами других моделей), что означает, что модели, учитывающие только воздействие парниковых газов, характеризуются существенным чрезмерным предсказанием наблюдаемого проявления потепления. Последующие восемь исходных элементов показывают коэффициенты масштаба для полученной при помощи моделей реакции на воздействие парникового газа и серы (GS), при этом в двух случаях включено косвенное воздействие серы и тропосферного озона, а в одном из них учитывается также истощение стратосферного озона (GSI и GSIO соответственно). Лишь один из этих пределов (CGCM1) соответствует единице измерения. Таким образом, имеется мало доказательств того, что модельные предсказания систематически переоценивают или недооценивают амплитуду наблюдаемого реагирования на основе предположения о том, что моделированные проявления GS и внутренняя изменчивость являются адекватным представлением (т. е. что естественное воздействие оказывает малое чистое влияние на эту диагностику). Наблюдаемая остаточная изменчивость совпадает с этим предположением во всех случаях, кроме одного (ECHAM3, показано звездочкой). Подобное предположение необходимо делать для включения моделей, для которых имеется лишь имитация антропогенного реагирования, однако оценки неопределенности в этих случаях единого проявления являются неполными, поскольку они не учитывают неопределенности в естественно вызванной реакции. Эти пределы показывают, однако, высокий уровень достоверности, с которой внутренняя изменчивость, которая имитируется при помощи этих различных моделей, может быть исключена как объяснение недавнего изменения приземной температуры. Более полный анализ неопределенности дается при помощи следующих трех элементов, которые показывают соответствующие коэффициенты масштаба для отдельных проявлений парниковых газов (G), серы (S), солнечного плюс вулканического воздействия (N), только солнечного (So) и только вулканического (V) для тех случаев, когда проводилось соответствующее моделирование. В этих случаях, согласно оценкам, многосторонние факторы одновременно объясняют неопределенность в амплитуде естественно вызванной реакции. Неопределенности увеличиваются, однако проявление парникового газа остается последовательно поддающимся обнаружению. В одном случае (ECHAM3) модель по-видимому переоценивает реагирование на парниковый газ (предел масштаба при проявлении G не совпадает с единицей измерения), однако этот результат зависит от того, какой компонент контроля применяется для определения пространства обнаружения. Неизвестно также, каким образом этот результат будет реагировать на включение проявления вулканического воздействия. В тех случаях, когда учитываются как солнечное, так и вулканическое воздействие (HadCM2 и HadCM3), проявления G и S по-прежнему поддаются обнаружению и соответствуют единице измерения независимо от того, оценивались ли естественные проявления совместно или отдельно друг от друга (допуская различные ошибки в реакциях S и V).

(b) Оценочные вклады в среднее глобальное потепление в течение XX века основано на результатах, показанных в разделе (a), с интервалами достоверности 5—95 %. Хотя эти оценки колеблятся в зависимости от того, какое проявление или воздействие предполагаются в модели и являются менее определенными, если осуществляется оценка более одного проявления, все оценки показывают существенный вклад антропогенного изменения климата в потепление в XX веке. [На основе рисунка 12.12]

Текстовой блок ТР-5. Сценарии выбросов Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ)

A1. Сюжетная линия и сценарная семья A1 содержат описание будущего мира, характеризуемого очень быстрым экономическим ростом, глобальным населением, показатели которого достигают пиковых значений в середине века с последующим уменьшением, а также быстрым внедрением новых и более эффективных технологий. Основополагающими темами являются: постепенное сближение разных регионов, укрепление потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей при значительном уменьшении региональных различий в доходе на душу населения. Сценарная семья A1 разделяется на три группы, дающие описание альтернативных вариантов технологического изменения в энергетической системе. Три группы A1 отличаются своим центральным технологическим элементом. Значительная доля ископаемых видов топлива (A1F1), неископаемые источники энергии (A1T) или равновесие между всеми источниками (A1B) (где равновесие определяется в качестве не слишком большой зависимости от одного конкретного источника энергии, исходя из того, что аналогичные темпы повышения эффективности применяются в отношении всех технологий энергоснабжения и конечного использования).

A2. В сюжетной линии и сценарной семье A2 дается описание очень неоднородного мира. Основополагающей темой является самообеспечение и сохранение местной самобытности. Показатели рождаемости в разных регионах очень медленно сближаются, результатом чего является постоянный рост общей численности населения. Экономическое развитие имеет главным образом региональную направленность, а экономический рост в расчете на душу населения и технологические изменения являются более фрагментарными и медленными по сравнению с другими сюжетными линиями.

B1. Сюжетная линия и сценарная семья B1 содержат описание движущегося в одном направлении мира с тем же самым глобальным населением, которое достигает максимальной численности в середине века, а затем уменьшается, как и в сюжетной линии A1, однако при быстрых изменениях в экономических структурах в направлении сервисной и информационной экономики с уменьшением материальной интенсивности и внедрением чистых и ресурсосберегающих технологий. Главное внимание уделяется глобальным решениям экономической, социальной и экологической устойчивости, включая большую справедливость, но без дополнительных инициатив, связанных с климатом.

B2. Сюжетная линия и сценарная семья B2 содержат описание мира, в котором главное внимание уделяется локальным решениям проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно увеличивающимся глобальным населением при темпах ниже, чем A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрыми и более разнообразными технологическими изменениями по сравнению с сюжетными линиями A1 и B1. Хотя данный сценарий также ориентирован на охрану окружающей среды и социальную справедливость, главное внимание в нем уделяется местным и региональным уровням.

краткое описание основных характеристик четырех сюжетных линий и сценарных семей СДСВ). Сценарии СДСВ не включают дополнительные, связанные с климатом инициативы, что означает, что не включен ни один сценарий, который четким образом предполагает осуществление Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата или задач по выбросам Киотского протокола. В то же время, на выбросы парниковых газов непосредственно влияет политика неклиматических изменений, разработанная для широкого спектра других задач (например качество воздуха). Кроме того, правительственная политика может в различной степени влиять на факторы выброса парниковых газов, как-то: демографические изменения, социально-экономические события, технологические изменения, использование ресурсов и управление загрязнением. Это влияние нашло широкое отражение в сюжетных линиях и итоговых сценариях.

Поскольку СДСВ был утвержден только 15 марта 2000 г., было слишком поздно для специалистов в области моделирования включать окончательные утвержденные сценарии в свои модели и получить результаты ко времени подготовки этого Третьего доклада об оценках. В то же время, проекты сценариев были выпущены для специалистов по моделированию климата заранее, с тем чтобы способствовать внесению ими вклада в Третий доклад об оценках в соответствии с решением, принятым бюро МГЭИК в 1998 г. В то время был выбран один сигнальный сценарий из каждой из четырех сценарных групп, основанных непосредственно на сюжетных линиях (A1B, A2, B1 и B2). Выбор сигнальных сценариев был основан на критерии того, какая из первоначальных количественных оценок наилучшим образом отражала сюжетную линию и характеристики конкретных моделей. Сигнальные сценарии ничем не отличаются от любых других сценариев, однако они рассматриваются в качестве иллюстрации конкретной сюжетной линии. Сценарии отбирались также с целью демонстрации двух других сценарных групп (A1FI и A1T) в рамках семьи A1, которые конкретно рассматривали альтернативные события в области технологии, поддерживая постоянный характер других определяющих факторов. Таким образом, имеются иллюстративные сценарии для каждой из шести сценарных

групп, и все они в равной степени достоверны. Поскольку последние два показательных сценария были отобраны на позднем этапе процесса, для получения результатов моделирования МОЦАО, представленных в этом докладе, используются лишь два из четырех проектов сигнальных сценариев. В настоящее время только сценарии A2 и B2 были интегрированы более чем одной МОЦАО. Результаты МОЦАО были дополнены результатами из простых моделей климата, которые охватывают все шесть показательных сценариев. Сценарий IS92a также представлен в ряде случаев для обеспечения прямого сравнения с результатами, представленными в ВДО.

Окончательные четыре сигнальных сценария, содержащиеся в СДСВ, несколько отличаются от проектов сценариев, использованных для экспериментов МОЦАО, описанных в настоящем докладе. Для выяснения вероятного последствия различий в проектах и окончательных сценариях СДСВ каждый из четырех проектов и окончательных сигнальных сценариев были изучены с использованием простой климатической модели. Для трех из четырех сигнальных сценариев (A1B, A2 и B2) изменения температуры в проектах и сигнальных сценариях были весьма аналогичными. Изначальное различие заключается в изменении стандартизованных величин для периода 1990—2000 гг., что является обычным для всех этих сценариев. Результатом этого является более значительное воздействие в начале данного периода.

Имеются дальнейшие незначительные различия в чистом воздействии, однако они уменьшаются до тех пор, пока к 2100 г. различия в изменении температуры в двух вариантах этих сценариев находятся в пределе 1—2 %. Для сценария B1, однако, изменение температуры гораздо меньше в окончательном варианте, что приводит к различию в изменении температуры в 2100 г. почти на 20 % в результате, как правило, более низкого уровня выбросов в рамках полного диапазона парниковых газов.

Антропогенные выбросы трех основных парниковых газов — CO_2, CH_4 и N_2O, а также антропогенные выбросы двуокиси серы, показаны для шести иллюстративных сценариев СДСВ на рисунке TP-17. Очевидно, что эти сценарии охватывают широкий диапазон выбросов. Для сравнения выбросы показаны также для IS92a. Особенно примечательным являются гораздо более низкие будущие выбросы двуокиси серы для шести сценариев СДСВ по сравнению со сценариями IS92 вследствие структурных изменений в энергетической системе, а также озабоченности в отношении загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях.

F.2 Проекции будущих изменений концентрации парниковых газов и аэрозолей

Модели показывают, что иллюстративные сценарии СДСВ ведут к весьма отличным траекториям концентрации CO_2 (см. рисунок TP-18). К 2100 г. модели цикла углерода прогнозируют атмосферные концентрации CO_2 в размере 540—970 млн$^{-1}$ для показательных сценариев СДСВ (на 90—250 % выше концентрации в 280 млн$^{-1}$ в 1750 г.). Чистый эффект климатических обратных связей суши и океана, как показано моделями, заключается в дальнейшем увеличении прогнозируемых атмосферных концентраций CO_2 в результате уменьшения поглощения CO_2 как океаном, так и сушей. Эти оценки включают климатические обратные связи суши и океана. Неопределенности, особенно в отношении величины климатической обратной связи со стороны земной биосферы, являются причиной вариации от приблизительно –10 до +30 % в каждом сценарии. Общий диапазон составляет 490—1260 млн$^{-1}$ (на 75—350 % выше концентрации 1750 г.).

Меры, направленные на повышение запаса углерода в наземных экосистемах, могут повлиять на атмосферную концентрацию CO_2, однако верхний предел для уменьшения концентрации CO_2 за счет подобных мер составляет 40—70 млн$^{-1}$. Если можно было бы сохранить в земной биосфере в течение века (например посредством лесовозобновления) весь углерод, выброшенный в результате исторических изменений в землепользовании, концентрация CO_2 снизилась бы на 40—70 млн$^{-1}$. Таким образом, практически определенным является то, что выбросы CO_2, связанные с ископаемым топливом, сохранят доминирующий контроль над тенденциями в атмосферной концентрации CO_2 в течение этого столетия.

Модельные расчеты избытков в первую очередь парниковых газов, отличных от CO_2, к 2100 г. различаются существенным образом в шести показательных сценариях СДСВ. В целом A1B, A1T и B1 содержат самые маленькие увеличения, а A1F1 и A2 — самые большие. Изменения CH_4 с 1998 г. по 2100 г. находятся в пределах от -190 до +1970 млрд$^{-1}$ (от -11 до +112 %), а увеличение N_2O — от +38 до +144 млрд$^{-1}$ (от +12 до +46 %) (см. рисунки TP-17b и c). Прогнозируется увеличение ПФУ CF_4 до 200—400 трлн$^{-1}$, а SF_6 — до 35-65 трлн$^{-1}$.

Для шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ прогнозируемые выбросы косвенных парниковых газов (NO_x, CO, VOC) наряду с изменениями в CH_4 изменят, согласно оценкам, средний глобальный избыток тропосферного радикала гидроксила (OH) на -20 – +6 % в течение следующего столетия. Вследствие важного значения OH для химии тропосферы сопоставимые изменения, но с противоположным знаком, наблюдаются в течение срока жизни в атмосфере парниковых газов CH_4 и ГФУ. Это последствие в значительной мере зависит от величины выбросов NO_x и CO и баланса между ними. Изменения тропосферного O_3 рассчитаны в период между 2000 г. и 2100 г. в пределах от -12 до +62 %. Наибольшее увеличение предсказывается в течение XXI века для сценариев A1FI и A2, и оно будет почти в два раза больше, чем то, которое наблюдалось в период с доиндустриальной эры. Эти

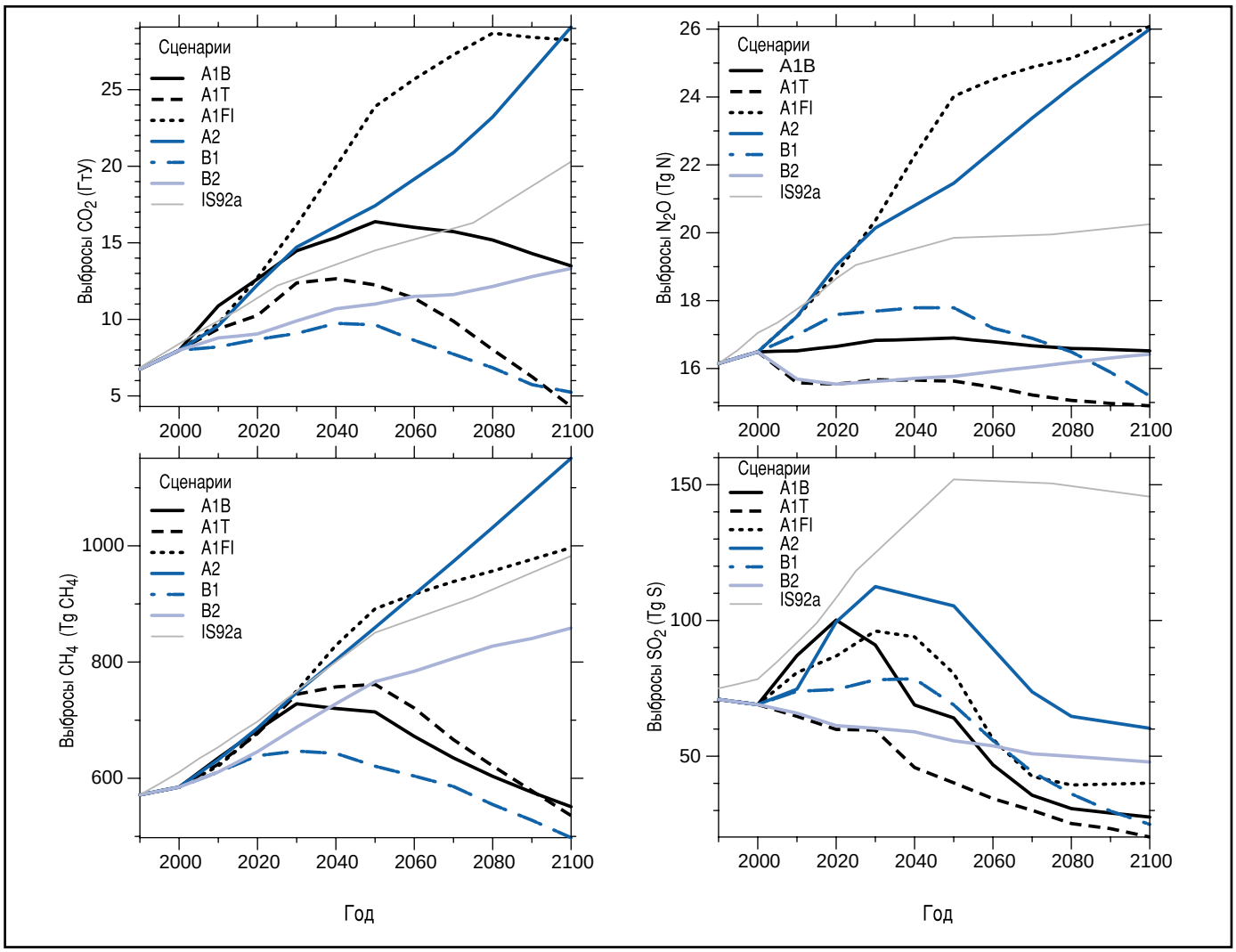


Рисунок TP-17. Антропогенные выбросы CO_2, CH_4, N_2O и двуокиси серы для шести показательных сценариев СДСВ — A1B, A2, B1 и B2, A1FI и A1T. Для сравнения показан также сценарий IS92a. [На основе Специального доклада МГЭИК о сценариях выбросов.]

увеличения O_2 объясняются одновременными и значительными увеличениями выбросов антропогенных NO_x и CH_4.

Значительный рост выбросов парниковых газов и других загрязнителей, прогнозируемый в некоторых из шести показательных сценариев СДСВ на XXI век, приведет к деградации глобальной окружающей среды в результате воздействий, выходящих за пределы изменения климата. Изменения, прогнозируемые в сценариях A2 и A1FI СДСВ, приведут к деградации качества воздуха над большей частью планеты в результате повышения фоновых уровней тропосферного O_3. В северных умеренных широтах в летний период среднезональное увеличение O_3 рядом с поверхностью составляет порядка 30 млрд$^{-1}$ или более, повышая фоновые уровни до почти 80 млрд$^{-1}$, угрожая достичь существующих норм качества воздуха над большей частью крупных городов и даже сельских районов, а также снижая продуктивность сельскохозяйственных и лесных культур. Эта проблема выходит за пределы континентальных границ и совмещает выбросы NO_x в масштабе полушария.

За исключением серы и углерода в чистом виде, модели показывают приблизительную линейную зависимость избытка аэрозолей от выбросов. Процессы, которые определяют показатель удаления для углерода в чистом виде, существенно различаются между моделями, что ведет к значительной неопределенности в будущих оценках чистого углерода. Выбросы естественных аэрозолей, таких, как морская соль, пыль и газовых предшественников аэрозолей, таких, как терпен, двуокись серы (SO_2), а также окисление диметилсульфида, могут увеличиться в результате изменений климата и химии атмосферы.

Шесть показательных сценариев СДСВ охватывают почти весь диапазон воздействия, которое является результатом полного набора сценариев СДСВ. Общее оценочное антропогенное радиационное воздействие за исторический период с 1765 г. по 1990 г. с последующим воздействием, вытекающим из шести сценариев СДСВ, показаны на рисунке TP-19. Воздействие, вытекающее из ансамбля 35 сценариев СДСВ, показано на рисунке серым цветом, поскольку воздействия, вытекающие из

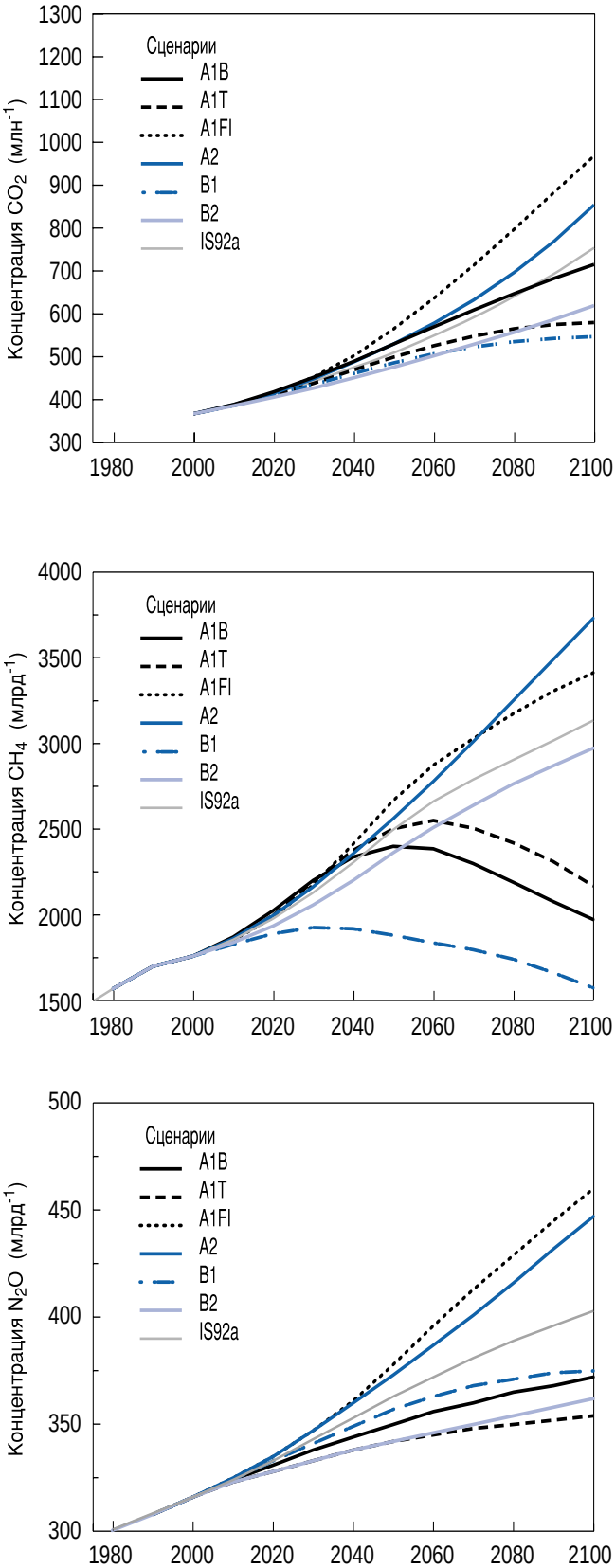


Рисунок ТР-18. Атмосферные концентрации CO_2, CH_4 и N_2O, вытекающие из шести сценариев СДСВ и сценария IS92a, рассчитанных при помощи существующей методологии.

[На основе рисунков 3.12 и 4.14]

отдельных сценариев, пересекаются с линией времени. Прямое воздействие в результате образующихся от сжигания биомассы аэрозолей приведено в соответствие с темпами обезлесивания. Сценарии СДСВ включают возможность либо увеличения или уменьшения антропогенных концентраций аэрозолей (например: сульфатных аэрозолей, аэрозолей биомассы, а также аэрозолей чистого и органического углерода) в зависимости от масштабов использования ископаемого топлива и политики, направленной на борьбу с загрязняющими выбросами. Сценарии СДСВ не включают оценки выбросов для несульфатных аэрозолей. В этом докладе рассмотрены два метода прогнозирования этих выбросов: первый модулирует выбросы ископаемого топлива и аэрозолей биомассы с CO, а второй — выбросы с SO_2 и обезлесивание. Лишь второй метод применялся для перспективных оценок климата. Для сравнения радиационное воздействие показано также для сценария IS92a. Очевидно, что диапазон для новых сценариев СДСВ сдвинулся в сторону повышения по сравнению со сценариями IS92. Это объясняется главным образом сокращением будущих выбросов SO_2 в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92, но также и несколько большими кумулятивными выбросами углерода, изложенными в некоторых сценариях СДСВ.

Почти во всех сценариях СДСВ радиационное воздействие, вызванное CO_2, CH_4, N_2O и тропосферным O_3, продолжает усиливаться, при этом часть общего радиационного воздействия объясняется концентрацией CO_2, которая, согласно прогнозам, увеличится от чуть меньше половины до почти трех четвертей общего объема. Радиационное воздействие, вызываемое истощающими O_3 газами, уменьшится в связи с введением контроля за выбросами, направленного на сдерживание истощения стратосферного озона. Прямое аэрозольное (взятые вместе компоненты серы и чистого и органического углерода) радиационное воздействие (оцениваемое относительно сегодняшнего дня 2000 г.) меняет свой знак для различных сценариев. Прогнозируются меньшие по своей величине по сравнению с CO_2 прямые плюс косвенные последствия аэрозолей. Отсутствуют какие-либо оценки пространственных аспектов будущих воздействий. Косвенные воздействия аэрозолей на облака включены в расчеты простых моделей климата и нелинейно модулированы к выбросам CO_2, исходя из сегодняшнего значения -0,8 Вт·м$^{-2}$, как и в ВДО.

F.3 Проекции будущих изменений температуры

Результаты МОЦАО

Чувствительность климата находится, вероятно, в пределах 1,5—4,5 °С. Эта оценка остается неизменной со времени Доклада МГЭИК об оценках 1990 г. и ВДО. Чувствительность климата представляет собой равновесную реакцию глобальной приземной температуры на удвоение эквивалента концентрации CO_2. Диапазон

оценок определяется на основе неопределенностей в климатических моделях и их внутренних обратных связях, особенно связях, касающихся облаков и сопровождающих их процессов. В этом докладе МГЭИК впервые использован такой критерий, как кратковременная реакция климата (КРК). КРК определяется как глобально усредненное изменение приземной температуры воздуха при удвоении концентрации CO_2 в ходе эксперимента по увеличению концентрации CO_2 на 1 % в год. Предполагается, что это повышение уровня CO_2 представляет радиационное воздействие всех парниковых газов. КРК сочетает элементы модельной чувствительности и факторов, влияющих на реагирование (например поглощение тепла океаном). Диапазон КРК для существующих МОЦАО составляет 1,1—3,1 °C.

Включение прямого воздействия сульфатных аэрозолей снижает показатель среднего глобального потепления, прогнозируемого в середине XXI века. Конфигурации реагирования приземной температуры для данной модели — с сульфатными аэрозолями и без них — в большей мере похожи между собой по сравнению с конфигурациями, получаемыми с двумя моделями с использованием того же воздействия.

Модели прогнозируют изменения в нескольких широкомасштабных климатических переменных. Поскольку радиационное воздействие климатической системы изменяется, земля нагревается быстрее и в большем масштабе по сравнению с океаном и наблюдается большее относительное потепление в высоких широтах. Модели прогнозируют меньшие увеличения приземной температуры воздуха в Северной Атлантике и приполярных южных океанских регионах по сравнению с глобальным средним показателем. Прогнозируется снижение диапазона суточных температур во многих районах, при этом низкие значения ночного времени будут увеличиваться в большей мере по сравнению с высокими значениями дневного времени. Ряд моделей показывает общее уменьшение дневной изменчивости приземной температуры воздуха в зимнее время и повышение дневной изменчивости в летний период в материковых районах северного полушария. По мере потепления климата прогнозируется сокращение протяженности снежного покрова и морского льда в северном полушарии. Многие из этих изменений совпадают с нынешними тенденциями наблюдений, как это отмечалось в разделе B.

Для количественного определения среднего климатического изменения и неопределенности, основанных на ряде модельных результатов, используются мультимодельные ансамбли имитаций МОЦАО для определенного ряда сценариев. Для конца XXI века (2071—2100 гг.) средние изменения средней глобальной приземной температуры воздуха по сравнению с периодом 1961—1990 гг. составляют 3 °C (в пределах 1,3—4,5 °C) для проекта сигнального сценария A2 и 2,2 °C (в пределах 0,9—3,4 °C) для проекта сигнального сценария B2. Сценарий B2 показывает меньшее потепление, которое соответствует его более низкому показателю увеличения концентрации CO_2.

При временных масштабах в несколько десятилетий текущий наблюдаемый показатель потепления может быть использован для ограничения прогнозируемого реагирования на сценарий данных выбросов, несмотря на неопределенность, связанную с чувствительностью климата. Анализ простых

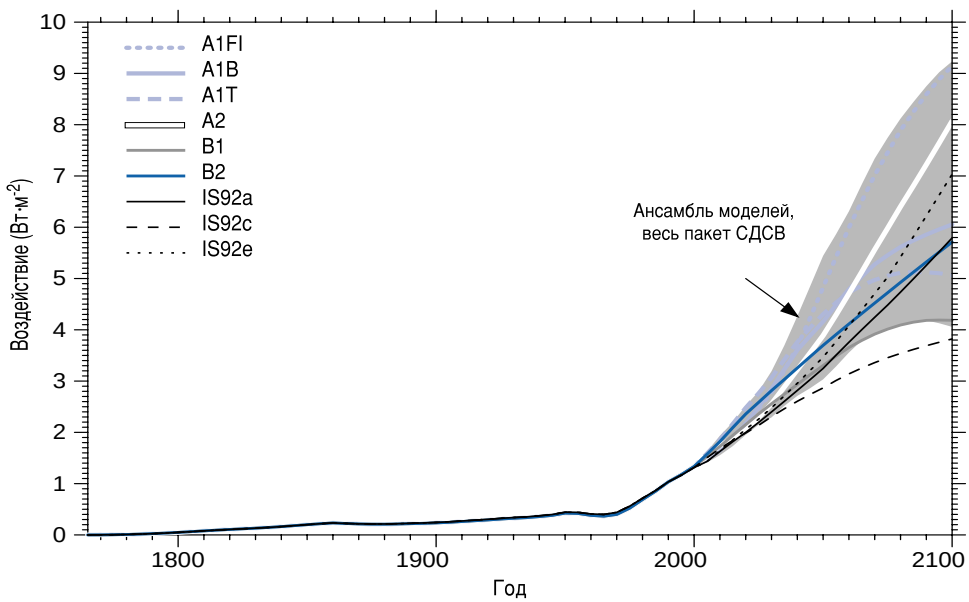


Рисунок TP-19. Результаты простой модели: историческая оценка антропогенного радиационного воздействия до 2000 г. с последующей оценкой радиационного воздействия для шести показательных сценариев СДСВ. Серым цветом показана огибающая линия воздействия, которая охватывает весь ансамбль 35 сценариев СДСВ. Метод расчета точно следует тому, объяснение которому содержится в главах. Величины основаны на радиационном воздействии, соответствующем двойному уровню CO_2, вытекающему из семи МОЦАО. Воздействие согласно сценариям IS92a, IS92c и IS92e также показано с использованием того же метода расчета. [На основе рисунка 9.13a]

моделей и взаимные сравнения реакций МОЦАО на идеализированные сценарии воздействия показывают, что в большинстве сценариев на ближайшие десятилетия существует вероятность возрастания ошибок в крупномасштабных оценках температуры пропорционально величине общего реагирования. Оценочный размер и неопределенность текущих наблюдаемых показателей потепления, объясняемого деятельностью человека, обеспечивает, таким образом, относительно независимую от модели оценку неопределенности во многодесятилетних перспективных оценках в рамках большинства сценариев. Для того чтобы соответствовать данным последних наблюдений антропогенное потепление, согласно сценарию IS92a, должно, вероятно, находиться в пределах 0,1—0,2 °C/десятилетие в течение последующих нескольких десятилетий. Это напоминает диапазон реагирования на этот сценарий, основанный на семи вариантах простой модели, использованной на рисунке TP-22.

Большая часть характеристик географического реагирования в сценарных экспериментах СДСВ совпадает в различных сценариях (см. рисунок TP-20) и схожа с характеристиками, полученными для идеализированных интеграций увеличения CO_2 на 1 %. Самое большое различие между экспериментами, основанными на однопроцентном увеличении CO_2, без какого-либо сульфатного аэрозоля, и экспериментами в рамках СДСВ, заключается в региональном смягчении потепления в промышленно-развитых районах (в экспериментах СДСВ), где негативное воздействие сульфатных аэрозолей проявляется наиболее ярко. Этот региональный эффект отмечался в ВДО лишь для двух моделей, однако в настоящее время он проявляется в рамках большего количества самых современных моделей.

Весьма вероятно, что потепление почти во всех материковых районах будет происходить более быстрыми темпами по сравнению с глобальным средним показателем, особенно в районах северных высоких широт в холодный сезон. Результаты (см. рисунок TP-21) последних имитаций при помощи МОЦАО, совмещенные со сценариями выбросов A2 и B2 СДСВ, показывают, что зимой потепление во всех северных регионах высоких частот превышает среднее глобальное потепление в каждой модели более чем на 40 % (1,3—6,3 °C для ряда рассмотренных моделей и сценариев). В летний период потепление на 40 % превышает среднее глобальное изменение в центральной и северной частях Азии. Лишь в южной части Азии и южной части Южной Америки в июне/июле/августе, а в Юго-Восточной Азии в течение обоих сезонов, модели все же последовательно показывают уровень потепления ниже глобального среднего.

Результаты простых климатических моделей

Ввиду стоимости расчетов, МОЦАО могут прогоняться лишь для ограниченного количества сценариев. Простая модель может быть калиброваа для представления глобально усредненных реакций МОЦАО и прогоняться для гораздо большего количества сценариев.

Прогнозируется увеличение глобально усредненной поверхностной температуры на 1,4—5,8 °C (рисунок TP-22(a)) в период 1990—2100 гг. Эти результаты относятся ко всему ансамблю 35 сценариев СДСВ и основаны на ряде климатических моделей[6,7]. Повышение температуры, согласно прогнозам, превзойдет данные ВДО, в котором это повышение составляло порядка 1,0—3,5 °C на основе шести сценариев IS92. Более высокие прогнозируемые температуры и более широкий диапазон объясняются главным образом более низкими прогнозируемыми выбросами SO_2 в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92. Прогнозируемый показатель потепления гораздо выше изменений, наблюдаемых в течение XX века, и останется, вероятно, судя по палеоклиматическим данным, беспрецедентным в течение как минимум 10 000 лет.

Классификация сценариев СДСВ по степени изменения средней глобальной температуры меняется во времени. В частности, для сценариев с более высоким объемом использования ископаемого топлива (и, следовательно, более высокими выбросами двуокиси углерода, например A2) выбросы SO_2 также выше. В ближайшей перспективе (приблизительно до 2050 г.) эффект охлаждения наиболее высоких выбросов двуокиси серы значительно снижает потепление, вызванное ростом выбросов парниковых газов таких сценариев, как A2. Обратный эффект наблюдается со сценариями B1 и B2, которые предусматривают более низкие выбросы ископаемого топлива, а также более низкие выбросы SO_2, что ведет к более явному потеплению в ближайшей перспективе. В долгосрочной перспективе, однако, уровень выбросов парниковых газов с большим периодом жизни таких, как CO_2 и N_2O, становится доминирующим определяющим фактором итоговых климатических изменений.

К 2100 г. различия в выбросах во всех сценариях СДСВ и различное реагирование климатических моделей внесут

6 Комплексные модели климата на физической основе являются основным средством прогнозирования изменения будущего климата. В целях изучения ансамбля сценариев они дополняются простыми моделями климата, откалиброванными для получения эквивалентной реакции в уровне температуры и моря, соответствующей комплексным моделям климата. Указанные перспективные оценки получают посредством использования простой модели климата, в которой чувствительность климата и поглощение тепла океанами калиброваны применительно к каждой из семи комплексных климатических моделей. Чувствительность климата, использованная в простых моделях, находится в пределах 1,7—4,2 °C, что сопоставимо с обычно применяемым диапазоном 1,5—4,5 °C.

7 Этот диапазон не включает неопределенности в моделировании радиационного воздействия, например неопределенности, связанные с аэрозольным воздействием. Учтена слабая климатическая обратная связь цикла углерода.

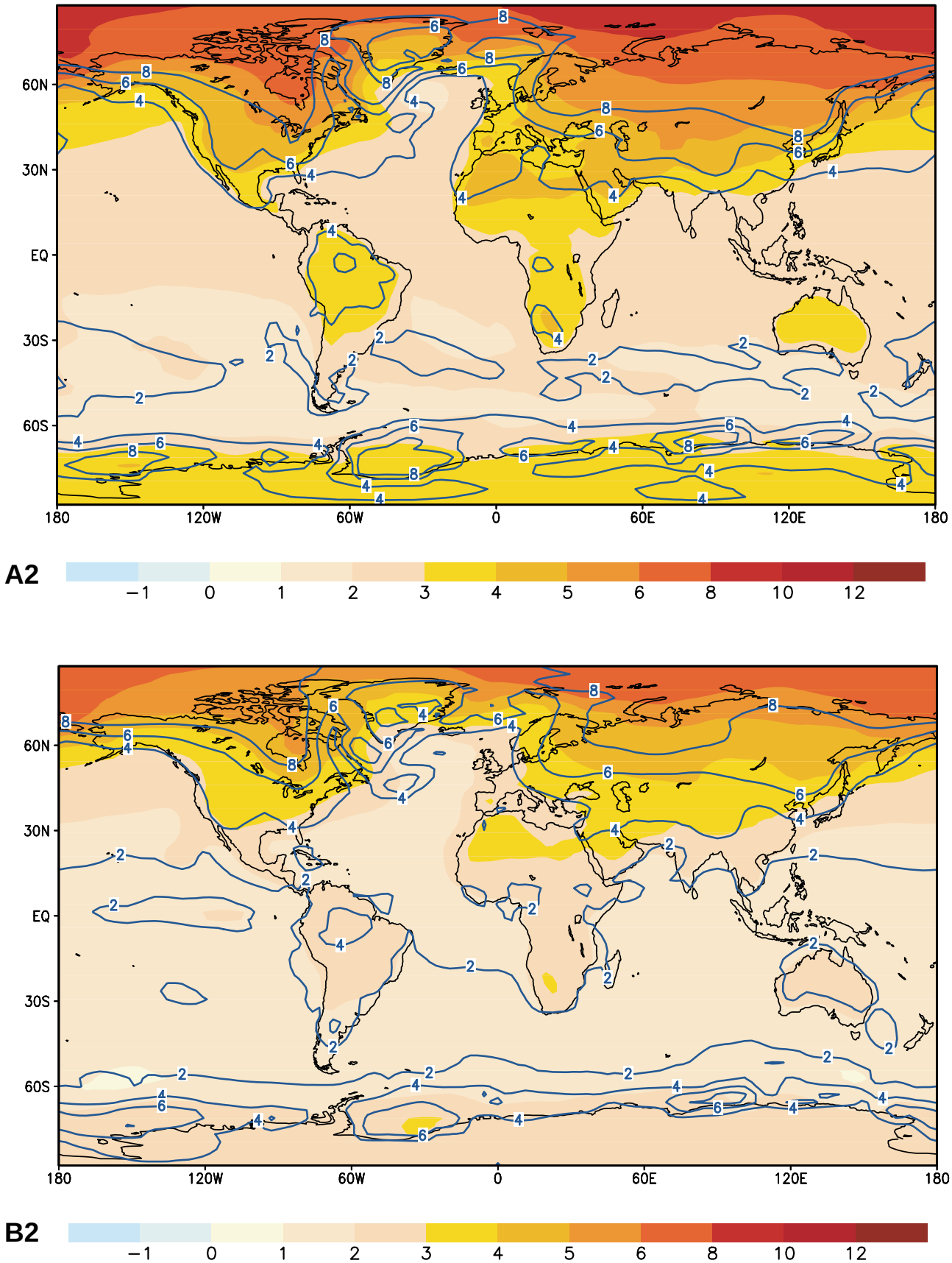


Рисунок ТР-20. Среднегодовое изменение температуры (цветное затенение) и его диапазон (изолинии) (единица измерения: °C) для сценария A2 СДСВ (верхнее изображение) и сценария B2 СДСВ (нижнее изображение). Оба сценария СДСВ показывают изменения для периода 2071—2100 гг. по отношению к периоду 1961—1999 гг. и основаны на результатах МОЦАО. [На основе рисунков 9.10d и 9.10e]

аналогичную неопределенность в диапазон изменения глобальной температуры. Дополнительные неопределенности возникнут в связи с неопределенностями радиационного воздействия. Самая большая неопределенность воздействия — это неопределенность, вызванная сульфатными аэрозолями.

F.4 Проекции будущих изменений осадков

Проекции дают повышение глобально усредненного показателя водяного пара, испарения и осадков. В региональном масштабе наблюдаются как увеличения, так и уменьшения осадков. Результаты (см. рисунок TP-23), полученные при помощи последних имитаций МОЦАО, совмещенные со сценариями выбросов A2 и B2 СДСВ, показывают, что существует вероятность увеличения осадков как летом, так и зимой, в районах высоких широт. Зимой увеличения наблюдаются также в северных умеренных широтах, тропической Африке и Антарктике, а летом — в южной и восточной частях Азии. Австралия, Центральная Америка и южная часть Африки характеризуются последовательным уменьшением объема осадков в зимний период.

Исходя из характеристик, вытекающих из ограниченного количества исследований при помощи существующих МОЦАО, более старых моделей ЦАО, а также исследований районирования, отмечается существенная корреляция между межгодовой изменчивостью осадков и средним показателем осадков. Будущие повышения показателя средних осадков приведут, вероятно, к увеличению изменчивости. И напротив, изменчивость осадков уменьшится, вероятно, лишь в районах, где средний показатель осадков снизится.

F.5 Проекции будущих изменений в экстремальных явлениях

Сравнение изменений в наблюдаемых экстремальных явлениях погоды и климата с изменениями, прогнозируемыми при помощи моделей, проведено лишь недавно (таблица TP-4). Почти во всех материковых районах будет наблюдаться, видно, большее количество жарких дней и волн тепла. Наибольшая величина этих увеличений прогнозируется главным образом в тех районах, в которых происходит уменьшение влажности почвы. Повышение дневных минимальных температур прогнозируется почти

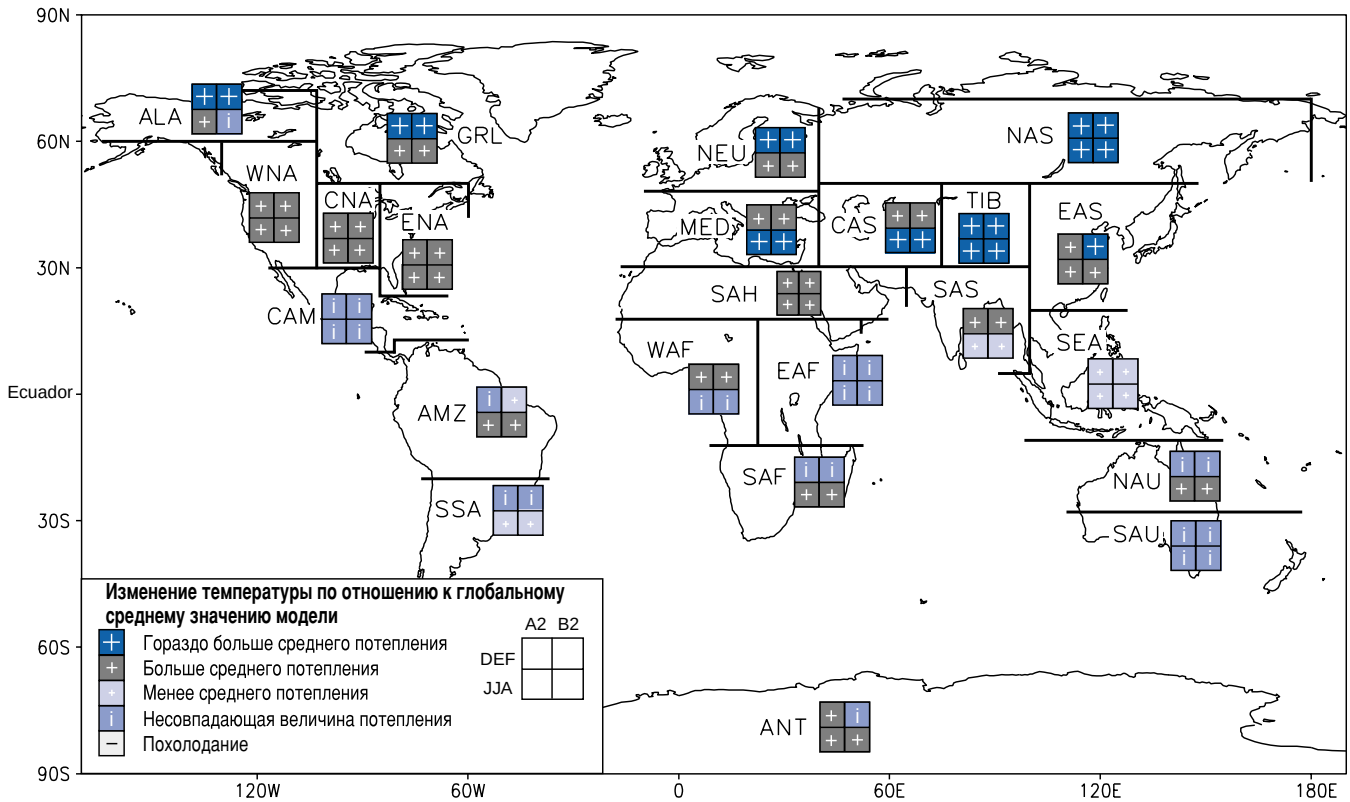


Рисунок TP-21. Анализ межмодельной согласованности относительного регионального потепления (потепление относительно среднего глобального потепления в каждой модели). Регионы классифицируются по принципу характеризующихся либо согласованностью с потеплением, превышающим среднее глобальное более чем на 40 % («гораздо больше среднего потепления»), согласованностью с потеплением, превышающим среднее глобальное («больше среднего потепления»), согласованностью с потеплением меньше среднего глобального («менее среднего потепления»), либо несогласованностью между моделями в отношении величины относительного регионального потепления («несовпадающая величина потепления»). Существует также категория согласованности в отношении похолодания (которое никогда не происходит). Для согласованности необходимым считается результат соответствия как минимум семи моделей из девяти. Диапазон ежегодного глобального среднего потепления используемых моделей составляет 1,2—4,5 °C для сценария A2 и 0,9—3,4 °C для сценария B2, в этой связи региональное повышение на 40 % означает диапазоны потепления 1,7—6,3 °C для A2 и 1,3—4,7 °C для B2. [На основе главы 10, блок 1, рисунок 1]

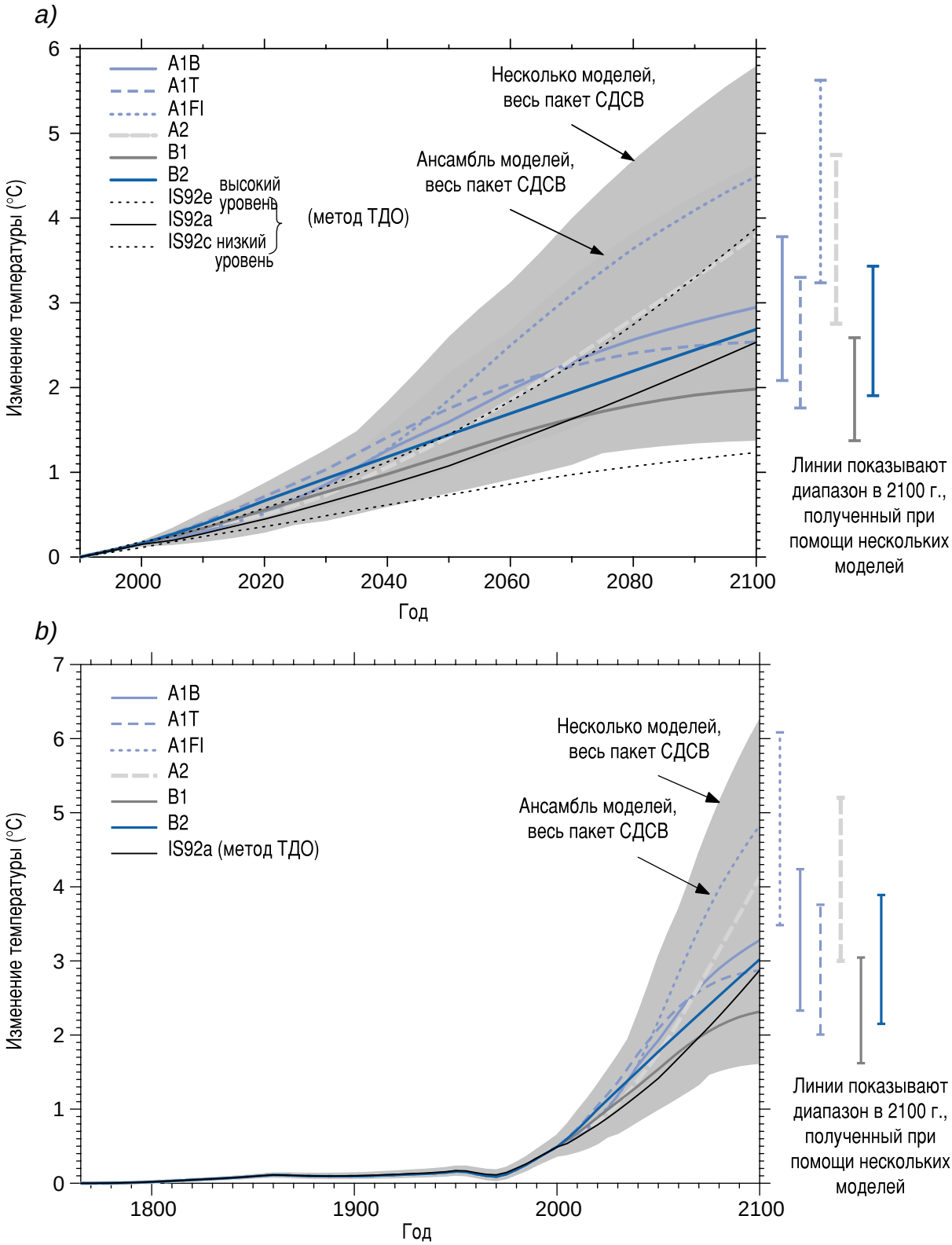


Рисунок TP-22. Результаты простой модели: a) проекции средней глобальной температуры для шести иллюстративных сценариев СДСВ, подготовленные с использованием простой климатической модели, скорректированной применительно к ряду комплексных моделей с определенным диапазоном чувствительности климата. Также в целях сравнения при помощи того же метода показаны результаты, полученные для IS92a. Более сильное затемнение показывает глобальный пакет полного ансамбля 35 сценариев СДСВ с использованием средних результатов модели (средняя чувствительность климата составляет 2,8 °C). Более светлое затемнение — это пакет, основанный на всех семи проекциях оценках модели (при чувствительности климата в диапазоне 1,7—4,2 °C). Для каждого из шести иллюстративных сценариев СДСВ линиями показан диапазон результатов, полученных при помощи простой модели для 2100 г. согласно семи моделям МОЦАО. b) То же самое, что и a), однако использованы также результаты, основанные на исторической оценке антропогенного воздействия. [На основе рисунков 9.14 и 9.13b]

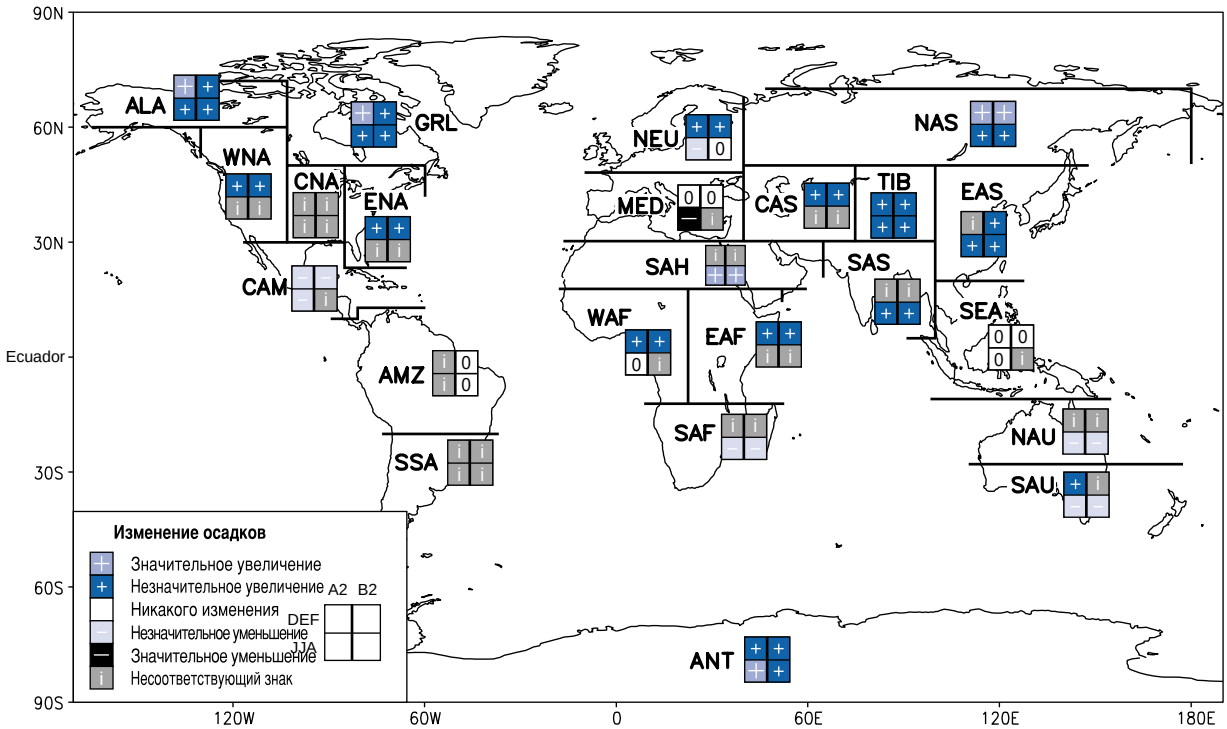


Рисунок TP-23. Анализ межмодельной согласованности изменения региональных осадков. Районы классифицируются по принципу либо согласованности с увеличением среднего изменения более чем на 20 % («значительное увеличение»), согласованностью с увеличением среднего изменения от 5 до 20 % («незначительное увеличение»), согласованностью с изменением от -5 до +5 % или согласованностью со средним изменением между -5 и +5 % («никакого изменения»), согласованностью с уменьшением среднего изменения от -5 и -20 % («незначительное уменьшение»), согласованностью с уменьшением среднего изменения менее чем на -20 % («значительное уменьшение») или несоответствием («несоответствующий знак»). Для согласованности необходимым представляется соответствующий результат как минимум семи из девяти моделей. [На основе главы 10, блок 1, рисунок 2]

во всех материковых районах и, как правило, оно больше в тех местах, где происходит отступание снежного и ледяного покрова. Морозные дни и волны холода станут, вероятно, более редкими. Изменения приземной температуры воздуха и абсолютной влажности поверхности приведут, согласно оценкам, к повышению индекса тепла (который представляет собой показатель комбинированных эффектов температуры и влажности). Повышения приземной температуры воздуха также приведут, согласно оценкам, к увеличению количества «градусо-дней теплого сезона» (что является показателем степени охлаждения, которое требуется в данный день, после того как температура превышает данное пороговое значение), а также уменьшению «градусо-дней отопления». Прогнозируется увеличение экстремальных величин осадков выше средних, а также повышение интенсивности осадков. Прогнозируется почти повсеместное повышение частоты экстремальных осадков. Прогнозируется общее осушение в среднеконтинентальных районах в летний период. Оно объясняется сочетанием более высокой температуры и потенциальной испаряемости, которая не уравновешивается повышением осадков. В то же время, модели характеризуются пока незначительной степенью согласованности между ними в том, что касается будущих изменений интенсивности штормов в средних широтах, их частоты и изменчивости. Мало последовательных доказательств, свидетельствующих об изменениях в прогнозируемой частоте тропических циклонов и районах их образования. В то же время, некоторые измерения интенсивности показывают возможное увеличение, а некоторые теоретические или модельные исследования свидетельствуют о том, что верхний предел этих интенсивностей может подняться. Средние и пиковые интенсивности осадков, вызванных тропическими циклонами, вероятно, увеличатся значительным образом.

По некоторым другим экстремальным явлениям, многие из которых могут иметь важные последствия для окружающей среды и общества, в настоящее время не хватает информации для оценки последних тенденций, а достоверность на уровне моделей и понимания является неадекватной для того, чтобы делать уверенные перспективные оценки. В частности, весьма мелкомасштабные явления, как-то: грозы, торнадо, град и молния — не поддаются имитации в глобальных моделях. Отсутствует надлежащий анализ того, каким образом могут происходить изменения во внетропических циклонах.

F.6 Проекции будущих изменений в термохалинной циркуляции

Большинство моделей показывают ослабление термохалинной циркуляции (ТХЦ) в северном полушарии, что способствует уменьшению потепления поверхности в

Таблица ТР-4. *Оценки достоверности наблюдаемых и прогнозируемых изменений в экстремальных явлениях погоды и климата. В таблице приводится оценка достоверности наблюдаемых изменений экстремальных явлений погоды и климата в течение второй половине XX века (левая колонка) и прогнозируемых изменений в течение XXI века (правая колонка)[a]. Эта оценка основана на исследованиях при помощи наблюдений и моделирования, а также физической вероятности будущих перспективных оценок в рамках всех обычно используемых сценариев, и основана на заключениях экспертов (см. сноску 4). [На основе таблицы 9.6]*

Достоверность наблюдаемых изменений (вторая половина XX века)	Изменения в явлении	Достоверность прогнозируемых изменений (в XXI веке)
Вероятно	**Более высокие максимальные температуры и большее количество жарких дней почти во всех материковых районах**	Весьма вероятно
Весьма вероятно	**Более высокие минимальные температуры, меньшее количество холодных и морозных дней почти во всех материковых районах**	Весьма вероятно
Весьма вероятно	**Уменьшение диапазона суточной температуры почти во всех материковых районах**	Весьма вероятно
Вероятно, во многих районах	**Повышение индекса тепла[8] в материковых районах**	Весьма вероятно, почти во всех районах
Вероятно, во многих районах средних-высоких широт северного полушария	**Более интенсивные осадки[b]**	Весьма вероятно, во многих районах
Вероятно, в нескольких районах	**Более сильное летнее континентальное осушение и связанный с ним риск засухи**	Вероятно, в большинстве внутриконтинентальных районов средних широт (отсутствие последовательных оценок в других районах)
Не наблюдаются в немногочисленных имеющихся анализах	**Повышение пиковой интенсивности ветра во время тропических циклонов[c]**	Вероятно, в некоторых районах
Нехватка данных для оценки	**Повышение средней и пиковой интенсивности осадков при тропических циклонах[c]**	Вероятно, в некоторых районах

[a] Более подробно см. главу 2 (наблюдения) и главы 9, 10 (проекты).
[b] По другим районам либо не хватает данных, либо анализы противоречат друг другу.
[c] Прошлые и будущие изменения мест тропических циклонов.

северной части Северной Атлантики. Даже в моделях, где происходит ослабление ТХЦ, тем не менее сохраняется потепление в Европе, вызванное повышением концентрации парниковых газов. В тех экспериментах, где концентрация атмосферных парниковых газов стабилизируется на уровне двойного показателя ее сегодняшнего дня, ТХЦ в Северной Атлантике восстановится, согласно прогнозам, после первоначального ослабления в течение одного-нескольких веков. ТХЦ может полностью прекратиться в любом из полушарий, если величина изменения радиационного воздействия является достаточно крупной, а само воздействие продолжалось достаточно долго. Модели показывают, что уменьшение ТХЦ снижает ее устойчивость к пертурбациям, т. е. после того как происходит сокращение ТХЦ, она становится, по-видимому, менее стабильной и ее прекращение может стать более вероятным. В то же время, еще слишком рано говорить с уверенностью о том, является ли вероятным необратимое прекращение ТХЦ, или о том, при каком пороговом значении оно могло бы произойти и какими могли бы быть климатические последствия. Ни одна из существующих перспективных оценок при помощи совмещенных моделей не показывает полного прекращения ТХЦ к 2100 г. Хотя североатлантическая ТХЦ ослабевает во многих моделях, относительные роли потоков поверхностного тепла и пресной воды меняются в зависимости от моделей. Изменение напряжения ветра играет, вероятно, лишь незначительную роль в рамках временного реагирования.

F.7 Проекции будущих изменений в моделях естественной изменчивости

Многие модели показывают средний размер реагирования Эль-Ниньо в тропической части Тихого океана, при этом прогнозируется, что температура поверхности моря в центральной и восточной экваториальной части Тихого океана будет повышаться в большей мере по сравнению с

[8] Индекс жары: сочетание температуры и влажности, посредством которого определяются последствия для комфорта человека.

западной экваториальной частью Тихого океана с соответствующим средним сдвигом осадков в восточном направлении. Хотя многие модели в результате Эль-Ниньо показывают изменение среднего состояния температур поверхности моря в тропической части Тихого океана, причина этого явления остается неопределенной. Оно объяснялось изменениями радиационного воздействия облаков и/или фактора влажности за счет испарения градиента температуры поверхности моря по линии восток-запад в некоторых моделях. Достоверность перспективных оценок будущих изменений частоты, величины и пространственной конфигурации явлений Эль-Ниньо в тропической части Тихого океана снижается в результате некоторых недостатков, связанных с тем, насколько точно Эль-Ниньо имитируется в комплексных моделях. Существующие оценки показывают незначительные изменения или слабое увеличение амплитуды явлений Эль-Ниньо в течение последующих 100 лет. В то же время, даже при незначительном или нулевом изменении величины Эль-Ниньо, глобальное потепление приведет, вероятно, к большим экстремальным показателям осушения и сильных осадков, а также повышению риска засух и наводнений, которые сопровождают Эль-Ниньо во многих регионах. Вероятно также, что потепление, связанное с повышением концентраций парниковых газов, явится причиной усиления изменчивости летних муссонных осадков в Азии. Изменения в средней продолжительности и силе муссонных осадков зависят от подробностей данных сценария выбросов. Достоверность подобных оценок ограничивается тем, насколько точно климатические модели имитируют подробную сезонную эволюцию муссонов. Нет какой-либо четкой согласованности в отношении изменений частоты или структуры естественных режимов изменчивости, таких, как североатлантическое колебание, т. е. величина и характер изменений являются различными в зависимости от разных моделей.

F.8 Проекции будущих изменений материкового льда (ледников, ледниковых куполов и ледовых щитов), морского льда и снежного покрова

Ледники и ледниковые куполы будут продолжать свое широко распространенное отступание в течение XXI века и прогнозируется дальнейшее уменьшение протяженности

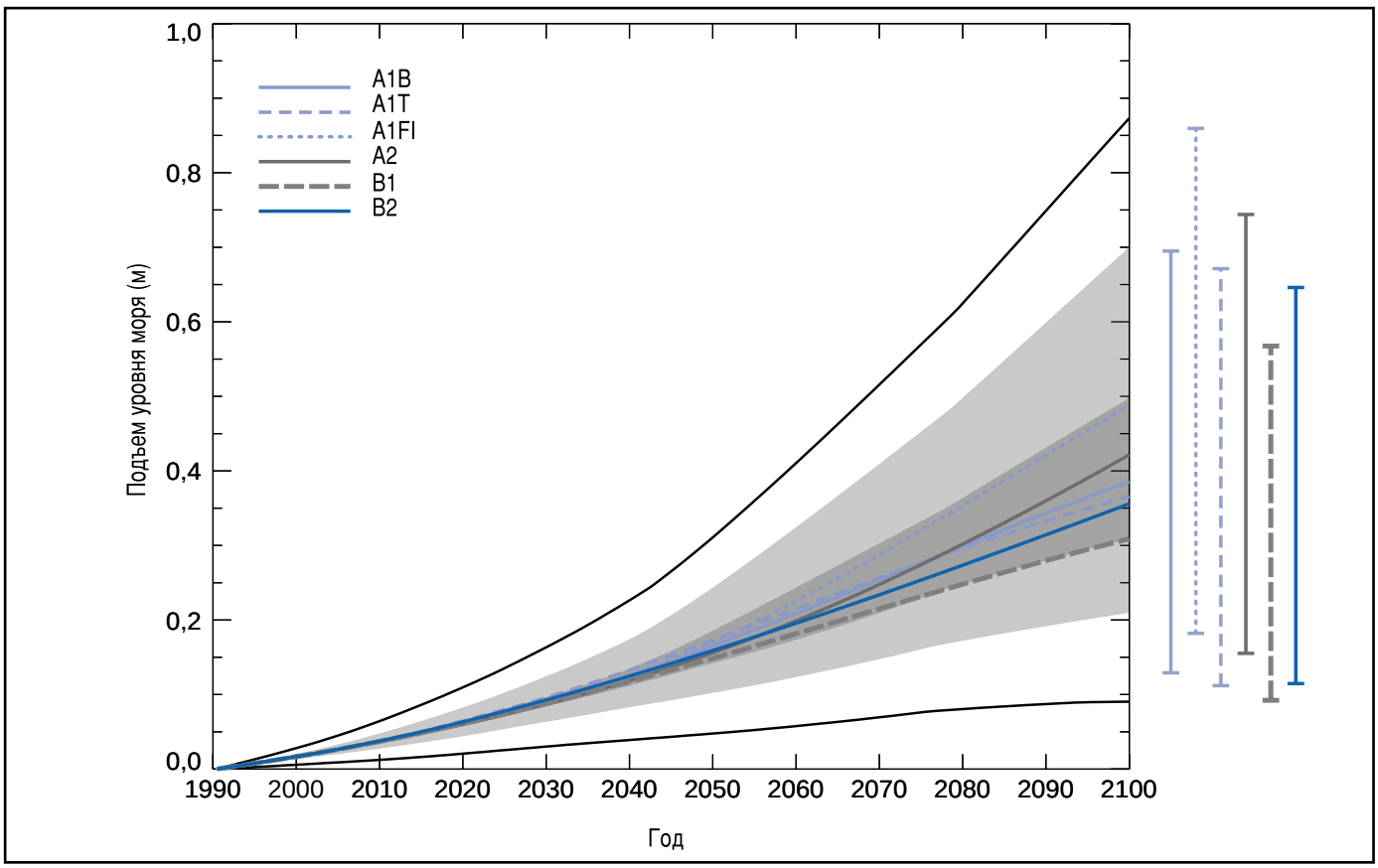


Рисунок TP-24. Средний глобальный подъем уровня моря в период 1990—2100 гг. для сценариев СДСВ. Тепловое расширение и изменения материкового льда были рассчитаны при помощи модели простого климата, калиброванные отдельно для каждой из семи МОЦАО, а также с учетом факторов изменений в состоянии вечной мерзлоты, влияния разложения наносов и долгосрочной адаптации ледовых щитов к изменению климата в прошлом. Каждая из шести фигурирующих в условном изображении представляет собой средний показатель МОЦАО для одного из шести иллюстративных сценариев. Темным цветом показан диапазон среднией величины МОЦАО для всех 35 сценариев СДСВ. Более светлым цветом показан ансамбль МОЦАО для всех 35 сценариев. Участок, ограниченный внешними линиями, показывает ансамбль МОЦАО и сценариев, включая неопределенность, касающуюся изменений материкового льда, изменений вечной мерзлоты и отложения наносов. Необходимо отметить, что этот ансамбль не относится к неопределенности, касающейся изменений динамики льда в Западноантарктическом ледовом щите. [На основе рисунка 11.12]

снежного покрова и морского льда в северном полушарии. В последнее время разработаны методы оценки таяния ледников в результате изменения приземной температуры воздуха в зависимости от сезона и географического района, данные о которых были получены благодаря экспериментам на основе МОЦАО. Исследования на основе моделирования показывают, что главное влияние на эволюцию ледниковой массы в глобальном среднем масштабе оказывают скорее изменения температуры, а не изменения осадков.

Антарктический ледовый щит увеличит, вероятно, свою массу вследствие большего объема осадков, в то время как Гренландский ледовый щит ее уменьшит, вероятно из-за того, что увеличение стока превысит рост объема осадков. Западноантарктический ледовый щит (ЗАЛЩ) привлек к себе особое внимание, поскольку он содержит достаточный объем льда для того, чтобы повысить уровень моря на 6 м, а также в силу оценки, согласно которой нестабильность, связанная с тем, что он находится ниже уровня моря, может привести к быстрому сбросу льда в тот момент, когда произойдет ослабление прочности окружающих шельфовых ледников. В то же время, существует общее согласие в отношении того, что потеря ископаемого льда, ведущая к существенному подъему уровня моря из этого источника, будет весьма маловероятной в XXI веке, хотя динамика этого процесса до сих пор не понята должным образом, особенно в том, что касается оценок в более длительных временных масштабах.

F.9 Проекции будущих изменений уровня моря

Перспективные оценки среднего глобального подъема уровня моря в период с 1990 г. по 2100 г., подготовленные с использованием ряда МОЦАО на основе сценария IS92a (включая прямой эффект выбросов сульфатных аэрозолей) находятся в пределах 0,11—0,77 м. Этот диапазон отражает систематическую неопределенность моделирования. К числу основных факторов, влияющих на этот подъем уровня моря, относятся:

- тепловое расширение в размере 0,11—0,43 м, которое ускорится в XXI веке;
- вклад ледников, составляющий от 0,01 до 0,23 м;
- вклад льдов Гренландии, составляющий от -0,02 до 0,09 м;
- вклад Антарктики, составляющий от -0,17 до +0,02 м.

Кроме того, при расчете общего изменения учитывались меньшие вклады в виде таяния вечной мерзлоты, отложения наносов и текущих процессов, происходящих с ледовыми щитами в результате изменения климата после последнего ледникового максимума. Для определения диапазона подъема уровня моря, определяемого выбором различных сценариев СДСВ, используются результаты изменения теплового расширения и морского льда, полученные при помощи простых моделей, адаптированных к нескольким МОЦАО (как в разделе F.3 для температуры).

Для полного набора сценариев СДСВ в период 1990—2100 гг. прогнозируется подъем уровня моря в пределах 0,09—0,88 м (см. рисунок TP-24), который объясняется главным образом тепловым расширением и потерей массы ледников и ледниковых куполов. Средняя величина составляет 0,48 м, что соответствует среднему показателю, превышающему почти в 2—4 раза показатель, наблюдаемый в XX веке. Диапазон подъема уровня моря, представленный в ВДО, составлял 0,13—0,94 м на основе сценариев IS92. Несмотря на содержащиеся в этой оценке прогнозы повышения температуры, перспективные оценки уровня моря являются несколько ниже, главным образом ввиду использования более совершенных моделей, которые в меньшей мере учитывают вклад со стороны ледников и ледовых щитов. Если наземное накопление будет продолжаться нынешними темпами, перспективные оценки могут измениться от -0,21 до 0,11 м. В среднем по МОЦАО сценарии СДСВ дают результаты, которые для первой половины XXI века отличаются на 0,2 м или меньше. К 2100 г. они меняются в пределе, составляющем порядка 50 % от средней величины. После XXI века подъем уровня моря в значительной степени зависит от сценария выбросов.

Модели согласуются в отношении качественного вывода о том, что диапазон регионального колебания изменения уровня моря является существенным по сравнению со средним глобальным уровнем моря. В то же время, достоверность регионального распределения изменения уровня моря, согласно МОЦАО, является низкой, поскольку модели характеризуются незначительной схожестью, хотя почти все модели прогнозируют подъем выше среднего в Северном Ледовитом океане и меньше среднего — в Южном океане. Кроме того, перемещения суши как изостатистические, так и тектонические, будут продолжаться в течение XXI века темпами, на которые изменение климата не влияет. Можно ожидать, что к 2100 г. многие регионы, которые в настоящее время характеризуются относительным снижением уровня моря, будут наоборот характеризоваться относительным подъемом уровня моря. И наконец, в результате среднего подъема уровня моря экстремально высокие уровни воды будут наблюдаться все более часто. Их частота может, вероятно, еще больше увеличиться в том случае, если в результате изменения климата штормы станут более частыми или суровыми.

F.10 Проекции будущих изменений откликов при стабилизации концентрации CO_2

Парниковые газы и аэрозоли

Все изученные профили стабилизации предусматривают окончательное уменьшение выбросов CO_2 гораздо ниже существующих уровней. Показатели антропогенного выброса CO_2, которые достигают стабильных уровней концентрации CO_2 от 450 до 1000 млн$^{-1}$, были исключены из предписанных профилей CO_2 (рисунок TP-25a). Результаты (рисунок TP-25b) не отличаются существенным образом от тех, которые

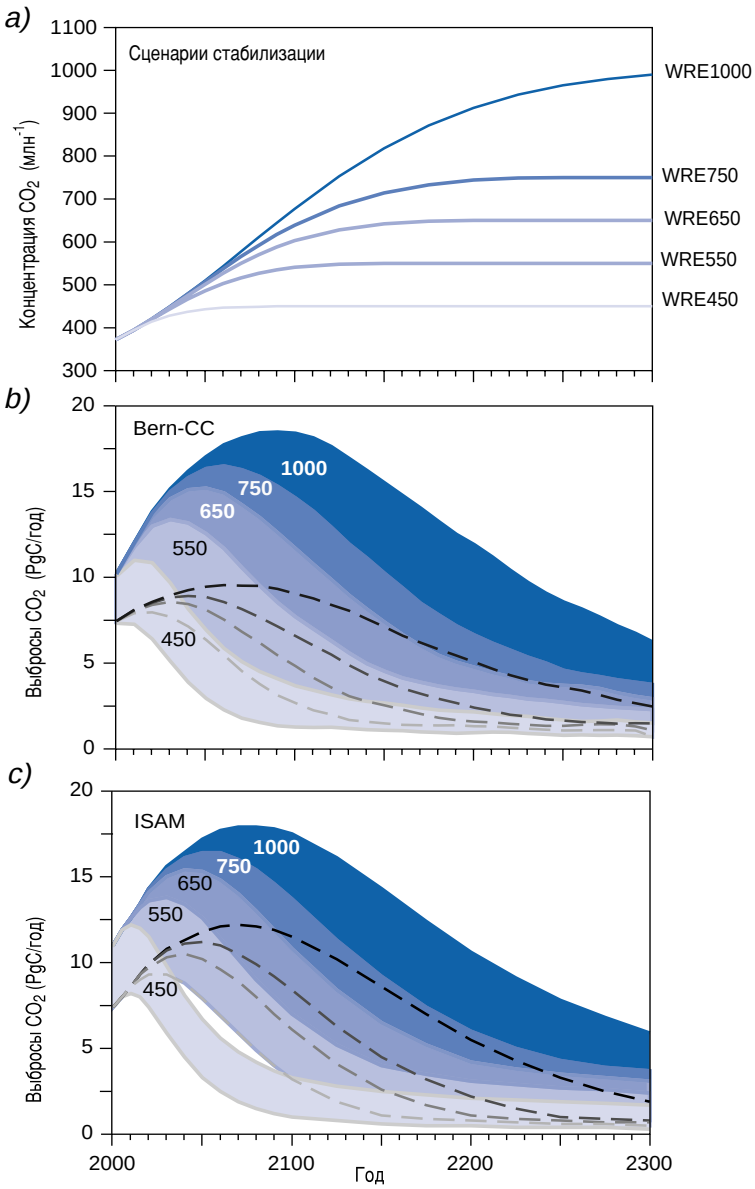


Рисунок TP-25. Прогнозируемые выбросы CO_2, позволяющие стабилизацию антропогенных концентраций CO_2 с различными окончательными значениями. Раздел (a) показывает предполагаемые траектории концентрации CO_2 (сценарии WRE), а разделы (b) и (c) — предполагаемые выбросы CO_2, прогнозируемые при помощи двух быстрых моделей цикла углерода, а именно Bern-CC и ISAM. Диапазоны модели ISAM были получены посредством корректировки модели к приблизительному спектру реагирования на CO_2 и климата, полученному посредством взаимных сравнений между моделями. Подобный подход уменьшает влияние неопределенностей реагирования цикла углерода. Диапазоны модели Bern-CC получены посредством сочетания различных предположений в отношении воздействия обогащения атмосферы двуокисью углерода, реагирования гетеротрофного биологического круговорота на температуру и время кругооборота океанов, приближаясь, таким образом, к верхней границе неопределенностей в реагировании цикла углерода. Для каждой модели верхняя и нижняя границы обозначены верхней и нижней частью затемненной зоны. В качестве альтернативы нижний предел (если он скрыт) показан прерывистой линией. [на основе рисунка 3.13]

были представлены в ВДО; в то же время, диапазон является более широким, главным образом ввиду предела будущего наземного поглощения углерода, связанного с различными допущениями в моделях. Для стабилизации на 450, 650 или 1000 млн$^{-1}$ потребуется сокращение глобальных антропогенных выбросов ниже их уровней 1990 г. в течение нескольких десятилетий, около века или около двух столетий, соответственно, после чего этот уровень будет стабильно снижаться. Хотя океан обладает достаточным потенциалом для поглощения 70—80 % прогнозируемых антропогенных выбросов CO_2 в атмосферу, этот процесс займет столетие, учитывая темпы перемешивания в океане. В результате этого, даже через несколько веков после выбросов около четверти увеличения концентраций, вызванных этими выбросами, все еще будет присутствовать в атмосфере. Для поддержания концентрации CO_2 на постоянном уровне после 2300 г. потребуется сокращение выбросов, соответствующее темпам роста поглотителей углерода в тот период. Естественные стоки на континентах и в океане, обладающие потенциалом сохраняться в течение столетий или тысяч лет, являются небольшими (<0,2 PgC/год).

Температура

Средняя глобальная температура продолжает увеличиваться в течение сотен лет темпами, составляющими несколько десятых градуса в столетие после стабилизации концентраций CO_2, вследствие значительных временных масштабов событий в океане. Температурные последствия профилей концентрации CO_2, ведущие к стабилизации в диапазоне от 450 млн$^{-1}$ до 1000 млн$^{-1}$, изучались с использованием простой модели климата, адаптированной к семи МОЦАО со средней климатической чувствительностью в 2,8 °C. Для всех путей, ведущих к стабилизации, климатическая система характеризуется существенным потеплением в течение XXI века и последующий период (см. рисунок TP-26). Чем ниже уровень стабилизации концентраций, тем меньше изменение общей температуры.

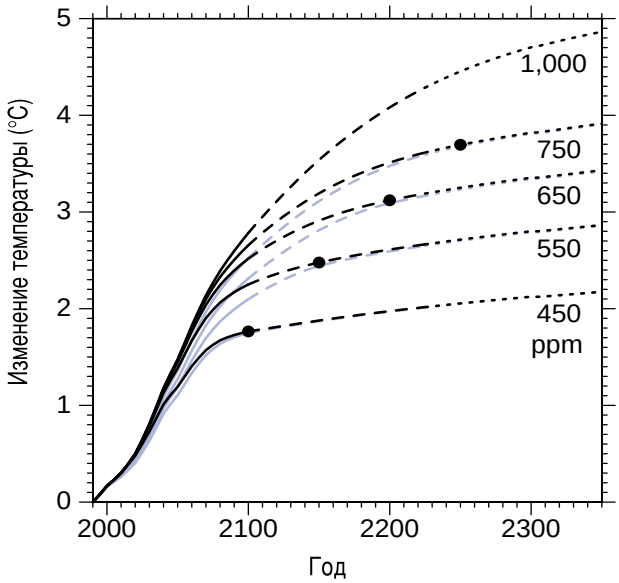


Рисунок TP-26. Результаты простой модели: прогнозируемая средняя глобальная температура меняется, когда концентрация CO_2 стабилизируется согласно профилям WRE (см. раздел 9.3.3 главы 9). Для сравнения, результаты, основанные на профилях S в ВДО, также показаны зеленым цветом (S1000 отсутствует). Результаты представляют собой усредненную величину, полученную при помощи простой климатической модели, адаптированной к семи МОЦАО. Исходным сценарием является сценарий A1B, конкретизированный только до 2100 г. После 2100 г. считается, что выбросы газов, отличных от CO_2, остаются постоянными на уровне их значений, указанных в сценарии A1B для 2100 г. Перспективные оценки классифицируются в соответствии с уровнем стабилизации CO_2. Прерывистые линии после 2100 г. показывают наибольшую неопределенность в результатах простой климатической модели после 2100 г. Черные точки обозначают год стабилизации CO_2. Годом стабилизации для профиля WRE1000 является 2375 г. [На основе рисунка 9.16]

Уровень моря

Если бы концентрации парниковых газов стабилизровались (даже на сегодняшних уровнях), уровень моря продолжал бы, тем не менее, подниматься в течение сотен лет. Через 500 лет подъем уровня моря в результате теплового расширения мог бы достигнуть лишь половины своего окончательного уровня, который, согласно оценкам моделей, находится в диапазоне 0,5—2,0 м и 1—4 м для уровней CO_2, превышающих соответственно в 2 и 4 раза доиндустриальный уровень.

Долговременная перспектива характеризуется слабой диффузией и медленными процессами циркуляции, которая переносит тепло в глубины океана. *Потеря существенной доли общей массы ледников является вероятной.* Те районы, которые в настоящее время частично покрыты льдом, станут скорее всего свободными от него.

Ледовые щиты будут продолжать реагировать на изменение климата в течение последующих нескольких тысяч лет, даже если произойдет стабилизация климата. В общей сложности сегодняшние ледовые щиты Антарктики и Гренландии содержат достаточно воды для того, чтобы поднять уровень моря почти на 70 м, если они растают, поэтому даже незначительное частичное изменение их объема будет иметь существенные последствия.

Согласно модельным оценкам, местное ежегодное среднее потепление более чем на 3 °C, если оно сохранится в течение тысячелетий, приведет фактически к полному таянию ледяного покрова Гренландии с последующим подъемом уровня моря почти на 7 м. Прогнозируемые в Гренландии температуры, как правило, выше среднеглобальных температур на коэффициент 1,2—3,1 для ряда моделей, использованных в главе 11. В случае потепления в Гренландии на 5,5 °C, что соответствует уровню потепления сценариев стабилизации на среднем уровне (см. рисунок TP-26), ледовый щит в Гренландии будет способствовать, вероятно, подъему уровня моря на 3 м через 1000 лет. При потеплении на 8 °C этот вклад составит около 6 м, при этом ледяной покров будет практически уничтожен. В случае меньших уровней потепления разрушение ледового щита будет происходить гораздо медленнее (см. рисунок TP-27).

Существующие динамические модели льда прогнозируют, что Западноантарктический ледовый щит (ЗАЛЩ) будет способствовать подъему уровня моря не более чем на 3 мм/г в течение последующих 1000 лет, даже если произойдут существенные изменения шельфовых ледников. Подобные результаты весьма зависят от модельных допущений в отношении сценариев изменения климата, динамики льда и прочих факторов. Помимо возможности внутренней нестабильности динамики льда таяние поверхности повлияет на долгосрочную жизнеспособность антарктического ледяного покрова. В случае потепления более чем на 10 °C простые модели стока прогнозируют, что на поверхности ледяного покрова образуется зона чистой массовой потери льда. Результатом этого будет безвозвратное разрушение ЗАЛЩ, поскольку он не может отступать в более высокие районы, когда его пограничные края подвергаются поверхностному таянию и начинают отступать. На подобные разрушения потребуется как минимум несколько тысячелетий. Пороговые значения для полного разрушения Восточноантарктического ледового щита в результате поверхностного таяния связано с потеплением выше 20 °C — ситуация, которая не наблюдалась за последние как минимум 15 млн лет и которая достаточно хорошо прогнозировалась любым сценарием изменения климата, который рассматривается в настоящее время.

G. Как содействовать лучшему пониманию

В предыдущих разделах было дано описание существующего уровня знаний о климате прошлого и настоящего

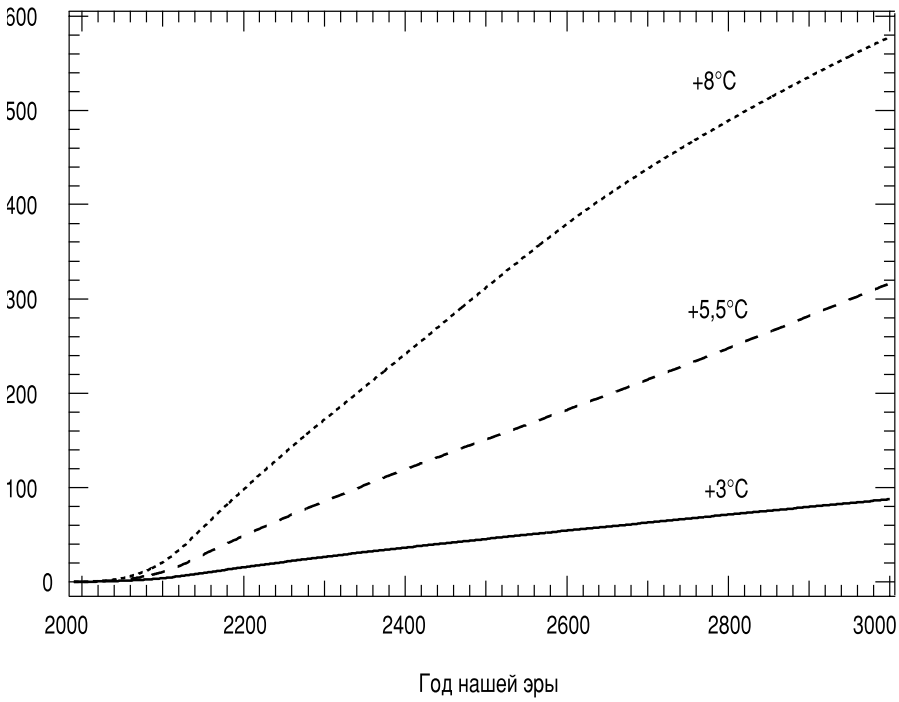


Рисунок TP-27. Реагирование Гренландского ледового щита на три сценария климатического потепления в течение третьего тысячеления, выраженное в эквивалентных изменениях глобального уровня моря. Надписи над кривой линией показывают повышение средней годовой температуры над Гренландией к 3000 г. нашей эры, в том виде, который предсказывается моделью климата и океана в двух измерениях в результате повышения концентраций парниковых газов до 2130 г. с последующей стабилизацией. Необходимо отметить, что прогнозируемые температуры над Гренландией, как правило, выше средних глобальных температур на коэффициент 1,2—3,1 для ансамбля моделей, использованных в главе 11. [На основе рисунка 11.16]

времени, существующего понимания факторов и процессов воздействия в климатической системе и того, насколько точно они могут быть представлены в моделях климата. С учетом существующего сегодня уровня знаний подготовлена самая точная оценка возможности обнаружения изменения климата и объяснения этого изменения влиянием человека. Посредством самых совершенных имеющихся в настоящее время средств были подготовлены перспективные оценки того, каким образом климат мог бы меняться в будущем применительно к различным сценариям выбросов парниковых газов.

В этом разделе дается иной взгляд на будущее. Неопределенности присутствуют на каждом этапе цепочки, начиная от выбросов парниковых газов и аэрозолей и кончая теми последствиями, которые они оказывают на климатическую систему и общество (см. рисунок TP-28). Многие факторы по-прежнему ограничивают способность обнаруживать, объяснять и понимать текущие изменения климата, а также прогнозировать те будущие изменения климата, которые могут произойти. Необходима дальнейшая работа в девяти широких областях.

G.1 Данные

Прекратить деградацию наблюдательных сетей во многих частях мира. Пока не произойдет существенного улучшения этих сетей обнаружение изменения климата во многих районах земного шара может оказаться трудным или невозможным.

Расширить наблюдательную основу для климатических исследований с целью обеспечения точных долгосрочных данных с расширенным временным и пространственным охватом. Учитывая комплексный характер климатической системы и свойственную ей многодесятилетнюю временную шкалу, существует необходимость долгосрочных соответствующих данных для оказания поддержки исследованиям и перспективным оценкам, касающимся изменения климата и окружающей среды. Требуются все виды данных: о настоящем времени и недавнем прошлом, связанные с климатом данные о последних нескольких столетиях, а также последних нескольких тысячелетиях. Особенно не хватает данных о полярных регионах и данных для количественной оценки экстремальных величин в глобальном масштабе.

G.2 Климатические процессы и моделирование

Более точно оценивать будущие выбросы и концентрации парниковых газов и аэрозолей. Особенно важно, чтобы эти улучшения касались определения концентраций в результате выбросов газов, и в первую очередь аэрозолей, анализа биогеохимического поглощения и циклических процессов, и, в частности, определения пространственного и временного распределения источников и поглотителей CO_2 как в настоящее время, так и в будущем.

Понять и охарактеризовать более полным образом доминирующие процессы (например перемешивание в океанах) и обратные связи (например от облаков и морского льда) в атмосфере, биоте, поверхности суши и океана, а также глубинных водах океанов. Эти подсистемы, явления и процессы имеют важное значение и заслуживают повышенного внимания для общего улучшения прогностического потенциала. Ключом к достижению прогресса будет являться совместное использование данных наблюдений и моделей. Быстрое воздействие нелинейной системы таит в себе высокую вероятность сюрпризов.

Более полно рассматривать модели долгосрочной изменчивости климата. Этот вопрос возникает как в рамках модельных расчетов, так и климатической системы. При проведении имитаций необходимо более ясно понять проблему климатического смещения в расчетах моделей, поскольку это усугубляет трудную задачу по различению «сигнала и помех». В отношении долгосрочной естественной изменчивости климатической системы, как таковой, важно понять эту изменчивость и расширить появляющийся потенциал предсказания конфигураций организованной изменчивости, таких, как ЭНСО.

В более полной мере исследовать вероятностный характер состояний будущего климата посредством разработки многочисленных ансамблей модельных расчетов. Климатическая система — это совмещенная нелинейная хаотическая система и в этой связи невозможным является долгосрочное предсказание точных состояний будущего климата. Главное внимание необходимо сосредоточить скорее на предсказании распределения вероятностей будущих возможных состояний данной системы посредством разработки ансамблей модельных решений.

Улучшить комплексную структуру моделей глобального и регионального климата с уделением при этом главного внимания повышению точности имитации региональных последствий и экстремальных явлений погоды. Это потребует более хорошего понимания совмещенности между основными атмосферными, океаническими и наземными системами, а также активного диагностического моделирования и исследований в области наблюдений, посредством которых осуществляется оценка и усовершенствование имитационного моделирования. Особо важное значение имеет качество данных, используемых для решения вопроса об изменениях в экстремальных явлениях.

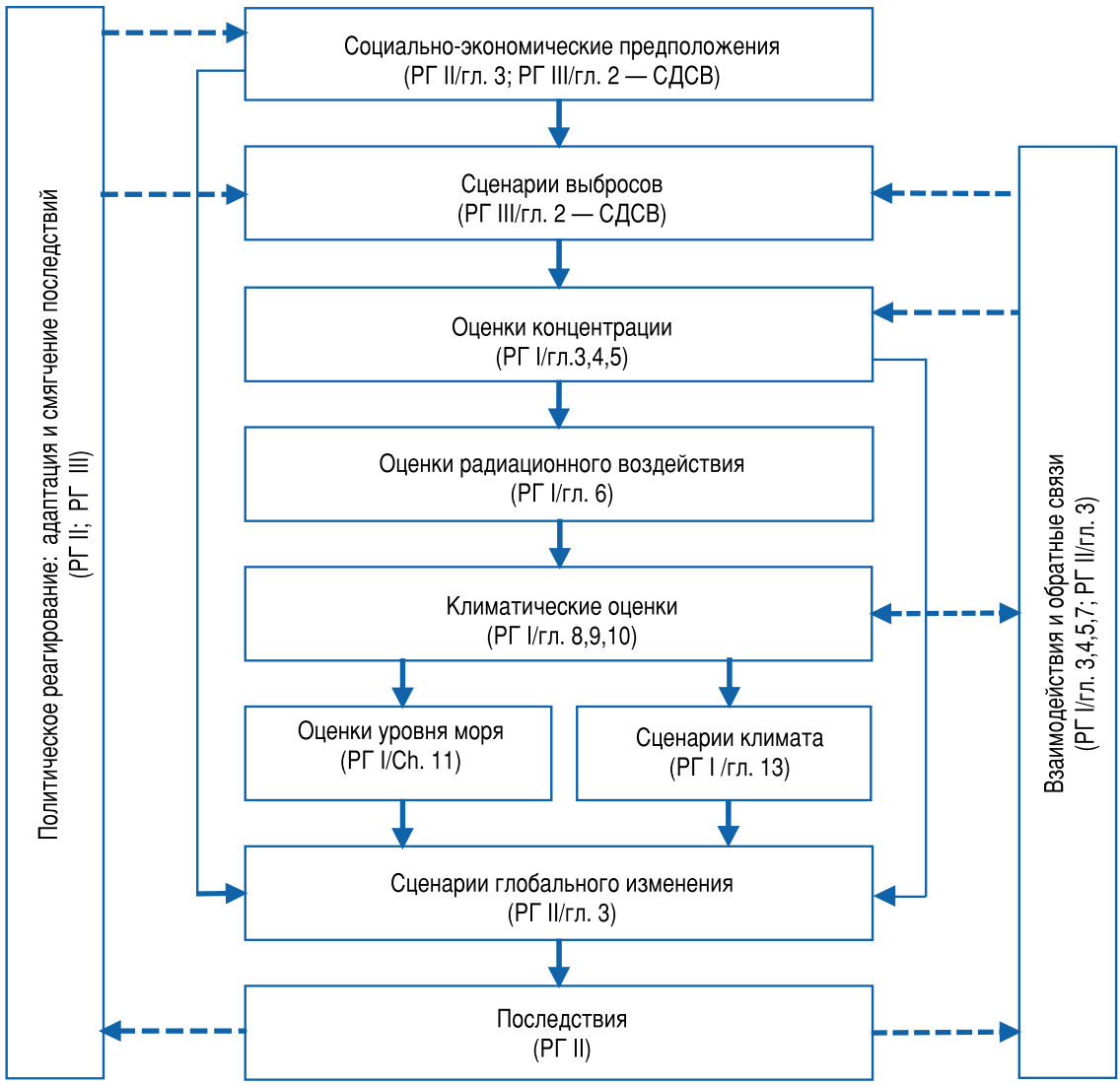


Рисунок TP-28. Ансамбль неопределенностей в перспективных оценках, которые необходимо учитывать при разработке климатических и соответствующих сценариев для оценки последствий изменений климата, адаптации к этим изменениям и мер по смягчению их последствий. [На основе рисунка 13.2]

G.3 Гуманитарные аспекты

Связать более конкретным образом физические климатические-биогеохимические модели с моделями системы человека и обеспечить таким образом основу для более широкого исследования возможных причинно-следственных связей между антропогенными и неантропогенными компонентами системы Земли. В настоящее время воздействия человека, как правило, рассматриваются лишь в рамках сценариев выбросов, в которых предусматриваются внешние воздействия на климатическую систему. В будущем потребуются более комплексные модели, в которых деятельность человека необходимо начать связывать с динамикой физических, химических и биологических подсистем через разнообразный набор способствующих видов деятельности, обратных связей и реакций.

G.4 Международная рамочная основа

Ускорить на международном уровне прогресс в области понимания изменения климата посредством укрепления международной рамочной основы, которая необходима для координации национальных и институциональных усилий, с тем чтобы с максимальной общей выгодой можно было использовать ресурсы в области исследований, расчетов и наблюдений. Элементы этой рамочной основы существуют в международных программах, пользующихся поддержкой Международного совета научных союзов (МСНС), Всемирной Метеорологической Организации (ВМО), Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). Имеется соответствующая потребность в укреплении сотрудничества в рамках международного исследовательского сообщества, укреплении исследовательского потенциала многих регионов и, в качестве цели настоящей оценки, эффективного описания исследовательских достижений таким языком, который подходит для процесса принятия решений.

Источник информации: Техническое резюме

В настоящем приложении даются перекрестные ссылки на темы Технического резюме (с указанием страницы и раздела) и разделы глав, в которых содержится более широкая информация по данной теме.

Раздел A. Введение

Стр. ТР	*Раздел и тема Технического резюме — раздел главы*
23	*A.1 МГЭИК и ее рабочие группы* Введение, посвященное Межправительственной группе экспертов по изменению климата (из секретариата МГЭИК, Женева) или на web-странице МГЭИК по адресу http://www.ipcc.ch
23	*A.2 Первый и Второй доклады об оценках рабочей группы I* МГЭИК, 1990 г.: Изменение климата: научная оценка МГЭИК Scienfitic Assessment. J.T. Houghton, G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 365 pp. IPCC, 1992: Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment, J.T. Houghton, B.A. Callander and S.K. Varney (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 198 pp. IPCC, 1994: Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, J. Bruce, Hoesung Lee, B.A. Callander, E. Haites, N. Harris and K. Maslekk (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 339 pp. IPCC, 1996a: Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp.
25	*A.3 Третий доклад об оценках: настоящее Техническое резюме* Справочная информация по этим вопросам содержится в главе 1 Текстовой блок ТР-1: Что вызывает изменение климата? – Глава 1

Раздел B. Наблюдаемые изменения в климатической системе

Стр. ТР	*Раздел и тема Технического резюме – раздел главы*
27-30	*B.1 Наблюдаемые изменения в температуре* Данные о температуре суши и океанов, зарегистрированных приборами – 2.2.2 и 2.3 Температуры над приземным слоем по данным со спутников и метеорологических шаров-зондов 2.2.3 и 2.2.4 Приземные температуры в период до начала инструментальных наблюдений, полученные на основе косвенных данных Последние 1000 лет – 2.3 Последний ледниковый период и разрушение ледников – 2.4
30	*B.2 Наблюдаемые изменения в количестве атмосферных осадков и во влажности атмосферы* Годовые осадки над поверхностью суши – 2.5.2 Водяной пар – 2.5.3 Количество облаков – 2.5.5
31	*B.3 Наблюдаемые изменения в площади снежного покрова и материкового и морского льда* Протяженность снежного покрова и материкового льда – 2.5.2 Протяженность морского льда – 2.5.3 Толщина арктического морского льда – 2.5.5.
31-32	*B.4 Наблюдаемые изменения в уровне моря* Изменения в период, за который имеются приборные данные Данные футштока за XX век – 11.3.2 Текстовой блок ТР-2: Что вызывает изменение уровня моря? – 11.2 Изменения в период до начала инструментальных наблюдений – 11.3.1
33	*B.5 Наблюдаемые изменения в системах атмосферной и океанической циркуляции* Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО) – 2.6.2 и 2.6.3 Североатлантическое, арктическое и антарктическое колебание — разделы 2.6.5 и 2.6.6

34 *B.6 Наблюдаемые изменения в изменчивости климата и в экстремальных метеорологических и климатических явлениях*
Сильные и экстремальные осадки – 2.7.2
Тропические и внетропические штормы – 2.7.3.

34 *B.7 Обобщенная картина: потепление на земном шаре и другие изменения в климатической системе*
Более теплый мир – 2.8
Незначительное или нулевое изменение – 2.2.5 и 2.7.3

Раздел C. Воздействующие факторы, вызывающие изменение климата

Стр. ТР **Раздел и тема Технического резюме — раздел главы**

38 *C.1 Наблюдаемые изменения в концентрациях полностью перемешанных в глобальном масштабе парниковых газов и радиационного воздействия*
Двуокись угулерода – 3.2.2, 3.2.3, 3.3.1, 3.3.2 и 3.5, 6.13
Метан – 4.2.1, 6.13
Закись азота – 4.2, 6.13
Галоидуглероды и родственные соединения – 4.2.2, 6.13

44 *C.2 Наблюдаемые изменения в других радиационно значимых газах*
Атмосферный озон – 4.2.2 и 4.2.4, 6.13
Газы только с косвенным радиационным воздействием – 4.2.3, 6.13

46 *C.3 Наблюдаемые и смоделированные изменения в аэрозолях*
Наблюдающиеся и смоделированные изменения в аэрозолях – 5.1, 5.2, 5.3 и 5.4, 6.7 и 6.8

47 *C.4 Наблюдаемые изменения в других антропогенных воздействующих факторах*
Изменения в землепользовании (альбедо) – раздел 6.13

47 *C.5 Наблюдаемые и смоделированные изменения в солнечной и вулканической активности*
Наблюдающиеся и смоделированные изменения в солнечной и вулканической активности – 6.10

47 *C.6 Возможности глобального потепления*
Потенциальные возможности глобального потепления – 6.12

Раздел D. Моделирование климатической системы и ее изменений

Стр. ТР **Раздел и тема Технического резюме — раздел главы**

49 *D.1 Климатические процессы и обратные связи*
Текстовой блок ТР-3: Климатические модели: каким образом они строятся и применяются? – 8.3
Водяной пар – 7.2.1
Облака – 7.2.2 и 7.2.3, глава 8.5.1
Стратосфера – 7.2.4 и 7.2.5, 8.5.1
Океан – 7.3, 8.5.2
Криосфера – 7.5, 8.5.3
Земная поверхность – 7.4, 8.5.4
Цикл углерода – 3.6

53 *D.2 Совмещенные системы*
Режимы естественной изменчивости – 7.6, 8.7
Текстовой блок ТР-4: Явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО) – 7.6.5, 8.7.1
Термогалинная циркуляция – 7.3.7 и 7.7, 9.3.4
Нелинейные события и быстрое изменение климата – 7.7

55 *D.3 Методы районирования*
Категории методов – 10.1, 10.2, 13
МОЦАО с крупной разрешающей способностью – 10.3, 13
МОЦА с высокой разрешающей способностью – 10.5, 13

55 *D.4 Общая оценка способностей*
Корректировка потока – 7.2, 7.3 и 7.6, 8.4 и 8.9
Климат в XX веке – 8.6
Экстремальные явления – 8.8
Межгодовая изменчивость – 8.7
Взаимные сравнения моделей – 8.6.2 и 8.10

Раздел E. Обнаружение влияния деятельности человека на изменение климата

Стр. ТР **Раздел и тема Технического резюме — раздел главы**

57 *E.1 Значение обнаружения и объяснения*
Обнаружение/объяснение – 12.1.1 и 12.2

57 *E.2 Более продолжительная и более тщательная проверка зарегистрированных данных наблюдений*
Три из последних пяти лет – 12.2.1

57 *E.3 Новые моодельные оценки внутренней изменчивости*
Потепление за последние 100 лет – 12.2.2

58 *E.4 Новые оценки реакций на естественное воздействие*
Только естественное воздействие – 12.2.3

58 *E.5 Чувствительность к оценкам проявлений изменения климата*
Реакции на антропогенное воздействие – 12.2.3
Существенный компонент в виде деятельности антропогенного происхождения – 12.2.3

59 *E.6 Более широкий диапазон методов обнаружения*
Температура – 12.3 и 12.4
Уровень моря – 11.4

61 *E.7 Остающиеся неопределенности в обнаружении и объяснении*
Резюме – 12.5

61 *E.8 Резюме*
Большая часть наблюдаемого за последние 50 лет потепления – раздел 12.6

Раздел F. Проекции будущего климата Земли

Стр. ТР ***Раздел и тема Технического резюме — раздел главы***

61 *F.1 Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ)*
Сценарии СДСВ – 6.15.2, Доклад СДСВ
Текстовой блок ТР-5: Сценарии выбросов Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ) – 6.15.2, Доклад СДСВ, приложение II

64 *F.2 Проекции будущих изменений концентрации парниковых газов и аэрозолей*
Траектории концентрации CO2 – 3.3 и 3.7, приложение II
Запас углерода в наземных экосистемах – 3.2 и 3.6
Избыток парниковых газов, отличных от CO2 – 4.3, 6.15, приложение II
Косвенные выбросы парниковых газов и химия атмосферы – 4.4.4 и 4.4.5, 6.15
Выбросы косвенных парниковых газов и качество воздуха – 4.4.5
Зависимость избытка аэрозолей от выбросов – 5.5, 6.15, приложение II
Прогнозируемые выбросы аэрозолей и сценарии СДСВ – 5.5
Радиационное воздействие – 6.15, приложение II

66 *F.3 Проекции будущих изменений температуры*
Результаты МОЦАО – 9.3
Результаты простых климатических моделей – 9.3

70 *F.4 Проекции будущих изменений осадков*
Глобально усредненные осадки и изменчивость – 9.3

70 *F.5 Проекции будущих изменений в экстремальных явлениях*
Изменения в экстремальных явлениях – 9.3.6

72 *F.6 Проекции будущих изменений в термохалинной циркуляции*
Ослабление термохалинной циркуляции – 9.3.4

73 *F.7 Проекции будущих изменений в моделях естественной изменчивости*
Изменения в моделях естественной изменчивости – 9.3.5

74 *F.8 Проекции будущих изменений материкового льда (ледников, ледниковых куполов и ледовых щитов), морского льда и снежного покрова*
Ледники, ледниковые куполы и ледовые щиты – 11.5.4

75 *F.9 Проекции будущих изменений уровня моря*
Глобальные средние изменения уровня моря – 11.5.1
Региональные изменения уровня моря – раздел 11.5.2
Экстремальные величины уровня моря – раздел 11.5.3

75 *F.10 Проекции будущих изменений откликов при стабилизации концентрации CO_2*
Парниковые газы и аэрозоли – 3.7.3
Температура – 9.3.3
Уровень моря – 11.5.4

Раздел G. Как содействовать лучшему пониманию

Стр. ТР ***Раздел и тема Технического резюме — раздел главы***

78 *G.1 Данные*
Деградация наблюдательных сетей и система наблюдений – 14.2.1

78 *G.2 Климатические процессы и моделирование*
Парниковые газы и аэрозоли – 14.2.6

Процессы – 14.2.3
Модели изменчивости – 14.2.2
Ансамбли модельных результатов – 14.2.2
Организационная структура моделей – 14.2.2

80 *G.3 Гуманитарные аспекты*

Физическая система/гуманитарная система – 14.3, 13.1

80 *G.4 Международная рамочная основа*
Координация – 14.4

Глоссарий

Редактор: А. П. М. Баеде

Знак: → означает, что следующий термин также содержится в настоящем Глоссарии.
Не все слова, содержащиеся в Глоссарии, фигурируют в Резюме для лиц, определяющих политику, или Техническом резюме.

Автотрофное дыхание
См.: → Дыхание фотосинтетических организмов (растения).

Альбедо
Часть солнечной радиации, отраженная от поверхности или предмета, часто выражаемая в процентах. Покрытые снегом поверхности обладают высоким альбедо; альбедо различных почв варьируется от высокого до низкого; поверхности покрытые растительностью, и океаны имеют низкое альбедо. Альбедо Земли меняется главным образом вследствие изменений: облачности, снега, льда, поверхности листвы и земного покрова.

Альтиметрия
Техника определения подъема поверхности моря, земли или льда. Например, высота поверхности моря (по отношению к центру Земли или, более обычно, в отношении стандарта «элипсоида вращения») может определяться из космоса при помощи самой современной радиолокационной альтиметрии с сантиметровой точностью. Альтиметрия обладает преимуществом осуществления измерения относительно геоцентрической системы отсчета, а не относительно уровня земли, как для → футштока, а также обеспечения практически глобального охвата.

Антропогенный
Являющийся результатом или продуктом деятельности человека.

Атмосфера
Воздушная среда вокруг Земли. Сухая атмосфера почти полностью состоит из азота (коэффициент объемной концентрации 78,1 %) и кислорода (коэффициент объемной концентрации 20,9 %), а также, ряда газов с малой концентрацией, таких, как аргон (коэффициент объемной концентрации 0,93 %), гелий и таких радиационно активных парниковых газов, как двуокись углерода (коэффициент объемной концентрации 0,035 %) и озон. Кроме того, атмосфера содержит водяной пар, количество которого колеблется в широком диапазоне, но коэффициент объемной концентрации которого составляет обычно 1 %. Атмосфера содержит также облака и → аэрозоли.

Аэрозоли
Совокупность взвешенных твердых или жидких частиц с характерным размером от 0,01 до 10 мкм, сохраняющихся в атмосфере в течение, как минимум, нескольких часов. Аэрозоли могут быть либо естественного, либо антропогенного происхождения. Они могут влиять на климат двумя путями: непосредственно рассеивая и поглощая радиацию, и косвенно, действуя в качестве ядра конденсации при образовании облаков или изменяя оптические свойства и срок жизни облаков. См.: Косвенный эффект аэрозолей.
Этот термин стали также ошибочно связывать с газом-вытеснителем, используемым в «аэрозольных распылителях».

Биомасса
Общая масса живых организмов на заданной площади, или в заданном объеме; недавно погибший растительный материал нередко учитывается в качестве мертвой биомассы.

Биосфера (наземная и морская)
Часть системы планеты Земля, представляющая собой совокупность всех → экосистем и живых организмов в атмосфере, на суше (наземная биосфера) или в океанах (морская биосфера), включая производное мертвое органическое вещество, как-то: подстилка, органическое вещество почвы и океанический детрит.

Бремя
Общая масса вызывающего обеспокоенность газообразного вещества в атмосфере.

Быстрое изменение климата
→ Нелинейность → климатической системы может привести к быстрому изменению климата, которое иногда называют внезапными событиями или даже сюрпризами. Некоторые из подобных внезапных событий могут быть мнимыми, такие, как существенная реорганизация → термохалинной циркуляции, быстрая дегляциация или обширное таяние вечной мерзлоты, ведущее к быстрым изменениям в →цикле углерода. Другие изменения могут действительно оказаться неожиданными и явятся следствием мощного, быстро меняющегося воздействия нелинейной системы.

Валовое первичное производство (ВПП)
Установленное количество углерода, изъятого из атмосферы посредством →фотосинтеза.

Влажность почвы
Вода, которая хранится в почве или на поверхности земли и используется для испарения.

Внешнее воздействие
См.: →Климатическая система.

Внутренняя изменчивость
См.: →Изменчивость климата.

Восстановление после деформации в послеледниковый период
Вертикальное смещение континентов и морского дна после исчезновения или сокращения →ледовых щитов, например после последнего ледникового максимума (21 ka BP). Восстановление после деформации — это →изостатическое движение земли.

Временное климатическое реагирование
Глобально усредненное повышение приземной температуры воздуха, усредненное за 20-летний период, центрированное во время удвоения концентрации CO_2, т. е. в 70-м году при однопроцентном годовом экспериментальном увеличении составляющей CO_2 с глобально совмещенной →моделью климата.

Время адаптации
См.: →Продолжительность жизни; см. также: →Время реагирования.

Время оборота
См.: →Продолжительность жизни.

Время реагирования
Время реагирования или время адаптации — это время, которое необходимо для того, чтобы →климатическая система или ее компоненты восстановили равновесие применительно к новому состоянию после того, как на них было оказано воздействие в результате внешних и внутренних процессов или →обратных связей. Оно является весьма различным для различных компонентов климатической системы. Время реагирования →тропосферы является относительно коротким — от дней до недель, в то время →стратосфера достигает равновесного состояния во временном масштабе, обычно составляющем несколько месяцев. Ввиду их значительной тепловой емкости океаны характеризуются гораздо более длительным временем реагирования —как правило, десятилетиями, но иногда и столетиями или тысячелетиями. Таким образом, время реагирования весьма совмещенной системы поверхность-тропосфера является незначительным по сравнению со временем реагирования стратосферы и определяется главным образом океанами. →Биосфера может реагировать быстро, например на засухи, однако также весьма медленно на изменения вынужденного характера.
См. → Период жизни для иного определения времени реагирования, соответствующего темпам процессов, влияющих на концентрацию назначительных газовых примесей.

Выбросы ископаемого CO_2 (двуокиси углерода)
Выбросы CO_2 в результате сжигания топлива в месторождениях ископаемого углерода, таких, как: нефть, газ и уголь.

Галогенированные углеродные соединения
Соединения, содержащие либо хлор, бром или фтор и углерод. Подобные соединения могут действовать в качестве мощных →парниковых газов в атмосфере. Галогенированные углеродные соединения, содержащие хлор и бром, также влияют на истощение →озонового слоя.

Геоид
Поверхность, которую океан единообразной плотности занял бы, согласно предположениям, в случае его стабильного и спокойного состояния (т. е. без какой-либо циркуляции в океанах или каких-либо прикладных факторов, отличных от силы притяжения Земли). Из этого следует, что геоидом будет поверхность постоянного гравитационного потенциала, которая может служить в качестве ориентировочной поверхности, с которой могут сопоставляться любые поверхности (например, средняя поверхность моря). Геоид (и поверхности, параллельные геоиду) — это то, что мы называем «поверхностями уровня».

Гетеротрофное дыхание
Выделение CO_2 в результате разложения органического вещества.

Гидросфера
Компонент климатической системы, включающий жидкую поверхность и подземные воды, как-то: океаны, моря, реки, пресноводные озера, подземные воды и т. д.

Глобальная поверхностная температура
Глобальная поверхностная температура — это пространственно взвешенная средняя глобальная величина (i) температуры поверхности моря по сравнению с океанами (т.е. общая подповерхностная температура в первых нескольких метрах океана) и (ii) приземная температура воздуха на высоте 1,5 м выше поверхности суши.

Градусо-дни отопления
Рассчитываются по дням с температурой ниже 18 °C (например, день со средней температурой 16 °C засчитывается как два градусо-дня отопления).
См. также: →Градусо-дни теплого сезона.

Градусо-дни теплого сезона
Рассчитываются по дням с температурой выше 18 °C (например, день со средней температурой 20 °C засчитывается как два градусо-дня теплого сезона). См. также: →Градусо-дни отопления.

Двуокись углерода (CO_2)
Газ естественного происхождения, а также побочный продукт сжигания ископаемого топлива и →биомассы, также как и →изменений в землепользовании и прочих промышленных процессов. Это — основной антропогенный →парниковый газ, который воздействует на радиационный баланс Земли. Это — эталонный газ, по которому измеряются другие парниковые газы и который имеет, соответственно, →потенциал глобального потепления, равный 1.

Доиндустриальный
См.: →Промышленная революция.

Дыхание
Процесс, в ходе которого живые организмы преобразуют органическое вещество в CO_2, выделяя при этом энергию и поглощая O_2.

Единица Добсона (ЕД)
Единица измерения общего количества озона в вертикальном столбе над поверхностью Земли. Количество единиц

Добсона — это толщина единиц, равная 10^{-5} м, которую столб озона занимал бы в том случае, если он был сжат в слой с одинаковой плотностью при давлении 1013 гПа при температуре 0 °C. Одна ЕД соответствует столбу озона, содержащему 2,69 × 1020 молекул на квадратный метр. Характерным показателем количества озона в столбе атмосферы Земли, хотя и со значительными колебаниями, является величина в 300 ЕД.

Запас
См.: →Накопитель

Землепользование
Совокупность мер, деятельности и средств производства, действующих на определенном типе земного покрова (совокупность деятельности человека). Социально-экономические цели, в которых ведется деятельность на земле (т. е.: выпас животных, производство строевого леса, рациональное использование природных ресурсов).

Значимая высота волны
Средняя высота одной трети всех самых высоких морских волн, наблюдавшихся в конкретный период времени. Эта величина служит в качестве показателя характерного размера самых высоких волн.

Изменения в землепользовании
Изменения в использовании земли или управление ею со стороны человека, которые могут привести к изменению земного покрова. Изменения в земном покрове и землепользовании могут иметь последствия для →альбедо, →эвапотранспирации, →источников и →поглотителей →парниковых газов или других характеристик →климатической системы и могут, таким образом, иметь последствия для климата в местном или глобальном масштабах. См. также: Доклад МГЭИК — Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (МГЭИК, 2000 г.).

Изменение евстатического уровня моря
Изменение среднего глобального уровня моря, вызванное изменением объема Мирового океана. Он может быть вызван изменениями в плотности воды или общей массы воды. При обсуждениях изменений в геологических временных масштабах этот термин иногда означает также изменения среднего глобального уровня моря, вызванные изменением контуров океанских бассейнов. В настоящем докладе данный термин в этом смысле не используется.

Изменение климата
Изменение климата означает статистически значимую вариацию либо среднего состояния климата или его изменчивости, сохраняющуюся в течение продолжительного периода времени (обычно десятилетия или более того). Изменение климата может быть вызвано естественными внутренними процессами или внешними воздействиями, или постоянными антропогенными изменениями в составе атмосферы или в землепользовании.

Следует отметить, что в статье 1 →Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) «изменение климата» определяется как: «изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и которая накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени». Таким образом, в РКИК ООН проводится различие между «изменением климата», обусловленным деятельностью человека, вызывающей изменения в составе атмосферы, и «изменчивостью климата», обусловленной естественными причинами.
См. также: →Изменчивость климата.

Изменчивость климата
Изменчивость климата означает колебания в среднем состоянии и в других статистических данных (таких, как стандартные отклонения, возникновение экстремальных явлений и т. д.) климата во всех временных и пространственных масштабах, выходящих за пределы отдельных метеорологических явлений. Изменчивость может быть вызвана естественными внутренними процессами в рамках климатической системы (внутренняя изменчивость) или колебаниями естественного или антропогенного внешнего воздействия (изменчивость под внешним воздействием). См. также: →Изменение климата.

Изостатические передвижения суши
Изостазия означает способ реагирования →литосферы и мантии Земли на изменения в поверхностных нагрузках. В случае изменения нагрузки литосферы в результате изменений массы материкового льда, массы океана, седиментации, эрозии или образования гор, происходит изостатическая перестройка, направленная на сбалансирование новой нагрузки.

Инфракрасное излучение
Излучение, испускаемое земной поверхностью, атмосферой и облаками. Известно также в качестве наземной или длинноволновой радиации. Инфракрасное излучение имеет отчетливый диапазон длины волн («спектр»), превышающий длину волны красного цвета в видимой части спектра. Спектр инфракрасного излучения практически отличается от спектра →солнечного или коротковолнового излучения вследствие различия в температуре между Солнцем и системой Земля-атмосфера.

Источник
Любой процесс, вид деятельности или механизм, которые выбрасывают в атмосферу парниковый газ, аэрозоль или предшествующие парниковому газу или аэрозоли соединения.

Киотский протокол
Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) был принят на третьей сессии Конференции Сторон (КС) →Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций

об изменении климата в 1997 г. в Киото, Япония. Он содержит юридически обязательные положения в дополнение к тем, которые были включены в РКИК ООН. Страны, включенные в приложение B Протокола (большинство стран ОЭСР и страны с переходной экономикой) согласились снизить свои антропогенные →выбросы парниковых газов (CO_2, CH_4, N_2O, ГФУ, ПФУ и SF_6) по меньшей мере на 5 % по сравнению с уровнями 1990 г. в период действия обязательств с 2008 г. по 2012 г. Киотский протокол еще не вступил в силу (по состоянию на ноябрь 2000 г.).

Климат

В узком смысле климат обычно определяется как «средний режим погоды» или, в более строгом варианте, как статистическое описание с точки зрения средних значений и изменчивости соответствующих количественных показателей за период времени, от нескольких месяцев до тысяч или миллионов лет. Согласно определению Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) классический период составляет 30 лет. Эти количественные показатели в большинстве случаев представляют собой приземные переменные параметры, такие, как температура, осадки и ветер. В более широком смысле климат — это состояние →климатической системы, включая его статистическое описание.

Климатическая система

Климатическая система — это весьма сложная система, состоящая из пяти основных компонентов: →атмосферы,→гидросферы, →криосферы, земной поверхности и →биосферы, а также взаимоотношений между ними. Эволюция климатической системы во времени происходит под влиянием ее собственной внутренней динамики и внешних воздействующих факторов, как-то: извержения вулканов, колебания солнечного излучения и деятельность человека, приводящая к изменениям в составе атмосферы и → в землепользовании.

Климатические обратные связи

Механизм взаимодействия между процессами, происходящими в →климатической системе, именуется климатическими обратными связями в том случае, когда исходный процесс инициирует изменения во втором процессе, который, в свою очередь, влияет на исходный процесс. Позитивные обратные связи усиливают первоначальный процесс, а негативные обратные связи ослабляют его.

Климатический сценарий

Вероятное и часто упрощенное представление будущего климата, основанное на внутри согласованном наборе климатологических взаимосвязей, которое было построено для четкого использования при изучении потенциальных последствий антропогенного →изменения климата, часто служащего исходным фактором для моделей последствий. →Перспективные оценки климата часто служат исходным материалом для построения климатических сценариев, однако подобные сценарии обычно требуют дополнительной информации, например о наблюдаемом в настоящее время климате. *Сценарий изменения климата* — это различие между климатическим сценарием и климатом в данное время.

Комплексная оценка

Метод анализа, объединяющий результаты и модели из физических, биологических, экономических и общественных наук, также, как и взаимосвязи между этими компонентами, в последовательную общую схему для оценки состояния и последствий изменения в окружающей среде и политики реагирования на него.

Корректировка потока

Для того чтобы не допустить проблемы сдвига совмещенных моделей общей циркуляции системы атмосфера-океан в некоторое нереальное состояние климата могут применяться переходные термины для обозначения потоков тепла и влажности в системе атмосфера-океан (и в некоторых случаях поверхностных напряжений, являющихся результатом воздействия ветра на поверхность океана) до того, как эти потоки накладываются на модель океана и атмосферы. Поскольку эти корректировки заранее рассчитаны и в этой связи независимы от интеграции совмещенных моделей, они не взаимосвязаны с аномалиями, которые развиваются в процессе интеграции. В главе 8 настоящего доклада делается вывод о том, что существующие модели в меньшей мере нуждаются в корректировке потока.

Косвенный аэрозольный эффект

→Аэрозоли могут вызывать косвенное →радиационное воздействие на →климатическую систему, являясь ядром конденсации и изменяя оптические свойства и продолжительность жизни облаков. Различаются два косвенных эффекта:

Первый косвенный эффект

Радиационное воздействие, вызванное повышением концентрации антропогенных аэрозолей, которые вызывают первоначальное увеличение концентраций капель и уменьшение их размера для фиксированного количества воды в жидком состоянии, что ведет к повышению →альбедо облаков. Этот эффект известен также под названием *эффекта Твомея*. В некоторых случаях он упоминается в качестве *эффекта облачного альбедо*. Это вводит, однако, в сильное заблуждение, поскольку второй косвенный эффект также меняет альбедо облаков.

Второй косвенный эффект

Радиационное воздействие, вызванное повышением концентрации антропогенных аэрозолей, которое вызывает уменьшение размера капелек, снижая эффективность осадков, изменяя таким образом количество воды в жидком состоянии, толщину облаков и продолжительность их жизни. Этот эффект известен также под названием эффекта продолжительности жизни облаков или эффекта Альбрехта.

Косвенный показатель

Косвенный показатель климата — это местная регистрация данных, которые толкуются с использованием физических и

биофизических принципов в целях представления определенного сочетания связанных с климатом колебаний в обратном временном направлении. Полученные таким образом связанные с климатом данные именуются косвенными данными. Примерами косвенных данных являются: регистрации колец деревьев, характеристики кораллов и различные данные, полученные при помощи кернов льда.

Коэффициент объемного перемешивания
См.: →Относительное количество грамм-молекул.

Коэффициент перемешивания
См.: →Относительное количество грамм-молекул.

Криосфера
Компонент →климатической системы, включающий весь снег, лед и вечную мерзлоту на поверхности земли и океана и под ними. См.: →Ледник; ледовый щит.

Ла-Нинья
См.: →Явление Эль-Ниньо/южное колебание.

Ледник
Масса наземного льда, передвигающаяся в нижнем направлении (в результате внутренней деформации и скольжения в основании) и ограниченная окружающей топографией, например боковыми склонами долины или окружающими пиками гор; топография оказывает основное влияние на динамику и покатость поверхности ледника подстилающих пород. Ледник поддерживается накоплением снега на больших высотах, уравновешивается таянием льда на более низких высотах или сходом льда в море.

Ледниковый купол
Куполообразная масса льда, покрывающая горные районы, которая по своей протяженности меньше чем →ледовый щит.

Ледовый щит
Масса наземного льда, достаточно глубокая для покрытия большей части рельефа коренных пород, в связи с чем ее конфигурация определяется главным образом ее внутренней динамикой (движением льда по мере его внутренней деформации и скольжения в его основании). Ледовый щит движется во внешнем направлении из высокой центральной части плато с незначительным средним уклоном поверхности. Края характеризуются резким уклоном и лед сбрасывается через быстро передвигающиеся потоки льда или ледниковые выходы в некоторых случаях в море или в плавающие в море шельфовые ледники. В современном мире имеется лишь два крупных ледовых щита — в Гренландии и Антарктике, при этом Антарктический ледовый щит делится на восточную и западную части Трансантарктическими горами; во время ледниковых периодов были и другие щиты.

Лес
Тип растительности с преобладанием деревьев. В мире существует много определений термина «*лес*», отражающих значительные различия в биогеофизических условиях, социальной структуре и экономике. Обсуждение термина «лес» и связанных с ними терминов, таких, как →облесение, →лесовосстановление и →обезлесивание: см. доклад МГЭИК — Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (МГЭИК, 2000 г.).

Лесовозобновление
Посадка лесов на землях, на которых раньше были леса, но которые были преобразованы для других видов использования. Обсуждение термина →лес и связанных с ним терминов, таких, как →облесение, лесовозобновление и →обезлесивание: см. доклад МГЭИК — Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (МГЭИК, 2000 г.).

Линия/зона оседания
Место соприкосновения между →ледовым щитом и →шельфовым ледником или то место, в котором лед начинает превращаться в плавучую массу.

Литосфера
Внешняя сфера «твердой» Земли, в том числе континентальной и океанической, которая охватывает всю кору и холодную, главным образом эластичную, часть верхней мантии. Вулканическая деятельность, хотя и является частью литосферы, не считается частью →климатической системы, однако выступает в качестве внешнего фактора воздействия. См.: →Изостатические движения земли.

Млн$^{-1}$, млрд$^{-1}$, трлн$^{-1}$
См.: →Доля грамм-молекул.

Модель климата (иерархия)
Численное представление →климатической системы, основанное на физических, химических и биологических свойствах ее компонентов, их взаимодействиях и процессах обратных связей, и объясняющее все или некоторые из ее известных свойств. Климатическая система может быть представлена моделями различной сложности, т. е. иерархия модели может быть определена для любого компонента или совокупности компонентов, различающихся по таким аспектам, как количество пространственных факторов, степень четкости представления физических, химических или биологических процессов, или уровень применения эмпирической→параметризации. Совмещенные модели общей циркуляции системы атмосфера-океан-морской лед (МОЦАО) обеспечивают всеобъемлющее представление климатической системы. Развитие идет в направлении более сложных моделей, учитывающих активные химические и биологические процессы. Модели климата применяются в качестве инструмента исследований для изучения и моделирования климата, а также для оперативных целей, включая разработку ежемесячных, сезонных и межгодовых →предсказаний климата.

Модель общей циркуляции (МОЦ)
См.: →Модель климата.

Монреальский протокол
Монреальский протокол по веществаам, разрушающим озоновый слой, был принят в Монреале в 1987 г., после чего в него вносились коррективы и поправки в Лондоне (1990 г.), Копенгагене (1992 г.), Вене (1995 г.), Монреале (1997 г.) и Пекине (1999 г.). Он регулирует потребление и производство химических веществ, содержащих хлор и бром, которые разрушают стратосферный озон, а именно: ХФУ, метилхлороформ, четыреххлористый углерод и многих других веществ.

Накопитель
Компонент →климатической системы, иной нежели атмосфера, обладает способностью хранить, накапливать или высвобождать какое-либо из рассматриваемых здесь веществ, например, углерод, →парниковый газ или →прекурсор. Океаны, почвы и →леса являются примерами накопителей углерода. Эквивалентом этого термина является понятие «резервуар», (отметим, что определение понятия «резервуар» часто включает и атмосферу). Абсолютное количество вызывающего озабоченность вещества, находящегося в накопителе в конкретное время, называется запасом.

Нелинейность
Процесс именуется «нелинейным» в случае отсутствия какой-либо прямо пропорциональной связи между причиной и следствием. →Климатическая система включает многочисленные подобные нелинейные процессы, результатом чего является система, характеризующаяся потенциальным весьма сложным поведением. Подобная сложность может привести к →быстрому изменению климата.

Неопределенность
Выражение степени, в которой какая-либо величина (например будущее состояние климатической системы) является неизвестной. Неопределенность может быть следствием недостатка информации или разногласия о том, что известно или даже, что познаваемо. Источники неопределенности могут быть самыми разными — от поддающихся количественному определению ошибок в данных, до нечетко определенных концепции или терминов, или неопределенностей в прогнозах поведения человека. Неопределенность соответственно может быть представлена как количественными показателями (например диапазоном значений, рассчитанных с помощью различных моделей), так и качественными заявлениями (например отражающими суждения какой-либо группы экспертов). См. Moss and Schneider (2000).

Обезлесивание
Сведение лесов. Обсуждение термина «лес» и связанных с ним терминов, таких, как →облесение, →лесовозобновление и →обезлесивание см. в Сециальном докладе МГЭИК — Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (МГЭИК, 2000 г.).

Облесение
Посадка новых лесов на землях, на которых исторически не было лесов. Обсуждение термина →лес и родственых терминов, таких, как: облесение, →лесовозобновление и →обезлесивание: см. в Специальном докладе МГЭИК— Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (МГЭИК, 2000 г.).

Обнаружение и объяснение
Климат постоянно меняется во всех временных масштабах. *Обнаружение* →изменения климата — это процесс демонстрации того, что климат изменился в некотором определенном статистическом смысле без объяснения причины подобного изменения. *Объяснение* причин изменения климата — это процесс установления наиболее вероятных причин выявленного изменения с некоторой определенной степенью достоверности.

Обогащение азотом
Активизация роста растений посредством добавок азотных соединений.
В докладах МГЭИК это, как правило, касается внесения удобрений из антропогенных источников азота, таких, как изготовленные человеком удобрения и закись азота, выбрасываемая в результате сжигания ископаемых видов топлива.

Обогащение атмосферы CO_2
См. Обогащение атмосферы двуокисью углерода (CO_2).

Обогащение атмосферы двуокисью углерода (CO_2)
Ускорение роста растений в результате повышения концентрации CO_2 в атмосфере. В зависимости от их механизма →фотосинтеза определенные виды растений являются более чувствительными к изменениям концентрации CO_2 в атмосфере. В частности, →C_3-растения, как правило, в большей мере реагируют на CO_2, →C_4-растения.

Обратное моделирование
Математическая процедура, при помощи которой исходные данные модели оцениваются исходя скорее из наблюдаемого результата, а не наоборот. Она применяется, например, для оценки местонахождения и мощности источников и поглотителей CO_2, исходя из результатов измерений распределения концентрации CO_2 в атмосфере, данных моделей глобального →цикла углерода, и для расчета атмосферного переноса.

Обратная связь
См.: →Климатическая обратная связь.

Общая циркуляция
Крупномасштабные передвижения атмосферы и океана в результате различного нагрева вращающейся Земли, направленные на восстановление →энергетического баланса системы посредством передачи тепла и импульса движения.

Объяснение
См.: →Обнаружение и объяснение.

Озон
Озон — трехатомная разновидность кислорода (O_3) — это газообразный компонент атмосферы. В →тропосфере он

образуется в результате естественных и фотохимических реакций, в которых участвуют газы антропогенного происхождения («смог»). При высоких концентрациях тропосферный озон может пагубно воздействовать на широкий диапазон живых организмов. Тропосферный озон действует в качестве →парникового газа. В →стратосфере он образуется в результате взаимодействия между ультрафиолетовым излучением солнца и молекулярным кислородом (O_2). Стратосферный озон имеет исключительно важное значение для поддержания радиационного баланса стратосферы. Его концентрация является наивысшей в →озоновом слое.

Озоновая дыра
См.: →Озоновый слой.

Озоновый слой
→Стратосфера содержит слой, в котором концентрация озона является наивысшей — так называемый озоновый слой. Протяженность этого слоя составляет порядка 12—40 км. Концентрация озона достигает максимальной величины в районе от 20 до 25 км. Этот слой истощается в результате антропогенных выбросов соединений хлора и брома. Ежегодно в весенний период в южном полушарии над Антарктическим регионом наблюдается весьма сильное истощение озонового слоя, которое вызывается антропогенными соединениями хлора и брома в сочетании со специфическими метеорологическими условиями этого региона. Это явление получило название «озоновой дыры».

Опустынивание
Деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая колебания климата и деятельность человека. Кроме того, в Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием деградация земель определяется как снижение или потеря биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полузасушливых или сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или совокупности процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами его расселения, таких, как: (i) ветровая и/или водная эрозия почв; (ii) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; и (iii) долгосрочная потеря естественного растительного покрова. (Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием).

Организационная структура модели
См.: →Модель климата.

Органический аэрозоль
→Аэрозольные частицы, состоящие главным образом из органических соединений, главным образом C, H, O, и меньшего количества других элементов. (Источник: Charlson and Heintzenberg, 1995, с. 405) См.: →Углеродистый аэрозоль.

(Относительное) вековое изменение уровня моря
Долгосрочные изменения относительного уровня моря, вызванные либо →евстатическими изменениями, например →тепловым расширением или изменениями в вертикальных передвижениях суши.

Относительное количество грамм-молекул
Относительно количество грамм-молекул или *коэффициент перемешивания* — это отношение количества грамм-молекул составляющего вещества в данном объеме к общему количеству грамм-молекул всех составляющих в этом объеме. Обычно приводится применительно к сухому воздуху. Характерные величины для долго живущих →парниковых газов составляют порядка мк моль/моль (миллионная доля: $млн^{-1}$), нмоль/моль (миллиардная доля: $млрд^{-1}$) и фмоль/моль (триллионная доля: $трлн^{-1}$). Относительное количество грамм-молекул отличается от *коэффициента перемешивания объема*, который часто выражается в ppmv и т.д., коррекциями неидеальности газов. Подобная коррекция имеет важное значение для точности измерений многих парниковых газов. (Источник: Schwartz and Warneck, 1995).

Относительный уровень моря
Уровень моря, измеренный при помощи →футштока относительно того участка суши, на котором он находится. Средний уровень моря (СУМ) обычно определяется как средний относительный уровень моря за такой период, как месяц или год, который является достаточно длительным для выведения усредненного значения таких переходных явлений, как волны.

Параметризация
Применительно к →моделям климата этот термин означает метод представления процессов, которые не поддаются четкому разрешению при данной пространственной или временной разрешающей способности модели (процессы в масштабе меньше сетки), посредством соотношений между усредненным по площади или времени эффектом подобных процессов в масштабе меньше сетки и более крупномасштабным потоком.

Парниковый газ
Парниковые газы — это газообразные составляющие атмосферы как естественного, так и антропогенного происхождения, которые поглощают и испускают излучение с конкретной длиной волны в рамках спектра инфракрасного излучения, испускаемого поверхностью Земли, атмосферой и облаками. Это свойство вызывает →парниковый эффект. Основными парниковыми газами в атмосфере Земли являются: водяной пар (H_2O), двуокись углерода (CO_2), закись азота (N_2O), метан (CH_4) и озон (O_3). Кроме того, имеется ряд полностью антропогенных парниковых газов в атмосфере, таких, как →галоидуглероды и другие вещества, содержащие хлор и бром, которые рассматриваются в рамках →Монреальского протокола. Помимо CO_2, N_2O и CH_4 в →Киотском протоколе рассматриваются такие парниковые газы, как: гексафторид серы (SF_6), гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ).

Парниковый эффект

→Парниковые газы эффективно поглощают →инфракрасное излучение, испускаемое поверхностью Земли, самой атмосферой из-за присутствия этих газов, а также облаками. Атмосферное излучение идет по всем направлениям, в том числе вниз по направлению к поверхности Земли. Таким образом, парниковые газы являются ловушкой для тепла в системе поверхность Земли-тропосфера. Это явление носит название *естественного парникового эффекта.*

Атмосферное излучение в значительной мере связано с температурой на том уровне, из которого оно исходит. В →тропосфере температура обычно понижается с увеличением высоты. Фактически инфракрасное излучение, испускаемое в космическое пространство, возникает с высоты, на которой температура в среднем составляет -19 °C, в сбалансированном равновесии с чистой приходящей солнечной радиацией, в то время как поверхность Земли сохраняет гораздо более высокую температуру — в среднем +14 °C.

Повышение концентрации парниковых газов ведет к повышению непроницаемости атмосферы для инфракрасного излучения и, соответственно, к фактическому испусканию излучения в космос с больших высот с более низкой температурой. Это является причиной →радиационного воздействия — дисбаланса, который может быть компенсирован лишь за счет повышения температуры в системе поверхность Земли-тропосфера. Это явление называют *усиленным парниковым эффектом.*

Проекция (общая), синоним — сценарный прогноз

Проекция — это описание возможного будущего развития какой-либо качественной характеристики или совокупности количественных показателей, часто рассчитываемая с помощью какой-либо модели. Проекции отличаются от *предсказаний*, в том смысле, что для выработки проекций используются предположения относительно будущего социально-экономического и технологического развития, которое может или не может произойти, и поэтому проекции связаны со значительной неопределенностью. См. также →Проекция климата; →Предсказание климата.

Проекция климата

→Проекция реакции климатической системы на →сценарии выбросов или концентрации парниковых газов и аэрозолей или →сценарии радиационного воздействия, часто основанная на результатах имитаций с использованием →моделей климата. Проекции климата отличают от →предсказаний климата, с тем чтобы подчеркнуть, что проекция климата зависит от используемых сценариев выбросов/концентраций/радиационного воздействия, основанных на допущениях относительно, например, будущего социально-экономического и технологического развития, которое может реально произойти или не произойти в будущем и поэтому для каждого сценария характерна существенная неопределенность.

Поглощение (uptake)

Добавление вызывающего озабоченность вещества в →накопитель. Поглощение содержащих углерод веществ, в частности двуокиси углерода, часто называют поглощением углерода (sequestration).

Поглощение (sequestration)

См.: →Поглощение (uptake).

Поглотитель

Любой процесс, вид деятельности или механизм, удаляющий из атмосферы →парниковый газ, →аэрозоль или прекурсор парникового газа или аэрозоля.

Подъем уровня моря

См.: →Относительное вековое изменение уровня моря; тепловое расширение.

Потенциал глобального потепления (ПГП)

Показатель радиационных характеристик сильно перемешанных →парниковых газов, который представляет совокупный эффект различных временных периодов, в течение которых эти газы остаются в атмосфере, и их относительную эффективность поглощения исходящего →инфракрасного излучения. Этот показатель аппроксимирует суммарный временной эффект потепления единичной массы данного парникового газа в сегодняшней атмосфере по отношению к эффекту →двуокиси углерода.

Предсказание климата

Предсказание или прогнозирование климата — это результат попытки дать наиболее вероятное описание или оценку фактической эволюции климата в будущем, например, в сезонном, межгодовом или долгосрочном временном масштабе. См. также: →Проекция климата и →Сценарий (изменения) климата.

Предшествующие соединения

Атмосферные соединения, которые сами по себе не являются →парниковыми газами или →аэрозолями, но которые оказывают воздействие на концентрации парниковых газов или аэрозолей в результате участия в физических или химических процессах, регулирующих темпы их образования или разрушения.

Продолжительность жизни

Продолжительность жизни — это общий термин, используемый для различных временных масштабов для характеристики темпов процессов, влияющих на концентрацию незначительных газовых примесей. Различаются следующие виды продолжительности жизни:

Время оборота (T) — это отношение массы M накопителя (например газообразное соединение в атмосфере) и общего показателя абсорбции S из накопителя: $T = M/S$. Для каждого процесса абсорбции может быть определено отдельное время оборота. В биологии почвенного углерода это понятие именуется *среднее время нахождения* (СВН).

Время адаптации или *время реагирования* (Та) — это временной масштаб, характеризующий снижение мгновенного исходного импульса в накопителе. Термин *время адаптации* используется также для характеристики адаптации массы накопителя после поэтапного изменения мощности источника. Термин *половина продолжительности жизни* или *константа снижения* используется для количественного определения процесса экспотенциального снижения первого порядка. См.: →Время реагирования для иного определения, соответствующего климатическим колебаниям. Термин *продолжительность жизни* используется в некоторых случаях в целях упрощения как заменитель понятия *время адаптации*. В простых случаях, когда глобальная абсорбция соединения прямо пропорциональна общей массе накопителя, время адаптации равно времени оборота: Т = Та. Примером является CFC-11, который удаляется из атмосферы лишь посредством фотохимических процессов в стратосфере. В более сложных случаях, когда задействовано несколько накопителей или когда абсорбция непропорциональна общей массе, равенство Т = Та больше не действует. →Двуокись углерода (CO_2) — это исключительный пример. Время его оборота всего лишь 4 года из-за процесса быстрого обмена между атмосферой и океанической и наземной биотой. В то же время, значительная часть этого CO_2 возвращается в атмосферу в течение нескольких лет. Таким образом, время адаптации CO_2 в атмосфере фактически определяется скоростью абсорбции углерода из поверхностного слоя океанов в более глубокие слои. Хотя приблизительная величина времени адаптации CO_2 в атмосфере может составлять 100 лет, фактическая адаптация идет быстрее на первоначальном этапе, а затем замедляется. В случае метана (CH_4) время адаптации отличается от времени оборота, поскольку абсорбция происходит главным образом посредством химической реакции с радикалом гидроксильной группы OH, концентрация которого зависит от концентрации CH_4. В этой связи абсорбция S CH_4 непропорциональна его общей массе M.

Промышленная революция

Период быстрого промышленного роста с далеко идущими социально-экономическими последствиями, который начался в Англии во второй половине XVIII века и распространился на Европу, а затем на другие страны, включая Соединенные Штаты Америки. Изобретение парового двигателя явилось важным толчком для этого развития. Промышленная революция знаменует собой начало быстрого роста использования ископаемых видов топлива и выбросов образующейся при сжигании ископаемого топлива двуокиси углерода. В настоящем докладе термины «доиндустриальный» и «промышленный» относятся, несколько произвольно, к периодам соответственно до и после 1750 г.

Пространственный и временной масштаб

Климат может меняться в широком пределе пространственного и временного масштаба. Пространственный масштаб может находиться в пределах от местного (менее 100 000 км^2), регионального (100 000—10 млн км^2) до континентального (10—100 млн км^2). Временной масштаб может лежать в пределах от сезонного до геологического (до сотен миллионов лет).

Радиационное воздействие

Радиационное воздействие — это изменение в вертикальном нетто-излучении (выражаемое в ваттах на квадратный метр: Вт·м$^{-2}$) в тропопаузе в результате внутреннего изменения в климатической системе или изменения внешнего воздействия со стороны →климатической системы, такого, как например, изменения в концентрации →двуокиси углерода или в излучении Солнца. Обычно радиационное воздействие рассчитывается после того, как температуры в стратосфере вновь адаптировались к радиационному равновесию, однако, при этом все характеристики тропосферы остаются зафиксированными на уровне значений, не измененных возмущениями. Радиационное воздействие называется мгновенными, если не происходит никакого изменения в температуре стратосферы. Практические проблемы, возникающие в результате этого определения, в частности в отношении радиационного воздействия, связанного с вызванными аэрозолями изменениями образования осадков облаками, рассматриваются в главе 6 настоящего доклада.

Равновесный и временный климатический эксперимент

Равновесный климатический эксперимент — это эксперимент, в ходе которого →модели климата дается возможность полностью адаптироваться к изменению →радиационного воздействия. Благодаря подобным экспериментам получают информацию о различии между исходным и окончательным состояниями модели, но не данные о реакции, которая зависит от временного предела. Если допускается постепенная эволюция воздействия в соответствии с предписанным →сценарием выброса, может быть проанализирована реакция модели климата, зависящая от временного фактора. Подобный эксперимент именуется *экспериментом временного климата*. См.: →Перспективная оценка климата.

Радиоволновое-акустическое зондирование

Картирование поверхности и коренного ложа и, следовательно, толщины ледника может осуществляться при помощи радиолокатора; проникающие в лед сигналы отражаются на нижней границе породы (или воды, или плавающего ледникового языка).

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)

Конвенция была принята 9 мая 1992 г. в Нью-Йорке и подписана в 1992 г. на Встрече на высшем уровне «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро более чем 150 странами и Европейским сообществом. Ее конечная цель заключается в «стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». Она содержит обязательства всех Сторон. Согласно этой Конвенции Стороны, включенные в приложение I, должны стремиться к снижению к 2000 г. выбросов парниковых газов,

не контролируемых Монреальским протоколом, до уровня 1990 г. Конвенция вступила в силу в марте 1994 г. См.: →Киотский протокол.

Рамочная конвенция об изменении климата
См.: →Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН).

Растительный уголь
Продукт преобразования биомассы в результате карбонизации, обычно сохраняющий определенную микроскопическую структуру, характерную для растительных тканей; по химическому составу состоит главным образом из углерода с нарушенной графической структурой, а также меньших объемов кислорода и водорода. См.: →Углерод в чистом виде; частицы сажи. (Источник: Charlson and Heintzenberg, 1995, с. 402).

Резерв
См.:→Накопитель.

Режимы
Преобладающие →структуры изменчивости климата.

Североатлантическое колебание (САК)
Североатлантическое колебание включает противоположные колебания барометрического давления вблизи Исландии и около Азорских островов. В среднем западное течение между исландским районом низкого давления и азорским районом высокого давления вызывает движение циклонов с их фронтальными системами в направлении Европы. Однако разница давления между Исландией и Азорскими островами колеблется во временных масштабах от дней до десятилетий и иногда может иметь обратное направление.

Смягчение последствий
Вмешательство человека с целью сокращения →источников или увеличения емкости →поглотителей →парниковых газов.

Содержащий углерод аэрозоль
Аэрозоль, состоящий главным образом из органических веществ и разновидностей →углерода в чистом виде. (Источник: Charlson and Heintzenberg, 1995, с. 401).

Солнечная активность
Деятельность Солнца характеризуется периодами высокой активности, отмечаемой по ряду →солнечных пятен, а также радиоактивным выбросам, магнитной активности и выбросам частиц высокой энергии. Подобные колебания имеют место в пределах временного масштаба от миллионов лет до минут. См.: →Солнечный цикл.

Солнечные пятна
Небольшие темные области на Солнце. Количество солнечных пятен повышается в периоды высокой →солнечной активности и меняется, в частности, в период солнечного цикла.

Солнечная радиация
Радиация, испускаемая Солнцем. Упоминается также в качестве коротковолновой радиации. Солнечная радиация имеет отчетливый диапазон длин волн (спектр),определяемый температурой Солнца. См. также: →Инфракрасное излучение.

Солнечный («11-летний») цикл
Квазирегулярная модуляция →солнечной активности с меняющейся амплитудой и периодом от 9 до 13 лет.

C_3-растения
Растения, которые в ходе фотосинтеза производят соединения C_3; к ним относятся большинство деревьев и такие сельскохозяйственные культуры, как: рис, пшеница, соевые бобы, картофель и овощи.

C_4-растения
Растения, которые в ходе фотосинтеза производят соединения C_4; главным образом тропического просхождения, включая травы и такие важные для сельского хозяйства культуры, как: маис, сахарный тростник, просо и сорго.

Средний уровень моря
См.: →Относительный уровень моря.

Стратосфера
Слой атмосферы с высокой стратификацией, находящийся над →тропосферой и простирающийся от высоты примерно в 10 км (в среднем от 9 км в высоких широтах и до 16 км в тропиках) до примерно 50 км.

Структуры изменчивости климата
Естественная изменчивость →климатической системы, в частности в сезонных и более длительных временных масштабах, в большинстве своем наблюдается в виде преобладающих пространственных структур динамических нелинейных характеристик циркуляции атмосферы и взаимодействий с поверхностями земли и океана. Подобные пространственные структуры именуются также «режимами» или «модами». Примерами являются североатлантическое колебание (САК), тихоокеанское-→североамериканское колебание (ТСАК), →явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО) и антарктическое колебание (АК).

Суточный диапазон температуры
Различие между максимальной и минимальной температурой в течение дня.

Сценарий выбросов
Правдоподобное представление будущего развития выбросов веществ, которые потенциально являются радиационно активными (например, →парниковые газы, →аэрозоли), основанное на последовательной и внутренне согласованной совокупности допущений о воздействующих факторах (как-то: демографическое и социально-экономическое развитие, технологические изменения) и их основных взаимосвязей.

Сценарии концентрации, полученные при помощи сценариев выбросов, используются в качестве исходных данных в модели климата для расчета →проекций климата.

В 1992 г. МГЭИК представила совокупность сценариев выбросов, которые были использованы в качестве основы для →перспективных оценок климата в сценариях МГЭИК в 1996 г. Эти сценарии выбросов упоминаются как сценарии IS92. В Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (Накиченович *и др.*, 2000 г.) были опубликованы новые сценарии выбросов — так называемые →сценарии СДСВ, некоторые из которых использовались, в частности, в качестве основы для перспективных оценок климата, представленных в главе 9 настоящего доклада. Значения некоторых терминов, связанных с этими сценариями, см. →сценарии СДСВ.

Сценарий (общий)

Правдоподобное и часто упрощенное описание того, каким образом может происходить развитие в будущем, основанное на последовательной и внутренне согласованной совокупности предположений о движущих силах и основных взаимосвязях. Сценарии могут быть разработаны на основе →перспективных оценок, однако они часто основаны на дополнительной информации из других источников, иногда объединенных с «повествовательным сюжетом». См. также: →Сценарии СДСВ; →Сценарий климата; →Сценарии выбросов.

Сценарий радиационного воздействия

Вероятное представление будущего развития →радиационного воздействия, связанного, например, с изменениями в составе атмосферы или изменениями в землепользовании, или с такими внешними факторами, как колебания →солнечной активности. Сценарии радиационного воздействия исходных элементов в упрощенных →моделях климата для расчета →перспективных оценок климата.

Сценарии СДСВ

Сценарии СДСВ — это →сценарии выбросов, разработанные Накиченовичем и другими авторами (2000 г.) и используемые, среди прочего, в качестве основы для перспективных оценок климата в главе 9 настоящего доклада. Для лучшего понимания структуры и использования набора сценариев СДСВ имеют значение следующие термины:

Иллюстративный сценарий
Сценарий, который является иллюстративным для каждой из шести сценарных групп, изложенных в Резюме для лиц, определяющих политику, подготовленном Накиченовичем и другими авторами (2000 г.). Они включают четыре пересмотренных «сигнальных сценария» для сценарных групп A1B, A2, B1, B2, а также два дополнительных сценария для групп A1FI и A1T. Все сценарные группы являются в равной степени обоснованными.

Сигнальный сценарий
Сценарий, который первоначально готовится в виде проекта на Web-сайте СДСВ для представления данной сценарной семьи. Выбор сигнальных сценариев был основан на том, какая из первоначальных количественных оценок лучше всего отражает сюжетную линию, а также характеристики конкретных моделей. Сигнальные сценарии никоим образом не являются более вероятными по сравнению с другими сценариями, однако рассматриваются группой авторов СДСВ в качестве иллюстрирующих конкретную сюжетную линию. Они также включены в пересмотренном варианте в Резюме, подготовленное Накиченовичем и другими авторами (2000 г.). Эти сценарии были самым тщательным образом рассмотрены всей группой авторов, а также в ходе открытого процесса СДСВ. Сценарии также отбирались для иллюстрации двух других сценарных групп (см. также «Сценарная группа» и «Иллюстративный сценарий»).

(Сценарная) группа
Сценарии в рамках семьи, которые отражают последовательное колебание сюжетной линии. Сценарная семья A1 включает четыре группы, обозначенные как A1T, A1C, A1G и A1B, в которых рассматриваются альтернативные структуры будущих энергетических систем. В Резюме для лиц, определяющих политику, подготовленном Накичиновичем и другими авторами (2000 г.), группы A1C и A1G были включены в одну сценарную группу A1F1 «Значительная доля ископаемых видов топлива». Три другие сценарные семьи состоят из одной группы каждая. Таким образом, набор сценариев СДСВ, изложенный в Резюме для лиц, определяющих политику, подготовленном Накиченовичем и другими авторами (2000 г.), состоит из шести различных сценарных групп, каждая из которых является в равной степени обоснованной, а все вместе они охватывают диапазон неопределенностей, связанных с определяющими факторами и выбросами.

(Сценарное) семейство
Сценарии, которые имеют аналогичную сюжетную линию изменения демографического, общественного, экономического и технического характера. Четыре сценарных семейства составляют сценарный набор СДСВ: A1, A2, B1 и B2.

(Сценарная) сюжетная линия
Тематическое описание сценария (или семьи сценариев) с изложением основных сценарных характеристик, взаимосвязей между ключевыми определяющими факторами и динамикой их эволюции.

Тепловое расширение

Применительно к повышению уровня моря это понятие означает увеличение объема (и уменьшение плотности), возникающее вследствие повышения температуры воды. Потепление океана ведет к увеличению объема океана и соответственно, к повышению уровня моря.

Термохалинная циркуляция

Крупномасштабная, вызываемая изменениями плотности воды, циркуляция в океане, возникающая из-за различий в температуре и солености. В Северной Атлантике термохалинная

циркуляция представляет собой движение теплых поверхностных вод в северном направлении и движение холодных глубинных вод в южном направлении, в результате чего возникает нетто-перенос тепла в направлении полюса. Поверхностные воды опускаются вниз в сильно ограниченных районах опускания вод, находящихся в высоких широтах.

Тропопауза
Граница между →тропосферой и →стратосферой.

Тропосфера
Самая нижняя часть атмосферы, начиная от поверхности Земли до высоты примерно в 10 км в средних широтах (в среднем от 9 км в высоких широтах до 16 км в тропиках), где перемещаются облака и происходят метеорологические явления. В тропосфере температура обычно понижается с увеличением высоты.

Углерод в чистом виде
Функционально определяемые виды на основе определения поглощения света и химической активности и/или термальной стабильности; состоит из сажи, растительного угля и/или возможного светопоглощающего огнеупорного органического вещества. (Источник: Charlson and Heintzenberg, 1995, с. 401).

УНП (уровень научного понимания)
Это показатель, состоящий из четырех степеней (высокая, средняя, низкая и весьма низкая), предназначенный для характеристики степени научного понимания факторов радиационного воздействия, которые влияют на изменение климата. Для каждого такого фактора данный показатель дает субъективное суждение относительно достоверности оценки его воздействия, включая такие факторы, как: предположения, необходимые для оценки воздействия, степень знания физических/химических механизмов, определяющих воздействие и неопределенности, связанные с количественной оценкой.

Факелы
Яркие пятна на Солнце. Охваченная факелами поверхность увеличивается в периоды высокой солнечной активности.

Фотосинтез
Процесс, в ходе которого растения поглощают CO_2 из воздуха (или бикарбонат в воде) для выработки углевода с выделением в ходе этого процесса O_2. Существует несколько путей фотосинтеза с различной реакцией на концентрации CO_2 в атмосфере. См. →Обогащение атмосферы двуокисью углерода.

Футшток
Устройство, установленное на побережье (и в некоторых глубоководных районах), при помощи которого осуществляется постоянное измерение уровня моря относительно прилегающей суши. Зарегистрированные таким образом данные об уровне моря с усреднением во времени дают наблюдаемые относительные вековые изменения уровня моря.

Цикл углерода
Термин, используемый для описания потока углерода (в различных формах, например в качестве углекислого газа) через атмосферу, океан, наземную →биосферу и литосферу.

Частицы сажи
Частицы, образующиеся во время резкого охлаждения газов на внешнем крае пламени органических паров, состоящие главным образом из углерода и меньшего количества кислорода и водорода, представленных в качестве карбоксильных и фенольных групп и характеризующихся неправильной графической структурой. См.: →Углерод в чистом виде; растительный древесный уголь. (Источник: Charlson and Heintzenberg, 1995, с. 406).

Чистая первичная продуктивность (ЧПП)

Увеличение растительной →биомассы или углерода на единицу ландшафта. ЧПП равна валовой первичной продуктивности минус потеря углерода в результате автотрофного дыхания.

Чистая продуктивность биома (ЧПБ)
Суммарное поступление или потеря углерода в каком-либо районе. ЧПБ равна →чистой продуктивности биома минус потеря углерода в результате какого-либо нарушения, например лесного пожара или вырубки леса.

Чистая продуктивность экосистемы (ЧПЭ)
Суммарное поступление или потеря углерода в какой-либо →экосистеме. ЧПЭ равна →чистой первичной продуктивности минус потеря углерода в результате гетеротрофного дыхания.

Чувствительность климата
В докладах МГЭИК равновесная чувствительность климата означает равновесное изменение средней глобальной приземной температуры в результате удвоения атмосферной концентрации (→эквивалента) CO_2. В более общем плане *равновесная чувствительность климата* означает равновесное изменение поверхностной температуры воздуха после изменения единицы изменения →радиационного воздействия (°C/Вт·м$^{-2}$). На практике, для оценки равновесной чувствительности климата требуется проведение продолжительных имитаций посредством совмещенных моделей общей циркуляции (→Модель климата).
Эффективная чувствительность климата — это относительный критерий, который снимает это требование. Она оценивается на основе результата модели для меняющихся неравновесных условий. Это критерий силы →обратных связей в конкретное время и он может меняться в зависимости от времени воздействия и состояния климата. Подробности обсуждаются в разделе 9.2.1 главы 9 настоящего доклада.

Шельфовый лед
Плавающий →ледовый щит значительной толщины, прилегающий к побережью (обычно значительной горизонтальной протяженности с ровной или слегка волнистой

поверхностью); часто является продолжением ледовых щитов в направлении моря.

Штормовой нагон
Временное увеличение в конкретном месте высоты уровня моря, вызванное экстремальными метеорологическими условиями (низкое атмосферное давление и/или сильные ветры). Штормовой нагон определяется как превышение того уровня, который ожидается в результате только колебания прилива в данное время и в данном месте.

Эвапотранспирация
Суммарный процесс испарения с поверхности Земли и транспирации растительности.

Эквивалент CO_2 (двуокиси углерода)
Концентрация →CO_2, которая вызовет →радиационное воздействие, аналогичное воздействию данной смеси CO_2 с другими →парниковыми газами.

Экосистема
Система взаимодействующих живых организмов вместе с их физической средой обитания. Границы того, что может быть названо экосистемой, являются произвольными в зависимости от направленности интереса или исследования. Соответственно масштабы той или иной экосистемы могут варьироваться от небольших пространственных масштабов до в конечном итоге всей планеты Земля.

Экстремальное метеорологическое явление
Явление, которое является редким в рамках его статистического эталонного распределения в каком-либо конкретном месте. Определения понятия «редкое» весьма разнообразны, однако экстремальное метеорологическое явление обычно является столь редким или даже более редким, как десятый или девяностый процентиль. По определению, характеристики того, что называют «экстремальной погодой», могут быть разными в разных местах.
«*Экстремальное климатическое явление*» — это среднее от количества метеорологических явлений за определенный период времени, среднее, которое само является экстремальным (например, количество дождевых осадков в какой-либо сезон).

Энергетический баланс
Энергетический баланс →климатической системы, усредненный применительно ко всему земному шару и более длительным периодам времени, должен характеризоваться равновесием. Поскольку климатическая система получает в целом всю энергию от Солнца, этот баланс означает, что в глобальном масштабе количество поступающего →солнечного излучения должно в среднем равняться исходящему отраженному солнечному излучению и исходящему →инфракрасному излучению, испускаемому климатической системой. Пертурбация этого глобального радиационного баланса, как антропогенного, так и естественного происхождения, именуется →радиационным воздействием.

Явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО)
Эль-Ниньо в своем первоначальном значении, — это теплое водное течение, которое периодически возникает вдоль берегов Эквадора и Перу, нарушая состояние местных рыбных запасов. Это океаническое явление связано с колебанием в структуре межтропического поверхностного давления и циркуляции в Индийском и Тихом океанах, называемом южным колебанием. Это явление в сопряженной системе «атмосфера-океан» известно под общим названием явления Эль-Ниньо/южное колебание. В ходе явления Эль-Ниньо преобладающие пассаты ослабевают, а дующие в противоположном направлении экваториальные ветры усиливаются, заставляя теплые поверхностные воды в районе Индонезии перемещаться в восточном направлении, где они создают верхний слой над холодными водами Перуанского течения. Это явление оказывает значительное влияние на ветер, температуру поверхности моря и осадкообразующие системы в тропической зоне Тихого океана. Оно воздействует на климат во всем тихоокеанском регионе и во многих других районах земного шара. Явление, обратное Эль-Ниньо, называют *Ла-Нинья*.

Ядро конденсации облаков
Находящиеся в воздухе частицы, которые служат в качестве исходной точки для конденсации воды в жидком состоянии и наличие которых ведет к образованию облачных капелек. См. также: →Аэрозоли.

Источники:

МГЭИК, 1992 г.: Изменение климата, 1992 г.: Дополнительный доклад к научной оценке МГЭИК [J. T. Houghton, B. A. Callander and S. K. Varney (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, xi + 116 pp.

МГЭИК, 1994 г.: Изменение климата, 1994 г.: Радиационное воздействие изменения климата и оценка сценариев выбросов МГЭИК IS92 [J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, J. Bruce, Hoesung Lee, B. A. Callander, E. Haites, N. Harris and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 339 pp.

МГЭИК, 1996 г.: Изменение климата, 1995г.: Научные аспекты проблемы изменения климата. Вклад рабочей группы I во Второй доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. [J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 572 pp.

МГЭИК, 1997 г.: Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство. Специальный доклад МГЭИК. [Р. Т. Уотсон, Я. Р. Нобл, Б. Болин, Н. Х. Равиндранат и Д. Дж. Верардо, Д. Дж. Доккен (ред.)] Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 377 pp.

IPCC, *1997a: IPCC Technical Paper 2: An introduction to simple climate models used in the IPCC Second Assessment Report,* [J. T. Houghton, L.G. Meira Filho, D. J. Griggs and K. Maskell (eds.)]. 51 pp.

IPCC, *1997b: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (3 volumes) [J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. Lim, K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D. J. Griggs and B. A. Callander (eds.)].

IPCC, *1997c: IPCC technical Paper 4: Implications of proposed CO_2 emissions limitations.* [J. T. Houghton, L.G. Meira Filho, D. J. Griggs and M Noguer (eds.)]. 41 pp.

Н. Накиченович, Дж. Алкамо, Ж. Дэвис, Б. де Вриэ, Дж. Фенхан, С. Граффин, К. Грегори, А. Грубер, Т. Ю. Цзюнь, Т. Крам, Э. Л. ла Ровере, П. Шукла, Л. Михаэлис, С. Мори, Т. Морита, У. Пеплер, Х. Питчер, Л. Прайс, К. Раихи, А. Роэхрл, Х-Х Рогнер, А. Санковский, М, Шлезингер, С. Смит, Р. Сварт, Н. Виктор, Ч. Дади — 2000 г.: *Сценарии выбросов. Специальный доклад рабочей группы III Межправительственной группы экспертов по изменению климата.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp

Charlson, R. J., and J. Heintzenberg (Eds.): Aerosol Forcing of Climate, pp. 91-108, copyright 1995, John Wiley and Sons Limited. Воспроизводится после получения разрешения.

Maunder, W. John, 1992: Dictionary of Global Climate Change, UCL Press Ltd.

Moss, R. and S. Schneider, 2000: *IPCC Supporting Material, pp. 33-51:Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to Lead Authors for more consistent Assessment and Reporting,* [R. Pachauri, T. Taniguchi and K. Tanaka (eds.)]

Schwartz, S. E. and P. Warneck, 1995: Units for use in atmospheric chemistry, Pure & Appl. Chem., 67, pp. 1377-1406.

Изменение климата, 2001 г.
Последствия, адаптация и уязвимость

Резюме рабочей группы II

Резюме для лиц, определяющих политику

Доклад рабочей группы II Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Техническое резюме доклада рабочей группы II

Доклад, принятый в целом рабочей группой II Межправительственной группы экспертов по изменению климата, но не одобренный построчно

Вклад рабочей группы II в Третий доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Содержание

Резюме для лиц, определяющих политику **II-1**

Техническое резюме **II-21**

1. Масштабы и концепция оценки **II-23**
1.1. Мандат оценки II-23
1.2. Какова потенциальная ставка? II-23
1.3. Концепция оценки II-25
1.4. Обработка неопределенностей II-26

2. Методы и средства оценки **II-26**
2.1. Определение отклика на изменение климата с использованием индикаторных видов или систем II-27
2.2. Прогнозирование последствий будущего изменения климата II-27
2.3. Комплексная оценка II-28
2.4. Оценка ущерба и определение стоимости II-28
2.5. Аналитическая рамочная основа принятия решений II-28

3. Сценарии будущего изменения **II-29**
3.1. Сценарии и их роль II-29
3.2. Сценарии социально-экономической ситуации, землепользования и состояния окружающей среды II-29
3.3. Сценарии подъема уровня моря II-29
3.4. Климатические сценарии II-30
3.5. Сценарии XXI века II-31
3.6. Каким образом мы можем совершенствовать сценарии и их использование? II-31

4. Естественные и антропогенные системы **II-33**
4.1. Водные ресурсы II-34
4.2. Сельское хозяйство и продовольственная безопасность II-36
4.3. Наземные и пресноводные экосистемы II-37
4.4. Прибрежные зоны и морские экосистемы II-39
4.5. Людские поселения, энергия и промышленность II-41
4.6. Страхование и прочие финансовые услуги II-46
4.7. Здоровье человека II-48

5. Региональный анализ **II-50**
5.1. Африка II-50
5.2. Азия II-53
5.3. Австралия и Новая Зеландия II-56
5.4. Европа II-59
5.5. Латинская Америка II-61
5.6. Северная Америка II-64
5.7. Полярные регионы II-67
5.8. Малые островные государства II-68

6. Адаптация, устойчивое развитие и справедливость **II-69**
6.1. Адаптационный потенциал II-71
6.2. Развитие, устойчивость и справедливость II-71

7. Глобальные вопросы и синтез **II-71**
7.1. Определение последствий изменения климата II-71
7.2. Пять причин озабоченности II-73

8. Информационные потребности **II-81**

Глоссарий **II-83**

Изменение климата, 2001 г. Последствия, адаптация и уязвимость

Резюме для лиц, определяющих политику

Доклад рабочей группы II Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Настоящее резюме, одобренное построчно на шестой сессии рабочей группы II МГЭИК (Женева, Швейцария, 13—16 февраля 2001 г.), является официально согласованным заявлением МГЭИК относительно чувствительности, адаптационного потенциала и уязвимости естественных и антропогенных систем в отношении изменения климата, а также потенциальных последствий изменения климата.

Основан на проекте, подготовленном следующими авторами:

К. К. Ахмад, Олег Анисимов, Найджел Арнелл, Сандра Браун, Ян Бёртон, Макс Кампос, Освальдо Кансьяни, Тимоти Картер, Стюарт Дж. Коуэн, Поль Дезанкер, Уильям Истерлинг, Б. Блэйер Фитцхэррис, Дональд Форбес, Хабиба Гитай, Эндрю Гитеко, Пэтрик Э. Гонзалес, Дуан Гублер, Сухата Гупта, Эндрю Хейнз, Хидео Харасава, Харле Инге Холтен, Бубу Потех Джаллоу, Роджер Джоунс, Збигнев Кунджевич, Мурари Лал, Эмилио Лебре Ля Ровере, Нейл Лэари, Рик Лееманс, Чунцен Лю, Крис Магадза, Мартин Мэннинг, Луис Хосе Мата, Джеймс Мак-Карти, Роджен Мак-Лин, Энтони Мак-Майкл, Кетлин Миллер, Эван Миллз, М. Монирул Кадер Мирза, Даниэль Мирдиярсо, Леонард Нурс, Камиль Пармезан, Мартин Пэрри, Джонатан Патс, Мишель Пети, Ольга Пилифосова, Барри Питток, Джеф Прайс, Терри Рут, Синтия Розенцвейг, Хосе Сарухан, Джон Шелнгубер, Стивен Шнейдер, Роберт Шолес, Майкл Скотт, Грэхам Сем, Бэрри Смит, Джоэль Смит, Брент Сонген, Алла Цыбань, Жан-Паскаль ван Иперсель, Пьер Веллинга, Ричард Уоррик, Том Вилбэнкс, Алистер Вудуорд, Дэвид Рэтт, а также многочисленные редакторы

1. Введение

Оценки чувствительности, адаптационного потенциала и уязвимости естественных и антропогенных систем в отношении изменения климата, а также потенциальных последствий изменения климата содержатся в докладе рабочей группы II Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) — *Изменение климата, 2001 г.: Последствия, адаптация и уязвимость*[1]. Данный доклад построен на прошлых докладах об оценках МГЭИК, пересматривающих ключевые выводы предыдущих оценок и содержащих результаты более новых исследований[2,3].

Оценки наблюдаемых изменений климата, их причин, а также потенциальных будущих изменений содержатся в докладе рабочей группы I МГЭИК *Изменение климата, 2001 г.: Научные аспекты.* В нем делается, в частности, вывод о том, что в течение XX века средняя глобальная приземная температура увеличилась на 0,6±0,2 °C и что по данным ряда сценариев, разработанных в *Специальном докладе о сценариях выбросов* МГЭИК (СДСВ), по сравнению с 1990 г. средняя глобальная приземная температура воздуха поднимется согласно оценкам на основе моделей на 1,4 — 5,8 °C к 2100 г., а среднеглобальный уровень моря поднимется к 2100 г. на 0,09—0,88 м. Эти прогнозы свидетельствуют о том, что потепление будет меняться в зависимости от региона и будет сопровождаться увеличением и уменьшением объема осадков. Кроме того, будут наблюдаться изменения в изменчивости климата, а также изменения частоты и интенсивности некоторых экстремальных климатических явлений. Эти общие характеристики изменения климата окажут воздействие на естественные и антропогенные системы и определят контекст для оценок, подготавливаемых рабочей группой II. В имеющейся литературе еще не проводились исследования последствий изменения климата, адаптации и уязвимости, связанных с верхним пределом прогнозируемого диапазона потепления.

В данном Резюме для лиц, определяющих политику, которое было одобрено правительствами-членами МГЭИК в феврале 2001 г. в Женеве, дается описание настоящего уровня понимания последствий, адаптации и уязвимости, связанных с изменением климата, а также их неопределенностей. Дополнительные подробности приводятся в нижеследующем докладе[4]. В разделе 2 Резюме приводится ряд общих фактов, появившихся в результате объединения информации из всего доклада. Каждый из этих фактов касается различных аспектов последствий изменения климата, адаптации и уязвимости, и не один из этих аспектов не является первостепенным. В разделе 3 приводятся сведения, касающиеся отдельных естественных и антропогенных систем, а в разделе 4 освещены некоторые из проблем, вызывающих озабоченность в различных регионах мира. В разделе 5 определяются приоритетные области исследований, направленных на дальнейшее повышение уровня понимания потенциальных последствий изменения климата и адаптации к нему.

2. Появляющиеся факты

2.1. Недавние региональные изменения климата, особенно повышение температуры, уже повлияли на многие физические и биологические системы

Имеющиеся данные наблюдений свидетельствуют о том, что региональные изменения климата, особенно повышение температуры, уже повлияли на разнообразную совокупность физических и биологических систем во многих частях мира. Примеры наблюдаемых изменений включают сокращение размеров ледников, таяние вечной мерзлоты, более позднее образование льда и более ранний ледоход на реках и озерах, увеличение продолжительности периодов созревания урожаев в средних — высоких широтах, перемещение в северном направлении и изменение высоты нахождения растительности и пастбищ для скота, сокращение популяций некоторых видов растений и животных, а также более раннее цветение деревьев, появление насекомых и кладка яиц птицами (см. рисунок РП-1). Наличие связи между изменениями в региональных температурах и наблюдаемыми изменениями в физических и биологических системах было документально зарегистрировано для многочисленных видов водной, наземной и морской окружающей среды. [2.1, 4.3, 4.4, 5.7 и 7.1]

Исследования, приведенные выше и проиллюстрированные на рисунке РП-1, были взяты из обзора литературы, в котором определялись долгосрочные исследования, как правило 20 и более лет, изменений в биологических и физических системах, которые могли быть связаны с региональными изменениями температуры[5]. В большинстве случаев, когда обнаруживались изменения в

[1] *Изменение климата* в документах МГЭИК означает любое изменение климата за определенный период времени, вызванное естественной изменчивостью или деятельностью человека. Подобное толкование отличается от определения, содержащегося в Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, в которой *изменение климата* означает изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные изменения климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени. Вопросами объяснения изменения климата в результате воздействия естественных факторов и деятельности человека занимается рабочая группа I.

[2] В подготовке доклада участвовали 183 ведущих автора-координатора и ведущих автора, а также 243 автора, представивших материалы. Его редактировали 440 правительственных редакторов и редакторов-экспертов, при этом 33 редактора контролировали процесс редактирования.

[3] В шестой сессии рабочей группы II, состоявшейся 13—16 февраля 2001 г. в Женеве, участвовали делегации из 100 стран-членов МГЭИК.

[4] Более всеобъемлющее резюме доклада содержится в Техническом резюме, и соответствующие разделы этого тома указаны в скобках в конце пунктов Резюме для лиц, определяющих политику, для тех читателей, которым требуется дополнительная информация.

[5] Проведено 44 региональных исследования, продолжительность которых колебалась от порядка 20 до 50 лет, над более чем 400 видами растений и животных главным образом из Северной Америки, Европы и южной части полярного региона. Проведено 16 региональных исследований, охватывающих около 100 физических процессов над большей частью регионов мира, продолжительность которых колебалась в пределах от почти 20 до 150 лет. Более подробную информацию см. в разделе 7.1 Технического резюме.

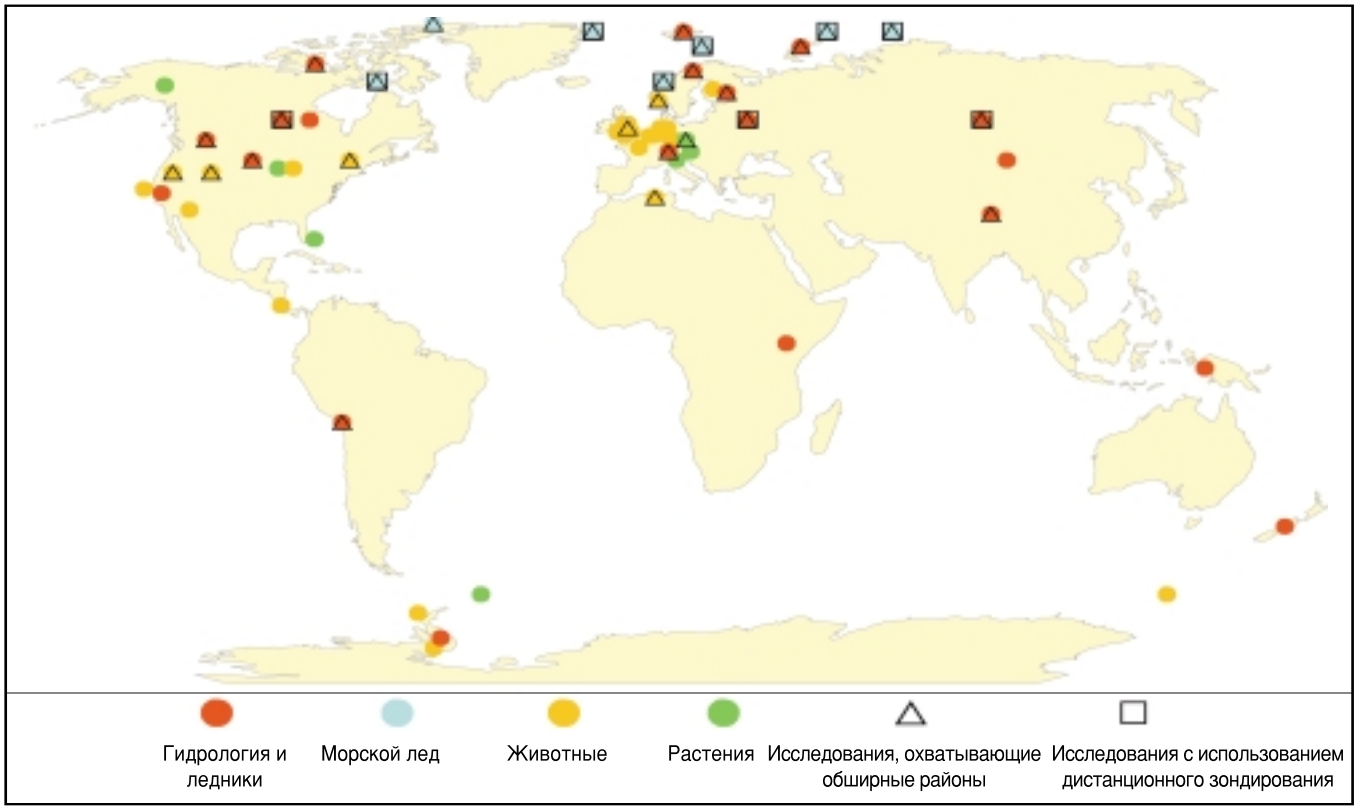


Рисунок РП-1. Места, в которых систематические долговременные исследования соответствуют строгим критериям документирования последних связанных с температурой региональных последствий изменения климата для физических и биологических систем. Данные, связанные с гидрологией, отступанием ледников и морским льдом, отражают тенденции в масштабе десятилетия —столетия. Данные о наземных и морских экосистемах отражают тенденции как минимум двух десятилетий. Значительные области охвачены исследованиями на основе дистанционного зондирования. Данные касаются разовых или многочисленных последствий, которые соответствуют известным механизмам реагирования физических/биологических систем на наблюдаемые региональные изменения, связанные с температурой. Для зарегистрированных последствий, охватывающих обширные районы, был избран метод репрезентативного месторасположения на карте.

биологических и физических системах, направление изменения соответствовало тому изменению, которое ожидалось на основе известных механизмов. Вероятность того, что наблюдаемые изменения в ожидаемом направлении (без какой-либо связи с масштабами) могли произойти чисто случайно, является ничтожной. Во многих частях мира серьезными могут оказаться последствия, связанные с выпадением осадков. В настоящее время существует нехватка систематических совпадающих климатических и биофизических данных достаточной продолжительности (два или более десятилетий), которые считаются необходимыми для оценки последствий осадков.

Такие факторы, как изменения в землепользовании и загрязнение, также влияют на эти физические и биологические системы, при этом в некоторых конкретных случаях трудно определить реальные причины изменений. Тем не менее, в своей совокупности наблюдаемые изменения в этих системах характеризуются согласованным характером с точки зрения направления и последовательностью применительно к различным местам и/или регионам (см. рисунок РП-1) при наличии ожидаемых последствий региональных изменений по параметру температуры. Таким образом, на основе общей совокупности данных имеется *высокая вероятность*[6] того, что последние региональные изменения температуры имели очевидные последствия для многих физических и биологических систем.

2.2. *Имеются предварительные свидетельства того, что некоторые антропогенные системы пострадали в результате недавних увеличений масштабов наводнений и засух*

Появляются свидетельства того, что некоторые социальные и экономические системы уже пострадали в результате недавнего увеличения частоты наводнений и засух в некоторых районах. В то же время на подобные системы влияют также изменения в макроэкономических факторах, таких, как демографические сдвиги и изменения в землепользовании. Как правило, относительное воздействие климатических и социально-экономических факторов с трудом поддается количественному определению. [4.6 и 7.1]

[6] В настоящем Резюме для лиц, определяющих политику, в соответствующих местах использовались следующие выражения для обозначения определяющих оценок достоверности (основанные на общем решении авторов, использующих данные наблюдения, результаты моделирования, а также теорию, которую они рассматривали): *весьма высокая* (95% или более), *высокая* (67—95 %), *средняя* (33—67 %), *низкая* (5—33 %) и *весьма низкая* (5 % или менее). В других случаях для оценки уровня научного понимания использовалась качественная шкала: *прочно устоявшееся; устоявшееся, но неполное; противоречивые объяснения и теоретическое.* В разделе 1.4 Технического резюме представлены подходы, используемые для оценки степеней достоверности и уровня научного понимания, а также определения этих терминов. В каждом случае применение этих терминов в Резюме для лиц, определяющих политику, они приводятся в виде сносок и выделяются *курсивом.*

Текстовой блок РП-1. Чувствительность, адаптируемость и уязвимость, связанные с изменением климата

Чувствительность — это та степень, в которой система является затронутой как негативным, так и благоприятным образом в результате связанных с климатом воздействий. Эти воздействия охватывают в данном случае все элементы изменения климата, включая средние климатические характеристики, изменчивость климата, а также частоту и величину экстремальных явлений. Воздействия могут быть прямыми (например, изменение урожайности в результате изменения среднего значения, диапазона или изменчивости температур) или косвенными (например, ущерб, причиняемый в результате увеличения количества случаев наводнений в прибрежной зоне, вызванных подъемом уровня моря).

Адаптационный потенциал — это способность системы приспосабливаться к изменению климата (включая изменчивость климата и его экстремальные явления), с тем чтобы смягчать потенциальный ущерб, использовать имеющиеся возможности или справляться с последствиями.

Уязвимость — это та степень, в которой система подвержена негативным последствиям изменения климата или неспособна справиться с ними, включая изменчивость климата и его экстремальные явления. Уязвимость является функцией характера, величины и скорости климатических колебаний, которым подвергается данная система, ее чувствительности и адаптационного потенциала.

2.3. Естественные системы являются уязвимыми для изменения климата и некоторым из них будет нанесен необратимый ущерб

Естественные системы могут оказаться особенно уязвимыми для изменения климата ввиду ограниченной способности к адаптации (см. текстовой блок РП-1), а некоторым из этих систем может быть нанесен существенный и необратимый ущерб. К числу находящихся в опасности естественных систем относятся: ледники, коралловые рифы и атоллы, мангровые леса, северные и тропические леса, полярные и арктические экосистемы, сильно увлажненные земли прерий и сохранившиеся природные пастбища. Несмотря на то, что может произойти увеличение численности или сферы обитания некоторых видов, изменение климата повысит существующие риски уничтожения некоторых более уязвимых видов и утраты биоразнообразия. *Прочно устоявшимся*[6] является понимание того, что географические масштабы ущерба или утраты, а также количество затронутых систем будут возрастать по мере увеличения масштабов и темпов изменения климата (см. рисунок РП-1). [4.3 и 7.2.1.]

2.4. Многие антропогенные системы являются чувствительными к изменению климата, а некоторые являются уязвимыми

К числу антропогенных систем, которые являются чувствительными к изменению климата, относятся главным образом: водные ресурсы; сельское хозяйство (особенно продовольственная безопасность) и лесное хозяйство; прибрежные зоны или морские системы (рыбные промыслы); людские поселения, энергетика и промышленность; страхование и прочие финансовые услуги; и здоровье человека. Уязвимость этих систем меняется в зависимости от географического расположения, времени, а также социальных, экономических и экологических условий. [4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 и 4.7]

Прогнозируемые неблагоприятные последствия, основанные на моделях и других исследованиях, включают:

- общее потенциальное снижение урожайности сельскохозяйственных культур в большинстве тропических и субтропических регионов почти для всех случаев прогнозируемого повышения температуры; [4.2]
- общее потенциальное снижение (с некоторыми колебаниями) урожайности сельскохозяйственных культур в большинстве регионов средних широт в случае повышения среднегодовой температуры более чем на несколько (a few) °C; [4.2]
- наличие меньших объемов водных ресурсов для населения во многих регионах со скудными водными ресурсами, особенно в субтропиках; [4.1]
- увеличение числа людей, уязвимых для трансмиссивных (например малярия) и передающихся через воду (например холера) заболеваний, и повышение смертности от теплового стресса; [4.7]
- повсеместное увеличение риска наводнений для многих людских поселений (десятки миллионов жителей поселений, охваченных исследованиями) в результате как роста сильных осадков, так и подъема уровня моря; [4.5]
- повышение спроса на энергию для охлаждения помещений ввиду более высоких летних температур. [4.5]

Прогнозируемые позитивные последствия, основанные на моделях и других исследованиях, включают:

- потенциальное увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в некоторых регионах средних широт вследствие увеличения температуры менее чем на несколько (a few) °C; [4.2]
- потенциальное увеличение глобальных поставок древесины из рационально используемых лесов; [4.3]
- наличие больших объемов водных ресурсов для населения в некоторых регионах со скудными водными ресурсами — например в некоторых частях Юго-Восточной Азии; [4.1]
- снижение показателя смертности в зимний период в средних и высоких широтах; [4.7]
- снижение спроса на энергию для обогрева помещений ввиду более высоких зимних температур. [4.5]

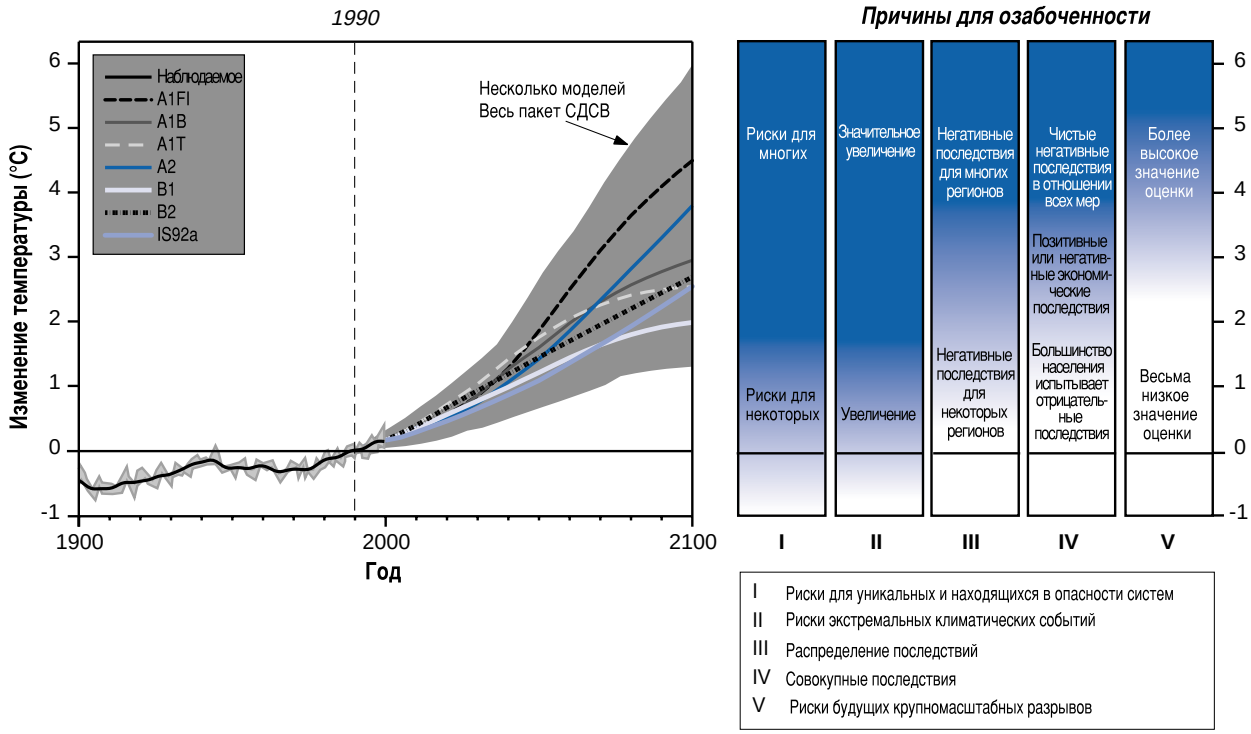


Рисунок РП-2. Причины озабоченности в отношении прогнозируемых последствий изменения климата. Риски неблагоприятных последствий в результате изменения климата возрастают вместе с масштабностью изменения климата. На левой части рисунка показан наблюдаемый рост температуры относительно 1990 г. и диапазон прогнозируемого увеличения температуры после 1990 г. согласно оценкам рабочей группы I МГЭИК для сценариев из документа *Специальный доклад МГЭИК. Сценарии выбросов*. Правая часть рисунка отражает концептуальное изложение пяти причин озабоченности в отношении пяти рисков изменения климата, меняющихся до 2100 года. Белым цветом показаны последствия или риски с нейтральным или несколько негативным или позитивным воздействием, голубым цветом — негативные последствия для некоторых систем или низкие риски, и синий цвет обозначает негативные последствия или риски, которые имеют более широкое распространение и/или большую величину. Оценка последствий или рисков учитывает только величину изменения, а не его темпы. Изменение среднегодовой глобальной температуры используется на данном рисунке в качестве аппроксимации величины изменения климата, однако фактические последствия будут являться функцией, среди прочих факторов, масштаба и темпов глобальных и региональных изменений усредненного климата, изменчивости климата и экстремальных климатических явлений, социальных и экономических условий и адаптации.

2.5. Прогнозируемые изменения экстремальных климатических явлений могут иметь значительные последствия

Свидетельствами уязвимости человеческого общества и естественных систем для экстремальных климатических явлений являются ущерб, трудности и смертные случаи, вызванные такими явлениями, как засухи, наводнения, волны тепла, снежные обвалы и ветровые штормы. Несмотря на наличие определенностей, связанных с оценками подобных изменений, прогнозируется увеличение частоты и/или суровости некоторых экстремальных явлений в течение XXI века ввиду изменений усредненного климата и/или его изменчивости, вследствие чего можно ожидать, что суровость их последствий будет также увеличиваться сообразно глобальному потеплению (см. рисунок РП-2). Напротив, в будущем прогнозируется уменьшение частоты и масштабов явлений, связанных с крайне низкой температурой, таких, как холодные периоды, что будет иметь как позитивные, так и негативные последствия. Ожидается, что последствия будущих изменений в климатических экстремальных явлениях непропорциональным образом скажутся на неимущих слоях населения. Некоторые показательные примеры последствий в этих проектируемых изменениях в изменчивости климата и климатических экстремальных явлениях представлены в таблице РП-1. [3.5, 4.6, 6 и 7.2.4]

2.6. Потенциальная вероятность крупномасштабных и, возможно, необратимых последствий создает риски, которым еще предстоит дать точную количественную оценку

Прогнозируемые изменения климата[7] в течение XXI века характеризуются потенциальной вероятностью того, что они вызовут в будущем крупномасштабные и, возможно, необратимые изменения в системах Земли, которые приведут к последствиям на континентальном и глобальном уровнях. Подобные возможности в значительной мере зависят от сценария климата, а вся совокупность вероятных сценариев еще не получила своей оценки. К числу примеров относятся: существенное замедление циркуляции в океанах, которая несет теплую воду в Северную Атлантику, значительное уменьшение ледовых щитов в Гренландии и Западной Антарктике, ускоренное глобальное потепление в результате обратного воздействия процессов углеродного цикла на биосферу Земли, а также выбросов наземного углерода из районов вечной мерзлоты и метана из гидратов прибрежных наносов. О схожести многих из этих изменений в системах Земли известно недостаточно, однако она является, вероятно, весьма низкой; в то же время ожидается, что

[7] Подробные сведения о прогнозируемых изменениях климата, показанных на рисунке РП-2, содержатся в Резюме для лиц, определяющих политику, рабочей группы I.

Таблица РП-1. *Примеры последствий, являющихся результатом прогнозируемых изменений в экстремальных климатических событиях*

Прогнозируемые изменения в течение XXI века в экстремальных климатических явлениях и их вероятностьa	**Показательные примеры прогнозируемых последствий[b]** *(общая высокая достоверность последствий в некоторых районах[c])*
Простые экстремальные явления	
Более высокие максимальные температуры; большее количество жарких дней и волн тепла[d] почти над всеми материковыми районами (*весьма вероятно*[a])	• Более высокий показатель смертности и серьезных заболеваний в группах лиц престарелого возраста и среди неимущих слоев городского населения [4.7] • Повышение тепловой нагрузки на домашний скот и диких животных [4.2 и 4.3] • Изменение туристических направлений [таблица ТР-4 и 5.8] • Повышенный риск нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур [4.2] • Повышенный спрос на электроприборы для охлаждения воздуха и снижение надежности энергоснабжения [таблица ТР-4 и 4.5]
Более высокие (повышающиеся) минимальные температуры; меньшее количество холодных дней, морозных дней и волн холода[d] почти над всеми материковыми районами (*весьма вероятно*[a])	• Снижение показателей заболеваемости и смертности людей, связанных с холодной погодой [4.7] • Уменьшение риска нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур и повышение риска для других культур [4.2] • Большая сфера распространения и активности некоторых переносчиков чумы и заболеваний [4.2 и 4.3] • Снижение спроса на энергию с целью обогрева [4.5]
Более частые интенсивные осадки (*весьма вероятно*[a] над многими районами)	• Больший ущерб в результате наводнений, оползней, снежных обвалов и селевых потоков [4.5] • Повышенная эрозия почвы [5.2.4] • Повышенный сток наводнений может усилить подпитывание водоносных слоев в поймах [4.1] • Повышение давления на государственные и частные системы страхования от наводнений и оказание помощи в случае стихийных бедствий [таблица ТР-4 и 4.6]
Комплексные экстремальные явления	
Более сухая погода в летний период в большинстве внутренних континентальных районов средних широт и связанный с этим риск засухи (*вероятно*[a])	• Снижение урожайности культур [4.2] • Больший ущерб фундаментам зданий в результате оседания почвы [Таблица ТР-4] • Снижение качества и количества водных ресурсов [4.1 и 4.5] • Повышенный риск лесных пожаров [5.4.2]
Более высокая пиковая интенсивность ветра, средняя и пиковая интенсивность осадков во время тропических циклонов (*вероятно*[a] над некоторыми районами)[e]	• Повышение рисков для жизни человека, риска эпидемий инфекционных заболеваний и многих других рисков [4.7] • Повышенная прибрежная эрозия и ущерб прибрежным зданиям и инфраструктуре [4.5 и 7.2.4] • Больший ущерб прибрежным экосистемам, таким, как коралловые рифы и мангровые леса [4.4]
Более интенсивные засухи и наводнения, связанные с явлениями Эль-Ниньо, во многих различных районах (*вероятно*[a]) (см. также засухи и интенсивные осадки)	• Снижение производительности сельского хозяйства и пастбищных угодий в регионах, подверженных засухе и наводнениям [4.3] • Снижение гидроэнергетического потенциала в подверженных засухе регионах [5.1.1 и рисунок ТР-7]
Повышение вероятности осадков в результате азиатских летних муссонов (*вероятно*[a])	• Увеличение масштабов наводнений и засухи, а также ущерба в районах Азии с умеренным и тропическим климатом [5.2.4]
Повышение интенсивности штормов в средних широтах (низкая согласованность между существующими в настоящее время моделями)[d]	• Повышенные риски для жизни и здоровья человека [4.7] • Больший ущерб имуществу и инфраструктуре [таблица ТР-4] • Больший ущерб прибрежным экосистемам [4.4]

[a] Вероятность относится к определяющим оценкам достоверности, используемым в ТДО РГ I: *весьма вероятно* (вероятность 90—99%); *вероятно* (вероятность 66—90%). Если не будет иных указаний, информация о климатических явлениях взята из Резюме для лиц, определяющих политику, ТДО РГ I.
[b] Эти последствия могут быть уменьшены посредством принятия надлежащих ответных мер.
[c] Высокая достоверность относится к вероятностям от 67 % до 95 %, как об этом говорится в сноске 6.
[d] Информация из ТДО РГ I, Техническое резюме, раздел F.5.
[e] Изменения в региональном распределении тропических циклонов вероятны, однако не установлены.

схожесть между ними будет увеличиваться по мере увеличения темпов, масштабов и продолжительности изменения климата (см. рисунок РП-2). [3.5, 5.7 и 7.2.5]

Если этим изменениям в системах Земли суждено произойти, их последствия будут носить широко распространенный и устойчивый характер. Например, значительное замедление океанской термогалинной циркуляции окажет серьезное воздействие на уровни содержания кислорода на больших глубинах и поглощение углерода океанами и морскими экосистемами и уменьшит потепление над некоторыми частями Европы. В результате разрушения Западноантарктического ледового щита или таяния ледового щита в Гренландии может произойти подъем глобального уровня моря до 3 метров за последующие 1000 лет[8], затопление многих островов и обширных прибрежных районов. В зависимости от скорости разрушения льда темпы и масштабы подъема уровня моря могут значительно превзойти способность антропогенных и естественных систем к адаптации без существенных последствий. Вызванные потеплением выбросы наземного углерода из районов вечной мерзлоты и метана из гидратов прибрежных наносов еще больше повысят концентрации парниковых газов в атмосфере и активизируют изменение климата. [3.5, 5.7 и 7.2.5]

2.7. Адаптация является стратегией, которая необходима на всех уровнях для дополнения деятельности по смягчению воздействий на изменения климата

Адаптация обладает потенциалом для ослабления многих отрицательных последствий изменения климата и усиления благоприятных последствий, однако она будет связана с расходами и не предотвратит все виды ущерба. Экстремальные явления, изменчивость и темпы изменения — все они являются ключевыми факторами при реагировании на уязвимость и адаптацию к изменению климата, а не просто на изменения усредненных климатических условий. Антропогенные и естественные системы будут в определенной степени самостоятельно адаптироваться к изменению климата. Запланированная адаптация может дополнить самостоятельную адаптацию, хотя варианты и стимулы имеют большее значение для адаптации антропогенных систем по сравнению с адаптацией с целью защиты естественных систем. Адаптация является стратегией, которая необходима на любом уровне для дополнения мер по смягчению воздействий на изменения климата. [6]

Опыт, связанный с адаптацией к изменчивости климата и его экстремальным явлениям, может учитываться при разработке надлежащих стратегий по адаптированию к прогнозируемому изменению климата. Адаптация к текущей изменчивости климата и его экстремальным явлениям нередко приносит выгоды, а также создает основу для решения проблем изменения климата в будущем. Опыт указывает, однако, на наличие сдерживающих факторов на пути к достижению полномерной потенциальной адаптации. Кроме того, неправильная адаптация, такая, как поощрение развития в подверженных риску местах, может иметь место из-за принятия решений, основанных на краткосрочных соображениях, игнорирования известной климатической изменчивости, неточного прогнозирования, недостаточной информации, а также излишней надежды на механизмы страхования. [6]

2.8. Обладатели наименьших ресурсов имеют самый низкий потенциал для адаптирования и являются наиболее уязвимыми

Способность антропогенных систем адаптироваться к изменению климата и справляться с ним определяется такими факторами, как уровень благосостояния, технология, образование, информационное обеспечение, квалифицированные кадры, инфраструктура, доступ к ресурсам, а также управленческие возможности. Развитые и развивающиеся страны обладают потенциалом для расширения и/или приобретения адаптационных возможностей. Население и общины характеризуются весьма различной степенью наличия в их распоряжении указанных факторов, и, как правило, развивающиеся страны, особенно наименее развитые, являются самыми бедными в этом отношении. В результате этого они располагают меньшими возможностями для адаптации и в большей степени уязвимы для ущерба в результате изменения климата, равно как и более уязвимы для других критических ситуаций. Это условие является наиболее критическим для самой бедной части населения в этих странах. [6.1; для информации на региональном уровне см. также 5.1.7, 5.2.7, 5.3.5, 5.4.6, 5.6.1, 5.6.2, 5.7 и 5.8.1]

Выгоды и расходы, связанные с последствиями изменения климата, были оценены в денежном выражении и агрегированы применительно к национальным, региональным и глобальным масштабам. Эти оценки, как правило, исключают последствия изменений в изменчивости климата и экстремальных явлениях, не учитывают последствия различных степеней изменения и лишь частично учитывают последствия для товаров и услуг, которые не являются предметом торговли на рынках. Подобные упущения ведут, вероятно, к недооценкам экономических потерь и переоценкам экономических выгод. Оценки совокупных последствий являются противоречивыми, поскольку они рассматривают выгоды для некоторых сторон в качестве упущенной выгоды для других сторон и поскольку те критерии, которые используются для агрегирования в отношении отдельных лиц, неизбежно носят субъективный характер. [7.2.2 и 7.2.3]

Несмотря на изложенные выше ограничения, основанные на нескольких опубликованных оценках, рост средней глобальной температуры[9] приведет к чистым экономическим потерям во многих развивающихся странах по всем исследованным

[8] Подробные сведения о подъеме уровня моря в результате разрушения Западноантарктического ледового щита и ледового щита в Гренландии содержатся в Резюме для лиц, определяющих политику, рабочей группы I.

[9] Изменение средней глобальной температуры используется в качестве показателя величины изменения климата. Зависящие от вида сценария факторы незащищенности, учитываемые в этих исследованиях, включают регионально дифференцированные изменения температуры, осадков и другие климатические переменные.

величинам потепления (*низкая достоверность*[6]), и чем выше будет уровень потепления, тем больше будут потери (*средняя достоверность*[6]). В отличие от этого увеличение средней глобальной температуры на несколько (a few) °C вызовет смешанное сочетание экономических выгод и потерь в развитых странах (*низкая достоверность*[6]), при этом большее увеличение температуры приведет к экономическим потерям (*средняя достоверность*[6]). Прогнозируемое распределение экономических последствий таково, что оно усугубит неравенство в уровне благосостояния между развитыми и развивающимися странами, при этом неравенство будет возрастать по мере прогнозируемого увеличения температуры (*средняя достоверность*[6]). Более разрушительные последствия, прогнозируемые для развивающихся стран, частично объясняются их меньшим адаптационным потенциалом по сравнению с развитыми странами. [7.2.3]

Кроме того, при агрегировании в глобальном масштабе мировой валовый внутренний продукт (ВВП) изменится на ± несколько процентов при росте средней глобальной температуры на несколько (a few) °C (*низкая достоверность*[6]), а большие чистые потери явятся результатом большего роста температуры (*средняя достоверность*[6]) (см. рисунок РП-2). Ожидается, что количество людей, которым будет нанесен ущерб, превысит количество выигравших в результате изменения климата, даже в случае роста средней глобальной температуры менее чем на несколько (a few) °C (*низкая достоверность*[6]). Эти результаты чувствительно реагируют на допущения относительно изменений в региональном климате, уровня развития, адаптационного потенциала, показателя изменения, оценки последствий, а также методов, применяемых для агрегирования денежных потерь и выгод, включая выбор учетной ставки. [7.2.2]

Ожидается, что последствия изменения климата будут наибольшими в развивающихся странах с точки зрения потери жизни и относительного воздействия на инвестирование и экономику. Например, относительный процентный ущерб для ВВП от экстремальных климатических явлений был значительно большим в развивающихся странах по сравнению с развитыми странами. [4.6]

2.9. Адаптация, устойчивое развитие и большая справедливость могут взаимно усиливать друг друга

Многие общины и регионы, которые являются уязвимыми для изменения климата, также испытывают воздействие таких факторов, как рост населения, истощение ресурсов и бедность. Политика, направленная на ослабление воздействия на ресурсы, повышение эффективности управления экологическими рисками и рост благосостояния самых бедных членов общества, может одновременно содействовать устойчивому развитию и справедливости, повышать адаптационный потенциал и уменьшать уязвимость для климатических и прочих видов стрессов. Учет климатических рисков на стадии разработки и осуществления национальных и международных инициатив в области развития может способствовать равенству и развитию, которые являются более устойчивыми и уменьшают уязвимость для изменения климата. [6.2]

3. Последствия для естественных и антропогенных систем и уязвимость этих систем

3.1. Гидрология и водные ресурсы

Воздействие изменения климата на пополнение стока и подземных вод меняется в зависимости от региона и вида сценария и в значительной мере соответствует прогнозируемым изменениям осадков. Последовательная перспективная оценка на основе большинства климатических сценариев показывает увеличение ежегодного среднего стока в высоких широтах и Юго-Восточной Азии и уменьшение в Центральной Азии, в районе, прилегающем к Средиземному морю, южной части Африки и Австралии (*средняя достоверность*[6]) (см. рисунок РП-3); масштабы изменения меняются, однако, в зависимости от сценария. По другим районам, включая средние широты, перспективные оценки не отличаются четкой последовательностью в отношении стока, отчасти ввиду различий в прогнозируемых осадках и отчасти из-за различий в прогнозируемом испарении, которое может свести на нет увеличение осадков. Прогнозируется ускорение темпов отступания большинства ледников, а многие мелкие ледники могут исчезнуть (*высокая достоверность*[6]). В целом прогнозируемые изменения среднегодового стока менее очевидны по сравнению с последствиями, основанными исключительно на изменении температуры, поскольку изменения осадков в большей степени отличаются друг от друга в различных сценариях. На уровне водосбора воздействие данного изменения в климате меняется сообразно физическим свойствам и вегетации водосборов, и может дополнять изменения покрова земли. [4.1]

Около 1,7 миллиарда человек — одна треть мирового населения — живет в настоящее время в странах, испытывающих нехватку воды (определяемых в качестве использующих более 20 % своих возобновляемых источников воды — обычно используемый показатель нехватки воды). Прогнозируется увеличение этого количества до приблизительно 5 миллиардов к 2025 году в зависимости от темпов роста населения. Прогнозируемое изменение климата может еще больше уменьшить сток и пополнение грунтовых вод во многих из этих страдающих нехваткой воды странах, например: в Центральной Азии, южной части Африки и странах, прилегающих к Средиземному морю, а в некоторых других районах может его увеличить. [4.1; информацию на региональном уровне см. также 5.1.1, 5.2.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1, 5.6.2 и 5.8.4]

Спрос на воду, как правило, увеличивается из-за роста населения и экономического развития, однако в некоторых странах сокращается ввиду повышения эффективности использования ресурсов. Изменение климата вряд ли окажет значительное воздействие на спрос на воду на муниципальном и промышленном уровнях в целом, однако может существенно повлиять на забор воды на цели ирригации, который зависит от того, каким образом увеличения испарения компенсируются или усугубляются изменениями в количестве осадков. Более высокие температуры, а следовательно, большая потребность сельскохозяйственных культур в испаряемости означают, что общая тенденция будет в направлении

увеличения спроса, связанного с потребностями ирригации. [4.1] Масштабы и частота наводнений могут возрасти во многих регионах в результате возросшей частоты выпадения сильных осадков, что может увеличить сток в большинстве районов, а также пополнение грунтовых вод в некоторых поймах. Изменения в землепользовании могут активизировать подобные явления. Сток во время сезонных периодов низкого стока уменьшится во многих районах из-за большей испаряемости; изменения объемов осадков могут усугубить или компенсировать последствия более активной испаряемости. Прогнозируемое изменение климата будет способствовать ухудшению качества воды в результате повышения ее температуры и увеличения объема загрязняющих веществ в стоке и водосбросе предприятий по переработке отходов. Качество будет еще больше ухудшаться в местах уменьшения стоков, однако увеличение объема стоков может в определенной мере компенсировать определенное ухудшение качества воды в результате большего растворения. В тех местах, где снегопады являются в настоящее время важным компонентом водного баланса, большая доля зимних осадков может выпадать в виде дождя, и это может привести к более интенсивному пиковому значению стока, который, кроме того, передвинется с весеннего периода на зимний. [4.1]

Наибольшей уязвимостью характеризуются, вероятно, неуправляемые водные системы и системы, которые в настоящее время

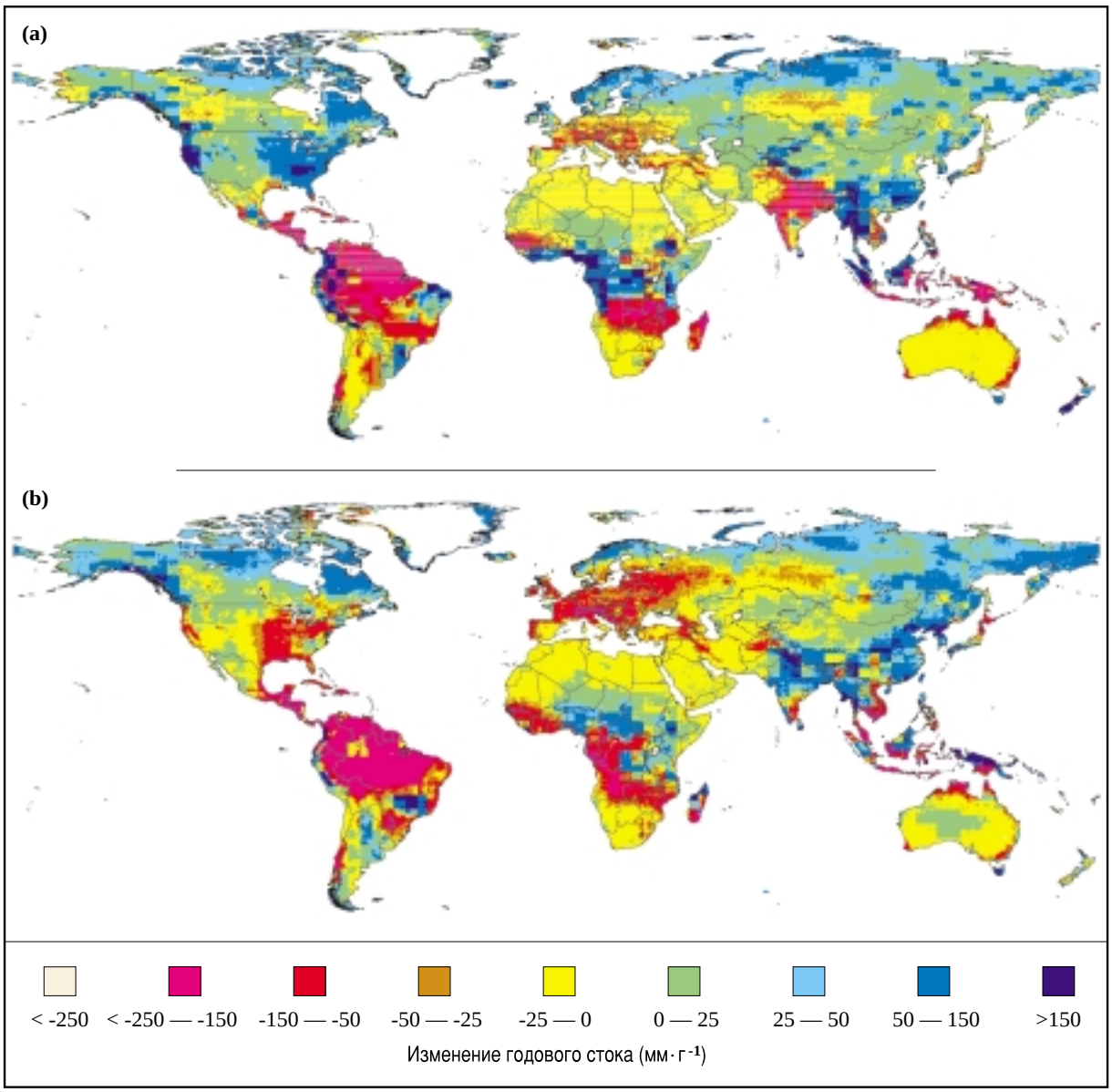


Рисунок РП-3. Прогнозируемые изменения среднегодового стока воды к 2050 г. по отношению к среднему стоку в период 1961—1990 гг. в значительной мере следуют прогнозируемым изменениям осадков. Изменения стока рассчитаны при помощи гидрологической модели с использованием в качестве исходных данных климатических оценок, вытекающих из двух вариантов модели атмосфера-океан Центра Хадли (МОЦАО) для сценария ежегодного 1-процентного увеличения реальной концентрации двуокиси углерода в атмосфере: (a) среднее значение ансамбля HadCM2; и (b) HadCM3. Прогнозируемый рост стока в высоких широтах и Юго-Восточной Азии и уменьшение в Центральной Азии, вокруг Средиземного моря, южной части Африки и в Австралии в значительной степени совпадает с экспериментами Центра Хадли, а также с перспективными оценками осадков других экспериментов МОЦАО. По другим районам мира изменения объема осадков и стока зависят от сценариев и моделей.

находятся под нагрузкой или отличаются плохим или неустойчивым управлением из-за политики, которая не способствует эффективному использованию воды и охране ее качества, неадекватного управления водоразделом, неумения управлять меняющимся спросом на воду и ее предложением или отсутствия четкого профессионального руководства. В рамках неуправляемых систем существуют немногочисленные, или вообще отсутствуют, структуры на местах для смягчения последствий влияния гидрологической изменчивости на качество воды и водоснабжение. В условиях нестабильно управлямых систем использование водных ресурсов и землепользование могут увеличить нагрузку, способствующую повышению уязвимости для изменения климата. [4.1]

Методы рационального использования водных ресурсов, особенно связанные с комплексным рациональным использованием водных ресурсов, могут применяться с целью адаптации к гидрологическим последствиям изменения климата, а также дополнительной неопределенности, с тем чтобы уменьшить уязвимость. Разумеется, связанные со снабжением подходы (например: более широкие меры защиты от наводнений, строительство водосливов, использование районов водохранилищ, включая естественные системы, улучшение инфраструктуры для сбора и распределения воды) применяются более широко по сравнению с подходами, связанными со спросом (при которых происходят изменения подверженности нагрузкам); последним уделяется все большее внимание. В то же время возможности, связанные с осуществлением эффективного управленческого реагирования, распределены неравномерно по всему миру и являются незначительными во многих странах с переходной экономикой и развивающихся странах. [4.1]

3.2. Сельское хозяйство и продовольственная безопасность

На основе проведения экспериментальных исследований установлено, что урожайность культур весьма по-разному реагирует на изменение климата в зависимости от видов и сортов; характеристик почвы; наличия вредителей и патогенных организмов; прямых воздействий двуокиси углерода (CO_2) на растения; а также взаимодействия между CO_2, температурой воздуха, нагрузкой на водные ресурсы, усвоением минеральных веществ, качеством воздуха и адаптационными реакциями. Даже если повышенная концентрация CO_2 может стимулировать рост и урожайность культур, подобная выгода не всегда может компенсировать отрицательные последствия чрезмерной жары и засухи (*средняя достоверность*[6]). Результаты подобных достижений, наряду с результатами достижений в области исследования сельскохозяйственной адаптации, включались со времени Второго доклада об оценках (ВДО) в модели, используемые для оценки последствий изменения климата для урожайности культур, продовольственного снабжения, доходов фермеров и цен. [4.2]

Решение проблем, связанных со снижением урожайности из-за изменения климата и адаптацией систем производства скота, вызовет соответствующие затраты. Эти варианты агрономической и сельскохозяйственной адаптации могут включать, например: корректировки дат посадок, объемов внесения удобрений, ирригационных мероприятий, характеристик видов, а также отбора видов животных. [4.2]

В случае учета автономной агрономической адаптации, оценки культур на основе моделирования показывают со *средней-низкой достоверностью*[6], что изменение климата приведет в целом к положительной реакции урожайности культур в средних широтах в случае потепления менее чем на несколько (a few) °C и в целом к негативной реакции в случае его повышения более чем на несколько (a few) °C. Аналогичные оценки показывают, что урожайность некоторых культур в тропических районах в целом снизится даже при минимальных увеличениях температуры, поскольку такие культуры близки к своей максимальной устойчивости к температуре, и в этих районах преобладает сухое/неорошаемое земледелие. Если происходит также значительное уменьшение осадков, то урожайность тропических культур испытает даже еще более негативное воздействие. При автономной агрономической адаптации урожайность культур в тропиках характеризуется тенденцией менее отрицательного воздействия изменения климата по сравнению с вариантом отсутствия адаптации, однако она остается тем не менее ниже тех оценочных уровней, которые определяются по данным о нынешнем климате. [4.2]

Большинство глобальных или региональных экономических исследований, не учитывающих изменения климата, свидетельствуют о том, что тенденция понижения глобальных реальных цен на сырьевые товары, характерная для XX века, сохранится, вероятно, в XXI веке, хотя степень достоверности этих прогнозов уменьшается по мере увеличения продолжительности периода в будущем. Оценки на основе экономического моделирования показывают, что последствия изменения климата для сельскохозяйственного производства и цен приведут к незначительным процентным изменениям в глобальном доходе (*низкая достоверность*[6]), при большем увеличении в более развитых регионах и меньшем увеличении или снижении в развивающихся регионах. Более высокая достоверность в этих выводах зависит от дальнейшего исследования зависимости оценок экономического моделирования от их базовых предположений. [4.2 и текстовой блок 5-5]

Результаты большинства исследований показывают, что увеличение среднегодовой глобальной температуры на несколько (a few) °C или больше вызовет повышение цен на продовольствие ввиду более медленных темпов расширения глобального снабжения продовольствием по сравнению с ростом глобального спроса на него (*устоявшееся, но неполное*[6]). При потеплении менее чем на несколько (a few) °C экономические модели не позволяют четко отличить источник изменения климата от других источников изменения на основе тех исследований, которые учитывались в данной оценке. В некоторых последних совокупных исследованиях была проведена оценка экономических последствий для уязвимых групп населения, таких, как мелкие производители и бедные городские потребители. Согласно данным этих исследований изменение климата вызовет уменьшение доходов уязвимых групп населения и повышение абсолютного числа людей, которым угрожает голод, хотя это является

неопределенным и требует проведения дальнейшего исследования. Установлено, хотя и не полностью, что изменение климата, главным образом в результате повышения экстремальных величин и временных/ пространственных сдвигов, ухудшит продовольственную безопасность в Африке. [4.2]

3.3. Наземные и пресноводные экосистемы

Исследования с использованием вегетационного моделирования по-прежнему свидетельствуют о наличии потенциала для серьезного нарушения функционирования экосистем при изменении климата (*высокая достоверность*[6]). Маловероятной является миграция экосистем или биомов, как отдельных единиц; вместо этого в данной точке будет происходить изменение состава видов и доминирования видов. Результаты этих изменений будут отставать от изменений климата на периоды, определяемые годами—десятилетиями—веками (*высокая достоверность*[6]). [4.3]

Распределение, размеры популяции, плотность популяции и поведение диких животных испытывали и будут продолжать испытывать прямое воздействие изменений в глобальном или региональном климате и косвенное воздействие изменений растительности. Изменение климата приведет к смещению в полярном направлении границ распространения пресноводных рыб наряду с утратой среды обитания рыб в холодных и прохладных водах и расширением среды обитания тепловодных рыб (*высокая достоверность*[6]). Многие виды и популяции животных уже находятся в серьезной опасности и, как ожидается, им будет угрожать еще большая опасность в результате взаимодействия изменения климата, из-за чего части существующей среды обитания станут непригодными для многих видов, с изменениями в землепользовании, ведущими к фрагментации среды обитания и созданию препятствий для миграции видов. Без должного управления эти факторы давления могут привести к тому, что большинство видов, классифицируемых в настоящее время в качестве находящихся в «критической опасности», будут уничтожены, а большинство видов, относящихся к категории «находящихся в опасности или уязвимых», станут еще более редкими и соответственно более близкими к уничтожению в XXI веке (*высокая достоверность*[6]). [4.3]

Возможные способы адаптации с целью уменьшения опасности для видов могут включать:

1) создание заповедников, парков, и резерватов с коридорами, обеспечивающими миграцию видов, и
2) использование разведения в неволе и переселения в другие места. Недостатками этих вариантов могут быть, вероятно, связанные с ними расходы. [4.3]

Наземные экосистемы поглощают, по-видимому, все большее количество углерода. Во время ВДО это объяснялось главным образом увеличением продукции растениеводства в результате взаимодействия между повышенной концентрацией CO_2, повышением температуры и изменениями влажности почвы. Последние результаты подтверждают, что достижения в области производительности имеют место, однако свидетельствуют о том, что они меньше в полевых условиях по сравнению с результатами экспериментов по выращиванию растений в рассадочных горшках (*средняя достоверность*[6]). Таким образом, поглощение наземными экосистемами объясняется, вероятно, в большей степени изменениями в землепользовании и управлении землей по сравнению с непосредственными последствиями повышенного уровня CO_2 и климата. Ввиду сложного характера взаимодействий между вышеупомянутыми факторами, неясным остается вопрос о том, в какой степени наземные экосистемы продолжают оставаться чистыми поглотителями углерода (например, арктические наземные экосистемы и сильно увлажненные земли могут выступать в качестве как источников, так и поглотителей) (*средняя достоверность*[6]). [4.3]

В отличие от ВДО глобальные исследования рынка древесины, включающие адаптацию в виде рационального земледелия и использования продукции, даже без проектов в области лесоводства, которые увеличивают улавливание и поглощения углерода, свидетельствуют о том, что незначительное изменение климата повысит объем глобальных поставок древесины и активизирует действующие рыночные тенденции в направлении увеличения рыночной доли в развивающихся странах (*средняя достоверность*[6]). Потребители могут получить выгоду от более низких цен на древесину, в то время как производители могут выиграть или проиграть в зависимости от региональных изменений в производительности древесины и потенциальных последствий суховершинности. [4.3]

3.4. Прибрежные зоны и морские экосистемы

Ожидается, что крупномасштабные последствия изменения климата для океанов будут включать повышение температуры поверхности моря и глобального среднего уровня моря, уменьшение покрова морского льда, а также изменение солености, волновых характеристик и океанической циркуляции. Океаны представляют собой неотъемлемый и реагирующий компонент климатической системы с сильными физическими и биогеохимическими обратными связями с климатом. Многие морские экосистемы чувствительны к изменению климата. Климатические тенденции и изменчивость, находящие отражение в многолетних режимах климат — океан (например десятилетнее колебание Тихого океана) и переходах от одного режима к другому, признаются в настоящее время в качестве факторов, оказывающих серьезное влияние на изобилие рыбы и динамику ее популяции, что имеет серьезные последствия для групп населения, зависящих от рыбного промысла. [4.4]

Во многих прибрежных районах в результате изменения климата произойдет повышение уровней наводнений, ускорится процесс эрозии, исчезнут сильно увлажненные земли и мангровые леса и произойдет вторжение морской воды в пресноводные источники. В результате потепления климата и подъема уровня моря возрастут масштабы и суровость штормовых воздействий, включая наводнения, вызываемые штормовыми нагонами, и эрозию береговой линии. Прибрежные районы высоких широт испытают дополнительные последствия ввиду более высокого уровня волновой энергии и деградации вечной мерзлоты.

Изменения относительного уровня моря будут колебаться в зависимости от места и определяться подъемом и оседанием почвы, вызванных другими факторами. [4.4]

Последствия для весьма разнообразных и продуктивных прибрежных экосистем, таких, как: коралловые рифы, атоллы и рифовые острова, засоленные марши и мангровые леса — будут зависеть от скорости подъема уровня моря по отношению к темпам роста и образования наносов, наличия пространства и препятствий для горизонтальной миграции, изменений в окружающей среде климат—океан, таких, как температура поверхности моря и штормистость, а также отрицательного воздействия деятельности человека в прибрежных зонах. Эпизоды обесцвечивания кораллов за последние двадцать лет были связаны с различными причинами, включая повышение температуры океана. Предстоящее потепление морской поверхности активизирует отрицательное воздействие на коралловые рифы и приведет к повышению числа морских болезней (*высокая достоверность*[6]). [4.4]

В оценках стратегий адаптации для прибрежных зон акцент сместился от жестких защитных структур береговых линий (например: волноотбойные стенки, полузапруды) в сторону «мягких» защитных мер (например питание берега наносами), управляемого отступания и более активной способности быстро восстанавливать биофизические и социально-экономические системы в прибрежных районах. Варианты адаптации для управления прибрежными зонами и морскими экосистемами наиболее эффективны в тех случаях, когда они сочетаются с политикой в других областях, таких, как планы по уменьшению последствий стихийных бедствий и планы землепользования. [4.4]

3.5. Здоровье человека

В период после ВДО улучшилось понимание последствий краткосрочных метеорологических событий для здоровья человека, особенно в отношении сроков температурного стресса, модуляции последствий загрязнения воздуха, последствий штормов и наводнений, а также влияний сезонной и межгодовой климатической изменчивости на инфекционные заболевания. Улучшилось понимание факторов, определяющих уязвимость населения для негативных воздействий на здоровье и возможностей адаптационного реагирования. [4.7]

Известно, что многие трансмиссивные и передающиеся через продукты питания и воду инфекционные заболевания чувствительно реагируют на изменения климатических условий. Результаты большинства прогностических исследований на основе моделей показывают наличие *средней-высокой достоверности*[6] того, что согласно сценариям изменения климата произойдет явное расширение географических масштабов потенциального распространения малярии и лихорадки Денге — двух трансмиссивных инфекционных заболеваний, от каждого из которых в настоящее время страдает здоровье 40—50 % мирового населения.[10] В рамках их нынешних границ эти и многие другие инфекционные заболевания будут характеризоваться тенденцией большей распространенности и сезонности, хотя распространенность некоторых инфекционных заболеваний уменьшится на региональном уровне. В любом случае, однако, на фактическое распространение заболевания в значительной мере влияют местные экологические условия, социально-экономическая ситуация и инфраструктура общественного здравоохранения. [4.7]

Прогнозируемое изменение климата будет сопровождаться усилением волн тепла, часто усугубляемых возросшей влажностью и загрязнением воздуха в городах, которые являются причиной увеличения смертности, связанной с жарой, и количеством заболеваний. Имеющиеся данные показывают, что это воздействие больше всего скажется на городском населении и в первую очередь от него пострадают престарелые лица, больные и те, кто не имеет возможности пользоваться кондиционированием воздуха (*высокая достоверность*[6]). Имеющиеся ограниченные данные показывают, что в некоторых странах умеренного пояса снижение показателя смертности в зимний период более чем компенсирует рост смертности в летний период (*средняя достоверность*[6]); в то же время опубликованные данные исследований касаются главным образом населения в развитых странах, в результате чего невозможным становится проведение общего сравнения между изменениями показателя смертности в зимний и летний периоды. [3.5 и 4.7]

Значительный накопленный опыт четко показывает, что любой рост количества наводнений приведет к большему риску увеличения числа утонувших, желудочно-кишечных и респираторных заболеваний, а также голоду и недоеданию в развивающихся странах (*высокая достоверность*[6]). В случае увеличения количества циклонов в региональном масштабе, зачастую будут иметь место разрушительные последствия, особенно в густонаселенных районах с недостаточными ресурсами. Уменьшение урожайности культур и производство продуктов питания из-за изменения климата в некоторых регионах, особенно в тропиках, создаст предпосылки для не застрахованного с точки зрения продовольственной безопасности населения к недостаточному питанию, ведущему к плохому развитию детей и снижению активности совершеннолетних лиц. В некоторых регионах может произойти нарушение функционирования социально-экономической системы, ведущее к сокращению средств к существованию и нанесению ущерба здоровью людей. [3.5, 4.1, 4.2, 4.5 и 4.7]

Для каждого прогнозируемого негативного последствия для здоровья существует ряд вариантов адаптации социального, институционального, технологического и поведенческого характера, предназначенных для уменьшения этого последствия. Варианты адаптации могут включать, например, укрепление

[10] В восьми исследованиях было проведено моделирование воздействий изменения климата на эти заболевания, при этом пять из них касались малярии и три — лихорадки Денге. В семи исследованиях применялся биологический и основанный на процессе подход, а в одном применялся эмпирический статистический подход.

инфраструктуры общественного здравоохранения, рациональное использование окружающей среды, ориентированное на нужды здравоохранения (включая управление качеством воздуха и воды, продовольственную безопасность, регулирование городского и жилищного проектирования и рациональное использование поверхностных вод), а также обеспечение надлежащих возможностей для медицинского обслуживания. В целом отрицательные последствия для здоровья будут наибольшими для уязвимых групп населения с более низким уровнем дохода, главным образом в тропических и субтропических странах. Политика адаптации приведет, как правило, к ослаблению этих последствий. [4.7]

3.6. Людские поселения, энергия и промышленность

Во все большем количестве публикуемых материалов указывается, что изменение климата характеризуется одним из трех основных негативных последствий для людских поселений:

1) экономические сектора, которые поддерживают поселения, страдают из-за изменений в области производительности ресурсов или изменений рыночного спроса на производимые ими товары и услуги; [4.5]
2) могут непосредственно пострадать определенные элементы физической инфраструктуры (включая системы передачи и распределения энергии), здания, городские службы (включая транспортные системы), а также конкретные отрасли (такие, как агропромышленность, туризм и строительство); [4.5]
3) население может непосредственно пострадать в результате экстремальных метеорологических явлений, изменений в состоянии здоровья или миграции. Эти проблемы являются в некоторой степени различными в самых крупных (< 1 миллиона) и средних - малых населенных пунктах. [4.5]

Наиболее широко распространенную непосредственную опасность для людских поселений, связанную с изменением климата, представляют собой наводнения и оползни, вызываемые прогнозируемым увеличением интенсивности осадков, а в прибрежных районах — подъемом уровня моря. Поселения на берегах рек и побережье находятся в особой опасности (*высокая достоверность*[6]), однако проблема наводнений в городах может возникнуть в любом месте, где имеются недостаточные мощности системы дренажа ливневых осадков, водоснабжения и сбора и удаления отходов. В подобных районах весьма уязвимыми являются скваттерские и другие неофициальные городские поселения с высокой плотностью населения, низким качеством жилья, ограниченным доступом или отсутствием какого-либо доступа к таким ресурсам, как чистая вода и государственное медицинское обслуживание, и низким адаптационным потенциалом. Людские поселения сталкиваются в настоящее время с другими существенными экологическими проблемами, которые могут усугубиться в условиях режимов более высоких температур/возросших осадков, включая водные и энергетические ресурсы и инфраструктуру, обработку отходов и транспортную систему. [4.5]

Быстрая урбанизация в низинных прибрежных районах как развивающихся, так и развитых стран ведет к значительному росту плотности населения и подверженности созданных трудами человека ценностей таким прибрежным климатическим экстремальным явлениям, как тропические циклоны. Согласно основанным на моделях прогнозам среднегодовое количество людей, которые станут жертвами наводнений в результате прибрежных штормовых нагонов, увеличится в несколько раз (от 75 до 200 миллионов человек в зависимости от адаптационных мер реагирования) к 80-м годам XXI века согласно средним сценариям подъема уровня моря на 40 сантиметров по сравнению со сценариями нулевого подъема уровня моря. В соответствии с проведенными оценками потенциальный ущерб инфраструктуре прибрежных районов, вызванный подъемом уровня моря, составит десятки миллиардов долларов для отдельных стран, например: Египта, Польши и Вьетнама. [4.5]

Поселения, характеризующиеся небольшим разнообразием экономической деятельности и получением значительной доли дохода от чувствительных к климату отраслей первичных ресурсов (сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство), являются более чувствительными по сравнению с более диверсифицированными поселениями (*высокая достоверность*[6]). В развитых районах Арктики и в районах вечной мерзлоты со значительным ледяным покровом особое внимание необходимо будет уделить мероприятиям по смягчению разрушительных последствий таяния, таких, как серьезный ущерб зданиям и транспортной инфраструктуре (*весьма высокая достоверность*[6]). Промышленная, транспортная и торговая инфрастурктура, как правило, является уязвимой для тех же видов опасности,что и инфраструктура поселений. Ожидается увеличение спроса на энергию для охлаждения помещений и его уменьшение для их обогрева, при этом последствия в чистом виде зависят от типа сценария и местонахождения. Некоторые системы, связанные с производством и распределением энергии, могут стать объектом отрицательных последствий, которые снизят объем поставок или надежность систем, в то время как другие системы могут оказаться в выигрышном положении. [4.5 и 5.7]

Возможные варианты адаптации связаны с планированием поселений и их инфраструктурой, размещением промышленных объектов и принятием аналогичных долгосрочных решений таким образом, чтобы уменьшить негативные последствия событий, характеризующихся низкой (но возрастающей) вероятностью и значительными (и вероятно все большими) последствиями. [4.5]

3.7. Страхование и прочие финансовые услуги

В последние десятилетия наблюдается быстрое увеличение расходов, связанных с обычными и экстремальными явлениями погоды. Глобальные экономические потери в результате катастрофических событий возросли в 10,3 раза — с 3,9 миллиарда долларов США в год в 50-е годы до 40 миллиардов долларов США в год в 90-е годы (все в долларах США по ценам 1999 г. без корректировки в соответствии с паритетом покупательной способности), при этом приблизительно 1/4 часть потерь приходится на долю развивающихся стран. В тот же период застрахованная часть этих потерь возросла с незначительного уровня до 9,2 миллиарда долларов США. В случае включения

Таблица РП-2. *Адаптационный потенциал, уязвимость и ключевые проблемы на региональном уровне*[a,b]

Регион	Адаптационный потенциал, уязвимость и ключевые проблемы
Африка	• В Африке адаптационный потенциал антропогенных систем является низким из-за отсутствия экономических ресурсов и технологии, а уязвимость — высокой в результате значительной зависимости от неорошаемого сельского хозяйства, частых засух и наводнений, а также бедности. [5.1.7] • Согласно прогнозам многочисленных сценариев произойдет уменьшение урожайности зерновых культур, в результате чего уменьшится продовольственная безопасность, особенно в малых странах, импортирующих продовольствие (*средняя-высокая достоверность*[6]). [5.1.2] • Крупнейшие реки Африки исключительно чувствительны к климатическим колебаниям; средний сток и наличие воды уменьшатся в средиземноморских странах и странах южной части Африки (*средняя достоверность*[6]). [5.1.1] • Расширение сферы действия переносчиков инфекционных заболеваний отрицательно скажется на здоровье человека в Африке (*средняя достоверность*[6]). [5.1.4] • Опустынивание будет усугублено сокращением среднегодового количества осадков, стока и влажности почв, особенно в южной части Африки, Северной и Западной Африке (*средняя достоверность*[6]). [5.1.6] • Увеличение числа случаев наступления засухи, наводнений и других экстремальных событий усилит негативные воздействия на водные ресурсы, продовольственную безопасность, здоровье человека и инфраструктуры и будет сдерживать развитие в Африке (*средняя достоверность*[6]). [5.1] • Прогнозируется значительное уничтожение видов растительности и животных, которое повлияет на средства к существованию в сельской местности, туризм и генетические ресурсы (*средняя достоверность*[6]). [5.1.3] • Прибрежные поселения, например: в Гвинейском заливе, Сенегале, Гамбии, Египте и вдоль юго-восточного побережья Африки испытают негативные последствия подъема уровня моря, вызванного затоплением и эрозией береговой линии (*высокая достоверность*[6]). [5.1.5]
Азия	• Адаптационный потенциал антропогенных систем является низким, а уязвимость высокой в развивающихся странах Азии; развитые страны в большей мере способны к адаптации и менее уязвимы. [5.2.7] • В частях Азии с умеренным и тропическим климатом увеличились масштабы экстремальных явлений, включая наводнения, засухи, лесные пожары и тропические циклоны (*высокая достоверность*[6]). [5.2.4] • Снижение объема производства сельскохозяйственных и аквакультур из-за тепловой нагрузки и нехватки водных ресурсов, подъема уровня моря, наводнений, засух и тропических циклонов уменьшит продовольственную безопасность во многих странах Азии с засушливым, тропическим и умеренным климатом; в северных районах сельское хозяйство будет расширяться, а его производительность увеличиваться (*средняя достоверность*[6]). [5.2.1] • Сток и наличие воды могут уменьшиться в засушливых и полузасушливых частях Азии, но возрасти в северной части Азии (*средняя достоверность*[6]). [5.2.3] • Здоровье человека будет поставлено под угрозу в результате большей подверженности трансмиссивным инфекционным заболеваниям и тепловому стрессу в некоторых частях Азии (*средняя достоверность*[6]). [5.2.6] • Подъем уровня моря и усиление интенсивности тропических циклонов вызовут перемещение десятков миллионов людей в низинных прибрежных районах Азии с умеренным тропическим климатом; возросшая интенсивность осадков повысит опасность наводнений в частях Азии с умеренным и тропическим климатом (*высокая достоверность*[6]). [5.2.5 и таблица ТР-8] • Изменение климата увеличит спрос на энергию, снизит привлекательность туризма и повлияет на перевозки в некоторых регионах Азии (*средняя достоверность*[6]). [5.2.4 и 5.2.7] • Изменение климата усугубит опасность для биоразнообразия в результате изменений в землепользовании и земного покрова, а также факторов демографического давления в Азии (*средняя достоверность*[6]). Подъем уровня моря создаст угрозу для экологической безо-пасности, включая мангровые леса и коралловые рифы (*высокая достоверность*[6]). [5.2.2] • Движение южной границы зон вечной мерзлоты Азии в полярном направлении приведет к изменению термокарста и термальной эрозии с негативными последствиями для социальной инфраструктуры и отраслей промышленности (*средняя достоверность*[6]). [5.2.2]

[a] Оценка уязвимости на региональном уровне неизбежно является качественной, поскольку в имеющихся исследованиях не применялся общий набор климатических сценариев и методов, а также в силу неопределенностей, связанных с чувствительностью и адаптационной способностью естественных и социальных систем.

[b] Регионы, перечисленные в таблице РП-1, графически отображены на рисунке ТР-2 Технического резюме.

(продолж.)

менее значительных связанных с погодой явлений некатастрофического характера расходы увеличиваются в два раза. Показателем роста уязвимости страховой отрасли является тот факт, что в период между 1985 и 1999 годами соотношение между общими страховыми выплатами за имущество/нерегулярными выплатами в случае потерь, связанных с метеорологическими явлениями, сократилось в три раза. [4.6]

Стоимость ущерба от метеорологических явлений быстро возросла, несмотря на значительные и все большие усилия по

Таблица РП-2. *(продолж.)*

Регион	Адаптационный потенциал, уязвимость и ключевые проблемы
Австралия и Новая Зеландия	• Адаптационный потенциал антропогенных систем является, как правило, высоким, однако в Австралии и Новой Зеландии имеются группы населения, такие, как коренные народы в некоторых регионах, с низким адаптационным потенциалом и соответственно высокой уязвимостью. [5.3 и 5.3.5] • Чистое воздействие изменения климата и концентрации CO_2 на некоторые культуры может первоначально оказаться полезным, однако, как ожидается, этот баланс станет отрицательным для некоторых районов и культур по мере дальнейшего изменения климата (*средняя достоверность*[6]). [5.3.3] • Вода является, вероятно, ключевой проблемой (*высокая достоверность*[6]) в связи с прогнозируемыми тенденциями осушения на большей части региона и перехода к усредненному состоянию, напоминающему в большей степени явление Эль-Ниньо [5.3 и 5.3.1] • Повышение интенсивности сильных дождей и тропических циклонов (*средняя достоверность*[6]) и характерные для данного района изменения в частоте тропических циклонов изменят виды опасности для жизни, имущества и экосистем, являющейся результатом наводнений, штормовых нагонов и причиняемого ветром ущерба. [5.3.4] • Некоторые виды с ограниченными климатическими нишами, а также неспособные мигрировать из-за фрагментации ландшафта, различий в характере почвы или топографии, могут оказаться в опасности или уничтожены (*высокая достоверность*[6]). Австралийские экосистемы, которые являются особенно чувствительными к изменению климата, включают коралловые рифы, засушливую или полузасушливую среду обитания в юго-западной и материковой части Австралии и австралийские альпийские системы. Сильно увлажненные пресной водой земли в прибрежных зонах как в Австралии, так и Новой Зеландии, являются уязвимыми, а некоторые экосистемы Новой Зелании являются уязвимыми для вторжения водорослей необычно быстрыми темпами. [5.3.2]
Европа	• Адаптационный потенциал антропогенных систем, как правило, является высоким в Европе; южная часть Европы и европейская часть Арктики более уязвимы по сравнению с другими частями Европы. [5.4 и 5.4.6] • Летний сток, наличие водных ресурсов и увлажненность почвы уменьшатся, вероятно, в южной части Европы, в результате чего увеличатся различия между севером и подверженным засухе югом; их увеличение произойдет, вероятно, в зимний период как на севере, так и на юге (*высокая достоверность*[6]). [5.4.1] • К концу XXI века может исчезнуть половина альпийских ледников и крупные районы вечной мерзлоты (*средняя достоверность*[6]). [5.4.1] • На большей части Европы возрастет опасность речных наводнений (*средняя-высокая достоверность*[6]); в прибрежный районах риск наводнений, эрозии и потери сильно увлажненных земель существенно увеличится и будет иметь последствия для людских поселений, промышленности, туризма, сельского хозяйства и прибрежной естественной среды обитания. [5.4.1 и 5.4.4] • Будут наблюдаться некоторые весьма позитивные последствия для сельского хозяйства в северной части Европы (*средняя достоверность*[6]) ; произойдет увеличение производительности в южной и восточной частях Европы (*средняя достоверность*[6]). [5.4.3] • Произойдет смещение биотических зон в более высотном и северном направлениях. Гибель важных видов среды обитания (сильно увлажненные земли, тундра, изолированные виды среды) создаст угрозу для некоторых видов (*высокая достоверность*[6]). [5.4.2] • Более высокие температуры и волны тепла могут изменить традиционные летние туристические маршруты, а менее надежные условия выпадения снега могут отрицательно сказаться на зимнем туризме (*средняя достоверность*[6]) . [5.4.4]
Латинская Америка	• Адаптационный потенциал антропогенных систем в Латинской Америке является низким, особенно в отношении экстремальных климатических событий, а уязвимость — высокой. [5.5] • Таяние и отступание ледников отрицательно влияют на сток и водоснабжение в районах, где таяние ледников является важным источником воды (*высокая достоверность*[6]). [5.5.1] • Наводнения и засухи станут более частым явлением, при этом наводнения приведут к увеличению объема наносов и ухудшению качества воды в некоторых районах (*высокая достоверность*[6]). [5.5] • Усиление интенсивности тропических циклонов изменит риски для жизни, имущества и экосистем, связанные с сильными дождями, наводнениями, штормовыми нагонами и причиняемым ветром ущербом (*высокая достоверность*[6]). [5.5] • Прогнозируется уменьшение урожаев важных сельскохозяйственных культур во многих местах в Латинской Америке даже с учетом воздействий CO_2; занятие сельским хозяйством, как средство к существованию в некоторых регионах Латинской Америки, может оказаться под угрозой (*высокая достоверность*[6]). [5.5.4] • Географическое распределение трансмиссивных инфекционных заболеваний расширится в направлении севера и более высоких широт и возрастет подверженность таким заболеваниям, как малярия, лихорадка Денге и холера (*средняя достоверность*[6]). [5.5.5] • Подъем уровня моря окажет негативное воздействие на прибрежные людские поселения, производственную деятельность, инфраструктуру и мангровые экосистемы (*средняя достоверность*[6]). [5.5.3] • Увеличатся темпы утраты биоразнообразия (*высокая достоверность*[6]). [5.5.2]

Таблица РП-2. *(продолж.)*

Регион	Адаптационный потенциал, уязвимость и ключевые проблемы
Северная Америка	• Адаптационный потенциал антропогенных систем, как правило, является высоким, а уязвимость — низкой в Северной Америке, однако некоторые общины (например, коренные народы и общины, зависящие от ресурсов, чувствительных к изменению климата) характеризуются большей уязвимостью; уязвимость в субрегионах меняется в зависимости от социальных, экономических и демографических тенденций. [5.6 и 5.6.1] • Незначительное потепление, сопровождаемое увеличением концентрации CO_2, окажет положительное воздействие на некоторые культуры, однако это воздействие будет различным для разных культур и регионов (*высокая достоверность*[6]), при этом будет происходить сокращение производства из-за засухи в некоторых районах прерии Канады и Великих равнин США, в перспективе возрастет производство продовольствия в районах Канады к северу от нынешних производственных районов, а также увеличение производства смешанной лесной продукции в теплой зоне (*средняя достоверность*[6]). В то же время позитивные воздействия для культур будут уменьшаться все возрастающими темпами и обернутся, возможно, чистыми потерями в случае дальнейшего потепления (*средняя достоверность*[6]). [5.6.4] • В соответствии с большинством сценариев в водосборных бассейнах в западной части Северной Америки, где вода поступает главным образом за счет таяния снегов, будут наблюдаться более ранние весенние пиковые потоки (*высокая достоверность*[6]), сокращения объема потоков в летний период (*средняя достоверность*[6]) и снижение уровней воды в озерах и оттоков из Великих Озер—реки Святого Лаврентия (*средняя достоверность*[6]); адаптационное реагирование компенсирует некоторые, но не все, последствия для водопользователей и акватических экосистем (*средняя достоверность*[6]). [5.6.2] • Уникальные естественные экосистемы, такие, как сильно увлаженные земли прерии, альпийская тундра и холодноводные экосистемы окажутся под угрозой, а эффективная адаптация является маловероятной (*средняя достоверность*[6]). [5.6.5] • Подъем уровня моря приведет к усиленной прибрежной эрозии, наводнениям в прибрежной зоне, утрате прибрежных сильно увлаженных земель и усилению опасности штормовых нагонов, особенно во Флориде и на большей части атлантического побережья США (*высокая достоверность*[6]). [5.6.1] • В Северной Америке возрастают связанные с погодой страховой ущерб и выплаты государственного сектора по оказанию помощи в связи со стихийными бедствиями; при планировании в секторе страхования еще не учитывается на систематической основе информация об изменении климата, в связи с чем существует возможность неожиданных событий (*высокая достоверность*[6]). [5.6.1] • В Северной Америке может произойти увеличение масштабов распространения трасмиссивных заболеваний, включая: малярию, лихорадку Денге и болезнь Лиме; произойдет повышение показателей заболеваемости и смертности в результате ухудшения качества воздуха и теплового стресса (*средняя достоверность*[6]); социально-экономические факторы и мероприятия в области общественного здравоохранения будут играть важную роль в определении частоты и сферы распространения факторов, влияющих на состояние здоровья. [5.6.6]
Полярная зона	• Естественные системы в полярных регионах являются весьма чувствительными к изменению климата, и существующие экосистемы обладают низким адаптационным потенциалом; развитые в техническом отношении общины быстро адаптируются, вероятно, к изменению климата, однако некоторые общины коренного населения, в которых придерживаются традиционного образа жизни, обладают незначительным потенциалом и малым выбором вариантов адаптации. [5.7] • Ожидается, что изменение климата в полярных регионах будет одним из самых крупных и наиболее быстрым по сравнению с любым регионом на Земле и приведет к значительным физическим, экологическим, социологическим и экономическим последствиям, особенно в Арктике, на Антарктическом полуострове и в Южном океане (*высокая достоверность*[6]). [5.7] • Изменения климата, которые уже произошли, проявляются в уменьшении протяженности и толщины арктического морского льда, таянии вечной мерзлоты, эрозии береговой линии, изменениях ледового покрова и шельфового льда, а также изменении в распределении и изобилии видов в полярных регионах (*высокая достоверность*[6]). [5.7] • Некоторые полярные экосистемы могут адаптироваться посредством конечного замещения видов в результате миграции и изменения их состава, и, возможно, конечного увеличения общей продуктивности; в опасности окажутся системы в районе кромки льда, которые обеспечивают среду обитания для некоторых видов (*средняя достоверность*[6]). [5.7] • Полярные регионы характеризуются наличием важных факторов, вызывающих изменения климата. Начав действовать однажды, они могут продолжать свое действие в течение веков и долгое время после стабилизации концентрации парниковых газов, а также вызывать непоправимые последствия для ледяного покрова, глобальной циркуляции океанов и подъема уровня моря (*средняя достоверность*[6]). [5.7]

(продолж.)

Таблица РП-2. *(продолж.)*

Регион	Адаптационный потенциал, уязвимость и ключевые проблемы
Малые островные государства	• Адаптационные потенциал антропогенных систем, как правило, является низким в малых островных государствах, а уязвимость — высокой; малые островные государства относятся, вероятно, к числу стран, на которые изменение климата оказывает самое серьезное воздействие. [5.8] • Прогнозируемый подъем уровня моря на 5 мм в год в последующие сто лет вызовет более активную прибрежную эрозию, потерю земли и имущества, перемещения населения, повышенную опасность штормовых нагонов, снижение жизнеспособности прибрежных экосистем, вторжение соленой воды в источники пресной воды, а также высокую стоимость ресурсов для реагирования на эти изменения и адаптацию к ним (*высокая достоверность*[6]). [5.8.2 и 5.8.5] • Острова, располагающие очень ограниченными возможностями водоснабжения, являются весьма уязвимыми для воздействий изменения климата на водный баланс (*высокая достоверность*[6]). [5.8.4] • Коралловые рифы испытают негативное воздействие в результате обесцвечивания и снижения скорости обызвесткования из-за более высоких уровней CO_2 (*средняя достоверность*[6]); мангровые леса, грунт морской травы, другие прибрежные экосистемы и связанное с ними биоразнообразие испытают отрицательное воздействие в результате роста температур и ускоренного подъема уровня моря (*средняя достоверность*[6]). [4.4 и 5.8.3] • Ухудшение состояния прибрежных экосистем негативно отразится на обитающих в рифовых водах видах рыб и создаст угрозу рыболовству в этих водах, а также угрозу для тех, кто зарабатывает себе на жизнь рыболовством в рифовой зоне, и тех, для кого рыболовство является важным источником продовольствия (*средняя достоверность*[6]). [4.4. и 5.8.4] • В связи с ограниченным размером пахотных земель и засолением почвы сельское хозяйство малых островных государств является весьма уязвимым для изменения климата как с точки зрения производства продовольствия для внутреннего потребления, так и выращивания приносящих валюту экспортных культур (*высокая достоверность*[6]). [5.8.4] • Туризм — этот важный источник дохода иностранной валюты для многих островов — будет испытывать серьезные трудности в результате изменения климата и подъема уровня моря (*высокая достоверность*[6]). [5.8.5]

укреплению инфраструктуры и повышению готовности к стихийным бедствиям. Наблюдаемая повышательная тенденция связанных со стихийными бедствиями потерь за последние 50 лет частично объясняется социально-экономическими факторами, такими, как рост населения, увеличение богатства и урбанизация уязвимых районов, и частично — климатическими факторами, такими, как отмечаемые изменения объема осадков и наводнения. Установление точных связей является сложной задачей, и соотношение этих двух причин бывает различным в зависимости от регионов и видов климатических событий. [4.6]

Изменение климата и прогнозируемые изменения в связанных с погодой событиях, которые, как считается, объясняются изменением климата, повысят страховую неопределенность при оценке риска (*высокая достоверность*[6]). Подобные события приведут к повышательной тенденции страховых премий и/или могут стать причиной переклассификации определенных рисков, как не подлежащих страхованию с последующей отменой страхового покрытия. Подобные изменения положат начало увеличению страховых расходов, замедлят продвижение финансовых услуг в развивающиеся страны, снизят возможности страхования ввиду возрастающего риска и повысят спрос на финансируемую правительством компенсацию после стихийных бедствий. В случае подобных изменений можно ожидать изменения соответствующих ролей государственных и частных органов по обеспечению страхования и ресурсов на управление риском. [4.6]

Ожидается, что сектор финансовых услуг в целом в состоянии справиться с последствиями изменения климата, хотя исторический опыт показывает, что события, характеризующиеся низкой вероятностью, но значительными последствиями, или многочисленные происходящие рядом друг с другом события, наносят серьезный ущерб определенным частям данного сектора, особенно если одновременно происходит ослабление адаптационного потенциала в результате воздействия не связанных с климатом факторов (например неблагоприятные условия финансовых рынков). Организации, занимающиеся страхованием и перестрахованием собственности и лиц, а также небольшие специализированные или недиверсифицированные компании характеризовались большей чувствительностью, включая случаи снижения рентабельности и банкротства, вызванные связанными с погодой событиями. [4.6]

Адаптация к изменению климата создает сложные проблемы для данного сектора, но также и предоставляет ему возможности. Примерами факторов, оказывающих влияние на жизнеспособность данного сектора, являются регулирование цен, налоговый режим резервов и способность (неспособность) фирм заканчивать операции на связанных с риском рынках. Участники деятельности в государственном и частном секторах также поддерживают адаптацию посредством содействия готовности к стихийным бедствиям, разработки программ по предотвращению ущерба, строительных кодексов, а также совершенствования планирования землепользования. Тем не менее в некоторых

случаях государственные программы страхования и оказания помощи непроизвольно способствуют излишней удовлетворенности и плохой адаптации в результате содействия деятельности в целях развития в зонах риска, таких, как поймы и прибрежные зоны в США. [4.6]

Самые значительные последствия изменения климата ожидаются в развивающихся странах, особенно в странах, зависящих от первичного производства как основного источника дохода. В некоторых странах стихийные бедствия влияют на их ВВП, при этом в одном из случаев стоимость ущерба доходит до половины ВВП. Возникнут, вероятно, вопросы справедливости и ограничения развития, если климатические риски не будут подлежать страхованию, если цены возрастут или если снабжение станет ограниченным. И наоборот, более обширный доступ к страхованию и более широкое внедрение схем микрофинансирования и кредитования развития расширят возможности развивающихся стран по адаптации к изменению климата. [4.6]

4. Уязвимость меняется в зависимости от региона

Уязвимость населения и естественных систем для изменения климата является весьма различной в зависимости от регионов и групп населения в рамках регионов. Региональные различия в исходных климатических условиях и ожидаемом изменении климата вызывают различные подходы к климатическим воздействиям в зависимости от регионов. Естественные и социальные системы различных регионов имеют различные характеристики, ресурсы и учреждения и испытывают воздействия различных факторов, порождающих различия в степени чувствительности и способности к адаптации. Из этих различий вытекают различия ключевых проблем для каждого из основных регионов мира. В то же время даже в рамках регионов последствия, адаптационный потенциал и уязвимость будут различными. [5]

В свете вышеизложенного все регионы испытают, вероятно, определенные негативные последствия изменения климата. В таблице РП-2 в весьма сжатой форме представлены ключевые проблемы различных регионов. Некоторые регионы являются особенно уязвимыми ввиду их физической подверженности опасностям, связанным с изменением климата, и/или их ограниченной адаптационной способности. Большинство менее развитых регионов являются особенно узявимыми в силу того, что значительная часть их экономики представлена секторами, чувствительными к изменению климата, а их адаптационный потенциал является низким из-за низких уровней людских, финансовых и естественных ресурсов, а также ограниченного институционального и технологического потенциала. Например, малые островные государства и низинные прибрежные районы являются особенно уязвимыми для подъема уровня моря и штормов, и большинство из них располагают ограниченными возможностями для адаптации. Ожидается, что последствия изменения климата в полярных регионах будут значительными и быстрыми, включая уменьшение протяженности и толщины морского льда, а также таяние вечной мерзлоты. Негативные изменения, связанные с сезонными речными потоками, наводнениями и засухами, продовольственной безопасностью, рыболовством, последствиями для здоровья и утратой биоразнообразия, относятся к числу крупнейших региональных факторов уязвимости и проблем для Африки, Латинской Америки и Азии, где адаптационные возможности являются, как правило, низкими. Даже в регионах с более высоким адаптационным потенциалом, таких, как Северная Америка, Австралия и Новая Зеландия, имеются уязвимые общины, такие, как коренные народы, а возможность адаптации экосистемы является весьма ограниченной. В Европе уязвимость значительно больше в южной части и в Арктике по сравнению с другими частями региона. [5]

5. Повышение точности оценок последствий, уязвимости и адаптации

В период после подготовки предыдущих оценок МГЭИК достигнуты определенные успехи, связанные с выявлением изменения в биотических и физических системах, а также приняты меры для улучшения понимания адаптационного потенциала, уязвимости для климатических экстремальных явлений и других важных вопросов, касающихся климатических последствий. Эти достижения свидетельствуют о необходимости осуществления инициатив по разработке адаптационных стратегий и созданию адаптационного потенциала. Тем не менее, требуется проведение дальнейшего исследования для повышения точности будущих оценок и уменьшения неопределенностей для обеспечения наличия достаточной информации для определяющих политику лиц относительно ответных мер на возможные последствия изменения климата, включая проведение исследований в развивающихся странах и самими этими странами. [8]

Ниже приводятся высокоприоритетные задачи по сокращению разрыва между существующими знаниями и потребностями определяющих политику лиц:

- количественная оценка чувствительности, адаптационного потенциала и уязвимости естественных и антропогенных систем в отношении изменения климата, с уделением при этом особого внимания изменениям в диапазоне климатических колебаний, а также частоты и суровости экстремальных климатических явлений;
- оценка возможных пороговых значений, при которых начнется весьма нестабильная реакция на изменение климата и другие стимулирующие воздействия;
- достижение понимания динамической реакции экосистем на многочисленные факторы нагрузки, включая изменение климата, в глобальном, региональном и менее значительном масштабах;
- разработка подходов к адаптационному реагированию, оценка эффективности и стоимости вариантов адаптации, а также определение различий между возможностями адаптации и препятствиями к ней в различных регионах, странах и группах населения;

- оценка потенциальных последствий всего диапазона прогнозируемых изменений климата, в частности для нерыночных товаров и услуг, согласно многочисленным критериям и при последовательной обработке неопределенностей, включая численность затронутых этими последствиями людей, территорий, численность находящихся в опасности видов и стоимость последствий в денежном выражении, а также связанные с этим последствия различных уровней стабилизации и других сценариев политики, однако не ограничиваясь при этом этими параметрами;
- совершенствование средств проведения комплексной оценки, включая оценку рисков, с целью изучения взаимодействий между компонентами естественных и антропогенных систем, а также последствий различных решений в области политики;
- оценка возможностей для включения научной информации о последствиях, уязвимости и адаптации в процессы принятия решений, управления рисками и инициативы в области устойчивого развития;
- совершенствование систем и методов долгосрочного мониторинга и понимание последствий изменения климата и других негативных факторов для антропогенных и естественных систем.

Центральными элементами этих задач являются особые потребности, связанные с укреплением международного сотрудничества и координации с целью региональной оценки воздействий, уязвимости и адаптации, включая усиление потенциала и подготовку кадров для мониторинга, оценки и сбора данных, особенно в развивающихся странах и для развивающихся стран (в первую очередь в связи с определенными выше пунктами).

Изменение климата, 2001 г. Последствия, адаптация и уязвимость

Техническое резюме

Доклад рабочей группы II Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Настоящее резюме было принято в целом, но не одобрено построчно, на шестой сессии рабочей группы II МГЭИК (Женева, Швейцария, 13—16 февраля 2001 г.). «Принятие» докладов МГЭИК на сессии рабочей группы или группы экспертов означает, что конкретный материал не обсуждался и не согласовывался построчно, но тем не менее в нем представлен всеобъемлющий, объективный и сбалансированный взгляд на существо вопроса.

Ведущие авторы
К. С. Уайт (США), К. К. Ахмад (Бангладеш), О. Анисимов (Россия), Н. Арнелл (СК), С. Браун (США), М. Кампос (Коста-Рика), Т. Картер (Финляндия), Чунцен Лю (Китай), С. Коуэн (Канада), П. Дезанкер (Малави), Д. Дж. Доккен (США), У. Истерлинг (США), В. Фитцхэррис (Новая Зеландия), Х. Гитай (Австралия), А. Гитеко (Кения), С. Гупта (Индия), Х. Харасава (Япония), Б. П. Джаллоу (Гамбия), З. В. Кунджевич (Польша), Э. Л. Ля Ровере (Бразилия), М. Лал (Индия), Н. Лэари (США), К. Магадза (Зимбабве), Л. Х. Мата (Венесуэла), Р. Мак-Лин (Австралия), Э. Мак-Майкл (СК), К. Миллер (США), Э. Миллз (США), М. К. Мирза (Бангладеш), Д. Мирдиярсо (Индонезия), Л. А. Нурс (Барбадос), К. Пармезан (США), М. Л. Пэрри (СК), О. Пилифосова (Казахстан), Б. Питток (Австралия), Д. Прайс (США), Т. Рут (США), С. Розенцвейг (США), Х. Сарухан (Мексика), Х.-Д. Шеллнгубер (Германия), С. Шнейдер (США), М. Дж. Скотт (США), Г. Сем (Папуа Новая Гвинея), В. Смит (Канада), Дж. Б. Смит (США), А. Цыбань (Россия), П. Веллинга (Нидерланды), Р. Уоррик (Новая Зеландия), Д. Рэтт (Новая Зеландия)

Редакторы обзора:
М. Мэннинг (Новая Зеландия) и К. Нобре (Бразилия)

1. Масштабы и концепция оценки

1.2. Мандат оценки

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) была учреждена Всемирной Метеорологической Организацией и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) в 1988 г. для подготовки оценки научной, технической и социально-экономической информации, связанной с пониманием риска изменения климата, вызванного деятельностью человека, его потенциальных последствий, а также вариантов смягчения последствий и адаптации. В настоящее время МГЭИК организационно состоит из трех рабочих групп: рабочая группа I (РГ I) занимается наблюдаемыми и прогнозируемыми изменениями климата; рабочая группа II (РГ II) занимается вопросами уязвимости, последствий и адаптации, связанными с изменением климата; и рабочая группа III (РГ III) занимается вариантами смягчения воздействий на изменения климата.

Данный том — Изменение климата, 2001 г.: Последствия, адаптация и уязвимость — является вкладом РГ II в Третий доклад МГЭИК об оценках (ТДО), посвященный научным, техническим, экологическим, экономическим и социальным вопросам, связанным с климатической системой и изменением климата.[1] Мандат РГ II по ТДО заключается в подготовке оценки уязвимости экологических систем, социально-экономических секторов и здоровья человека для изменения климата, а также потенциальных последствий изменения климата как позитивных, так и негативных, для этих систем. Эта оценка содержит также анализ практической возможности адаптации с целью расширения позитивных последствий изменения климата и уменьшения негативных последствий. Эта новая оценка строится на данных предыдущих оценок МГЭИК, при этом пересматриваются ключевые выводы предыдущих оценок и основное внимание уделяется новой информации и выводам из более поздних исследований.

1.2. Какова потенциальная ставка?

В результате деятельности человека — главным образом в виде сжигания ископаемых видов топлива и изменений земного покрова — происходит изменение концентрации атмосферных составляющих или свойств поверхности, которая поглощает или рассеивает энергию излучения. В документе *Изменение климата, 2001 г.: Научные аспекты*, который является вкладом РГ I в ТДО, делается следующий вывод: «В свете новых свидетельств, а также учитывая остающиеся неясности, большая часть наблюдаемого потепления за последние 50 лет объясняется, вероятно, увеличением концентраций парниковых газов». Ожидается, что дальнейшие изменения климата будут включать: дополнительное потепление, изменения в моделях осадков и их объемов, подъем уровня моря и изменения частоты интенсивности некоторых экстремальных климатических явлений.

Текстовой блок ТР-1. Чувствительность, адаптируемость и уязвимость, связанные с изменением климата

Чувствительность — это та степень, в которой система является затронутой как негативным, так и благоприятным образом, в результате связанных с климатом воздействий. Эти воздействия охватывают в данном случае все элементы изменения климата, включая средние климатические характеристики, изменчивость климата, а также частоту и величину экстремальных явлений. Воздействия могут быть прямыми (например, изменение урожайности культур в результате изменения среднего значения, диапазона или изменчивости температур) или косвенными (например, ущерб, причиняемый в результате увеличения количества случаев наводнений в прибрежной зоне, вызванных подъемом уровня моря).

Адаптационный потенциал — это способность системы приспосабливаться к изменению климата (включая изменчивость климата и его экстремальные явления), с тем чтобы смягчать потенциальный ущерб, использовать имеющиеся возможности или справляться с последствиями.

Уязвимость — это та степень, в которой система подвержена негативным последствиям изменения климата и неспособна справляться с ними, включая изменчивость климата и его экстремальные явления. Уязвимость является функцией характера, величины и скорости климатических колебаний, которым подвергается данная система, ее чувствительности и адаптационного потенциала.

Высокими являются ставки, связанные с прогнозируемыми изменениями климата.
Многочисленные системы Земли, которые обеспечивают жизнедеятельность человека, являются чувствительными к климату и будут испытывать воздействие его изменений (весьма высокая достоверность). Ожидаются последствия для циркуляции океанов; уровня моря; водного цикла; циклов углерода и питательных веществ; качества воздуха; производительности и структуры естественных экосистем; производительности сельскохозяйственных, пастбищных и лесных угодий и географического распределения, поведения, изобилия и выживания видов растений и животных, включая переносчиков и хозяев болезней человека. Изменения в этих системах, вызванные изменением климата, а также непосредственные воздействия изменения климата на человека, позитивно и негативно скажутся на благосостоянии людей. На благосостояние людей повлияют изменения в спросе и предложении, касающиеся

[1] *Изменение климата* в понимании МГЭИК означает любое изменение климата с течением времени, которое объясняется естественной изменчивостью или является результатом деятельности человека. Подобное понимание отличается от определения, данного в статье 1 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, в которой изменение климата определяется как *изменение климата*, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени.

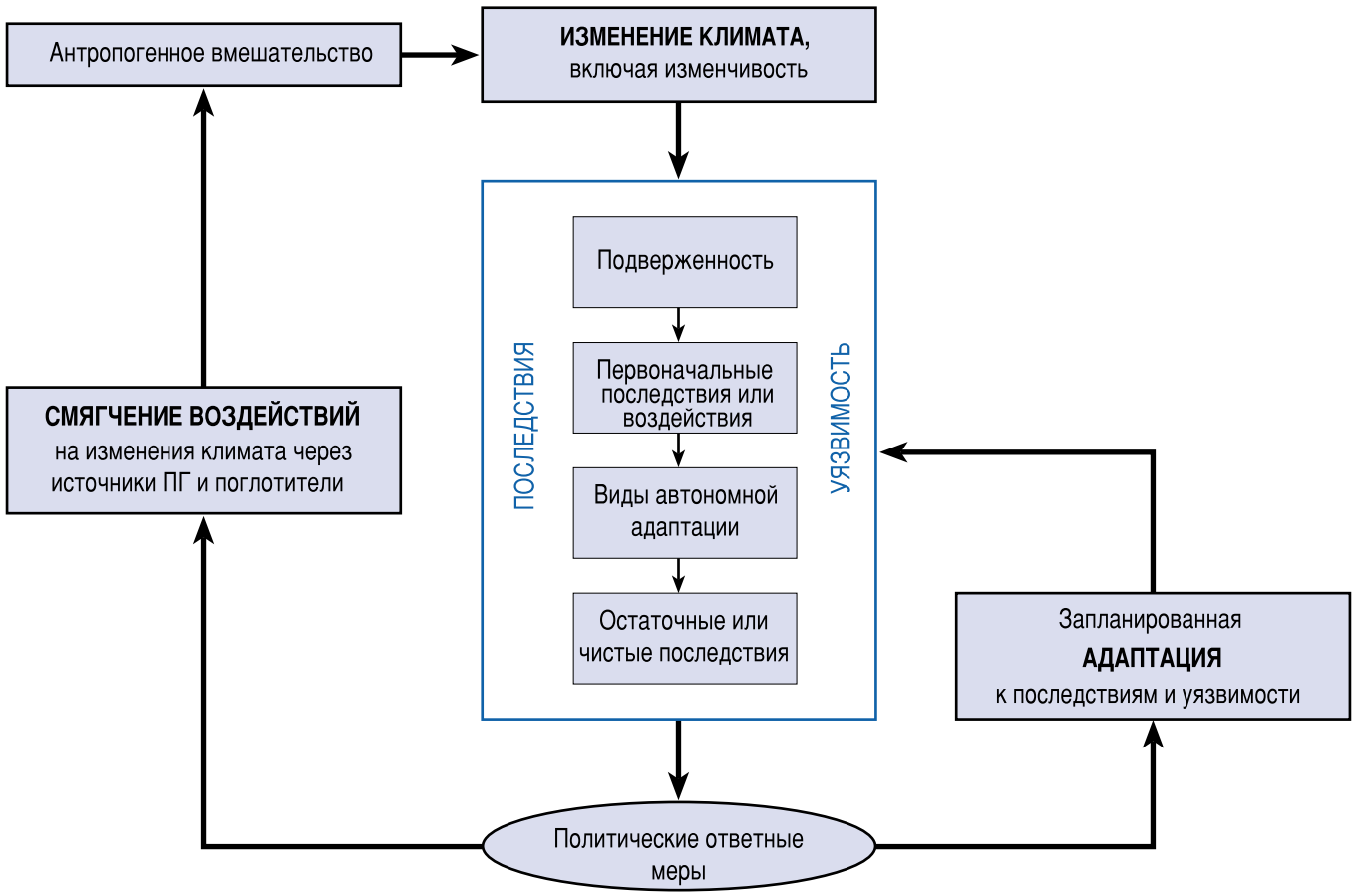


Рисунок ТР-1. Масштабы оценки рабочей группы II

водных ресурсов, продовольствия, энергии и других материальных благ, которые являются производными этих систем; изменения возможностей некоммерческих видов использования окружающей среды для целей отдыха и туризма; изменения ценностей, не связанных с использованием окружающей среды, таких, как культурные ценности и сохранение природы; изменения в уровне доходов; изменения, связанные с гибелью имущества и людей в результате экстремальных-климатических явлений; и изменения, связанные со здоровьем человека. Последствия изменения климата скажутся на перспективах устойчивого развития в различных частях мира и могут, вероятно, еще больше увеличить существующее неравенство. Масштабы последствий будут различными для разных народов, мест и периодов времени (весьма высокая достоверность), и они явятся причиной серьезных вопросов о справедливости.

Несмотря на то, что ставки в данном случае являются очевидно высокими, риски, связанные с изменением климата, труднее поддаются определению. Риски являются функцией вероятности и масштабов различных видов последствий. В докладе РГ II оцениваются достижения, связанные с уровнем понимания последствий климатических воздействий, которым могут подвергаться данные системы, чувствительности подверженных риску систем изменениям климатических факторов, их адаптационной способности уменьшать или переносить негативные последствия или способствовать позитивным последствиям, а также их уязвимости для негативных последствий (см. текстовой блок ТР-1). Возможные последствия включают последствия, которые характеризуются опасностью нанесения существенного и необратимого ущерба некоторым системам в течение следующего века или гибели этих систем; незначительные последствия, к которым системы могут быстро адаптироваться; и последствия, которые окажутся полезными для некоторых систем.

На рисунке ТР-1 показаны масштабы оценки РГ II и ее связь с другими частями системы изменения климата. Деятельность человека, которая изменяет климат, подвергает естественные и антропогенные системы иному набору стрессов или воздействий. Системы, которые являются чувствительными к этим воздействиям, испытывают воздействие или влияние в результате этих изменений, которые могут явиться причиной начала автономных или ожидаемых видов адаптации. Эти автономные виды адаптации изменят остаточные или чистые последствия изменения климата. Меры политического характера, принимаемые в качестве реакции на уже ощутимые последствия или в ожидании потенциальных будущих последствий, могут иметь форму запланированных адаптационных мер с целью смягчения негативных последствий или стимулирования полезных последствий. Ответные меры политического характера могут также осуществляться в виде действий, направленных на смягчение изменения климата посредством сокращений выброса

парниковых газов (ПГ) и расширения системы поглотителей. Главным элементом оценки РГ II является центральный блок рисунка ТР-1 — подверженность, последствия и уязвимость, а также линия, отображающая политику адаптации.

1.3. Концепция оценки

Процесс оценки включает определение значения и синтез имеющейся информации с целью повышения уровня понимания последствий, адаптации и уязвимости, связанных с изменением климата. Информация поступает главным образом из опубликованной литературы, которая прошла общую редакцию. Фактические данные берутся также из опубликованной, не прошедшей общей редакции литературы, и неопубликованных источников, однако, только после оценки их качества и достоверности авторами настоящего доклада.

РГ II подготовила данную оценку при участии международной группы экспертов, назначенных правительствами и научными учреждениями, и отобранными бюро РГ II МГЭИК с целью использования их научно-технического опыта и достижения широкого географического равновесия. Эти эксперты представляют научные круги, правительства, промышленность, а также научные и экологические организации. Они участвуют в данной работе без получения вознаграждения со стороны МГЭИК, уделяя значительное время поддержке работы МГЭИК. Данная оценка составлена таким образом, чтобы дать возможность проанализировать последствия изменения климата, виды адаптации и уязвимости систем и регионов, а также дать глобальное обобщение вопросов по системам и регионам. По мере возможности и с учетом имеющейся литературы изменение климата рассматривается в контексте устойчивого развития и справедливости. В первом разделе излагаются общие рамки оценки, поскольку в ней рассматривается контекст изменения климата, методы и средства, а также сценарии. В отдельных главах дается оценка уязвимости водных систем, наземных экосистем (включая сельское хозяйство и лесное хозяйство), океанов и прибрежных систем, людских поселений (включая энергетический и промышленный сектора), страхования и других финансовых услуг, а также здоровья человека. Одна глава посвящена одному из восьми основных регионов мира: Африке, Азии, Австралии и Новой Зеландии, Европе, Латинской Америке, Северной Америке, полярным регионам и малым островным государствам. Эти регионы показаны на рисунке ТР-2. Все эти регионы совершенно не похожи друг на друга и последствия изменения климата, адаптационный потенциал и уязвимость будут характеризоваться значительными различиями в рамках каждого из этих регионов. В заключительном разделе доклада дается общий анализ адаптационного потенциала и его способности смягчить негативные последствия, способствовать

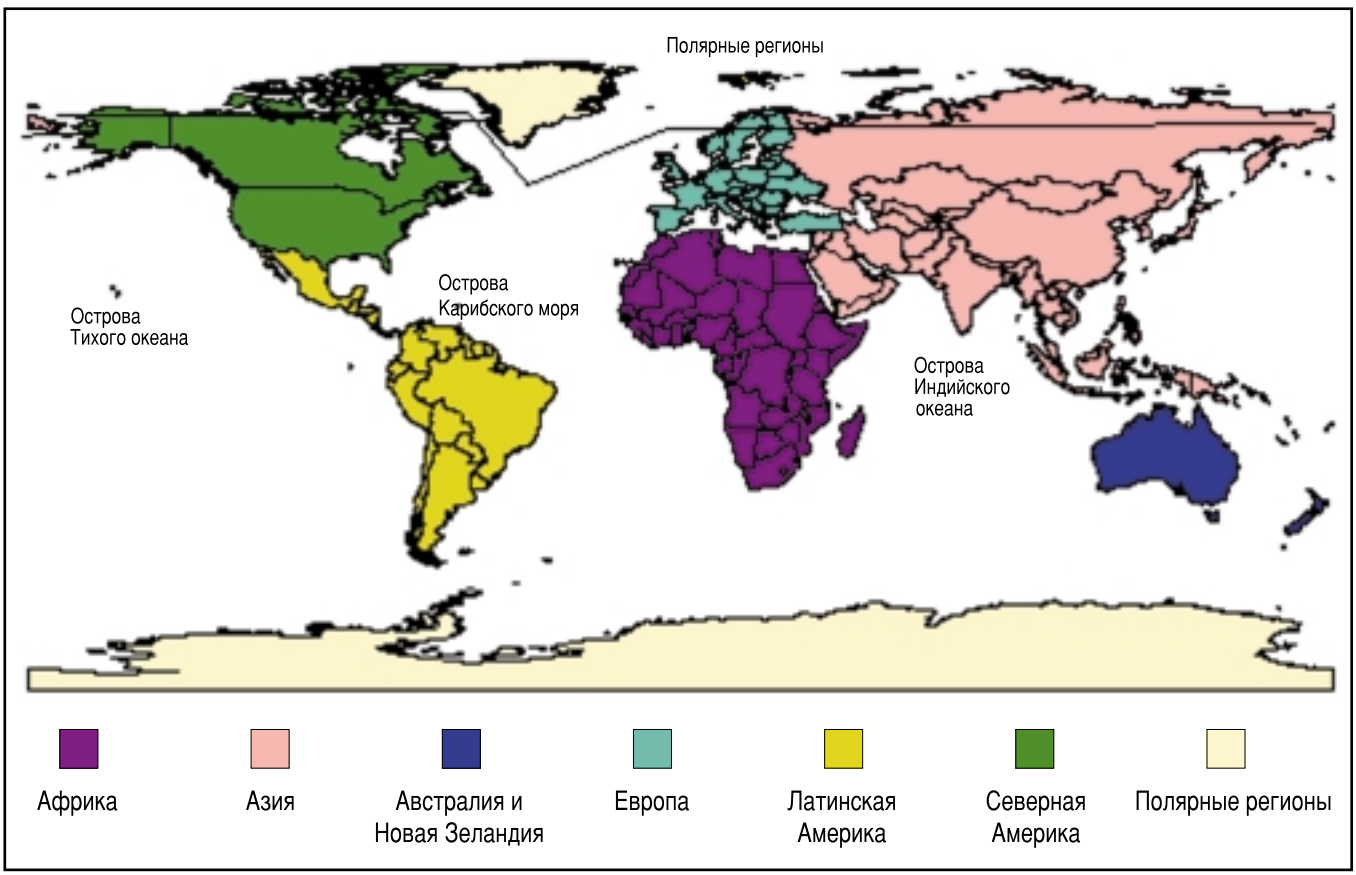


Рисунок ТР-2. Регионы, приведенные в Третьем докладе об оценках рабочей группы II МГЭИК. Следует отметить, что регионы, в которых расположены малые островные государства, включают Тихий, Индийский и Атлантический океаны, а также Карибское и Средиземное моря. Границы между Европой и Азией проходят по восточной части Уральских гор, реке Урал и Каспийскому морю. Применительно к Арктике полярные регионы включают зону к северу от Полярного круга, в т. ч. Гренландию; Антарктика включает Антарктический континент вместе с Южным океаном к югу от ~58° ю. ш.

Текстовой блок TP-2. Степень достоверности и уровень знаний

Количественная оценка степеней достоверности

В случае применения *количественного* подхода авторы доклада присваивает степени достоверности, которые отражают уровень уверенности авторов в достоверности вывода, основанного на коллективной экспертной оценке данных наблюдений, результатах моделирования и изученной ими теории. Используются пять степеней достоверности. В таблицах Технического резюме слова заменяются следующими условными обозначениями:

весьма высокая (*****)	95 % или более
высокая (*****)	67—95 %
средняя (***)	33—67 %
низкая (**)	5—33 %
весьма низкая (*)	5 % или меньше

Количественная оценка уровня знаний

В случае применения *качественного* подхода авторы доклада оценивали уровень научного понимания в поддержку заключения, основанного на количестве подтверждающих свидетельств и уровне согласия между экспертами в отношении толкования этих свидетельств. Применяются четыре классификации по признаку качества:

- *Прочно устоявшееся:* модели включают известные процессы, наблюдения соответствуют моделям или многочисленные наборы свидетельств поддерживают вывод.
- *Устоявшееся, но неполное:* модели включают наиболее известные процессы, хотя некоторые параметризации вероятно не прошли должной проверки; наблюдения являются в определенной степени соответствующими, но не полными; существующие эмпирические оценки хорошо обоснованы, однако возможность изменений со временем в регулирующих процессах является значительной; или лишь одна или несколько линий доказательств поддерживают вывод.
- *Противоречивые объяснения:* различные модельные представления объясняют различные аспекты наблюдений или свидетельств, или включают различные аспекты ключевых процессов, ведущих к противоречивым объяснениям.
- *Теоретическое:* концептуально возможные идеи, которые не представлены должным образом в литературе или содержат многочисленные неопределенности, которые с трудом поддаются уменьшению. [Текстовой блок 1-1]

благоприятным воздействиям, активизировать устойчивое развитие и содействовать большей справедливости, а также дается обзор информации, имеющей отношение к толкованию статьи 2 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) и ключевых положений международных соглашений, касающихся изменения климата. Доклад содержит также Резюме для лиц, определяющих политику, в котором дается краткий общий анализ выводов доклада, имеющих конкретное отношение к тем лицам, на которых возложена ответственность за принятие решений по реагированию на изменение климата. Настоящее Техническое резюме содержит более всеобъемлющее краткое изложение оценки; в конце пунктов для читателей, которые хотели бы получить больше информации по конкретной теме, приводится ссылка на разделы основного доклада. [1.1]

1.4. Обработка неопределенностей

Со времени подготовки ВДО больше внимания уделялось разработке методов, позволяющих дать описание неопределенностей и объяснить их. В подготовленной РГ II оценке применяются два подхода к определению значимости этих неопределенностей. Количественный подход применяется для оценки степеней достоверности в тех случаях, когда существующий уровень понимания соответствующих процессов, систем поведения, модельных имитаций и оценок является достаточным для сохранения широкого согласия между авторами доклада в отношении вероятностей байесов, связанных с отдельными результатами. Подход более качественного характера применяется для оценки качества или уровня научного понимания, которое подтверждает вывод (см. текстовой блок TP-2). Эти подходы и их логическое обоснование более подробно объясняются в *Третьем докладе об оценках: Руководящие материалы по общим вопросам* (http://www/gispri/or.jp) и соответствующих документах, подготовленных МГЭИК, с целью более широкого использования должных терминов и концепций в рамках подготовленных рабочей группой материалов для ТДО. [1.1, 2.6]

2. Методы и средства оценки

Оценка последствий изменения климата, видов адаптации и уязвимости основана на широком спектре физических, биологических и социальных наук и для ее осуществления применяются соответственно весьма разнообразные методы и средства. Со времени подготовки ВДО, благодаря подобным методам, повышено качество обнаружения изменения климата в биотических и физических системах и получены новые результаты, имеющие существенное значение. Кроме того, со времени подготовки ВДО были предприняты осторожные меры с целью расширения «комплекта средств» для более эффективного анализа антропогенных факторов климата как причин и последствий изменения, а также для более непосредственного рассмотрения межсекторальных вопросов, касающихся уязвимости, адаптации и процесса принятия решений. В частности, при проведении все большего количества исследований стали применяться методы и средства для определения стоимости и оценки последствий, обработки неопределенностей, интеграции последствий по секторам и регионам, а также использования аналитических критериев принятия решений для

оценки адаптационного потенциала. В целом эти скромные методологические достижения способствуют проведению анализов, которые послужат более солидной основой для понимания того, каким образом могли бы приниматься решения относительно адаптации к будущему изменению климата. [2.8]

2.1. Определение отклика на изменение климата с использованием индикаторных видов или систем

Со времени ВДО были разработаны и применялись методы определения нынешних последствий изменения климата в XX веке для абиотических и биотических систем. Оценка последствий для антропогенных и естественных систем, которые уже имели место в результате недавнего изменения климата, является важным дополнением к модельным прогнозам будущих последствий. Проведению подобной оценки мешают многочисленные, часто не связанные между собой факторы неклиматического характера, которые одновременно влияют на эти системы. При осуществлении попыток решения этой проблемы использовались показательные виды (например, бабочки, пингвины, лягушки и морские анемоны) с целью выявления ответной реакции на изменение климата и подготовки предположений о более общих последствиях изменения климата для естественных систем (например, в районах естественных лугов, прибрежной Антарктиде, влажных тропических горных лесах и горной приливной зоне Тихого океана, соответственно). Важным компонентом этого процесса определения является поиск систематических моделей изменения по многочисленным исследованиям, которые соответствуют прогнозам, основанным на наблюдаемых или прогнозируемых изменениях климата. По мере повторения исследований в рамках различных систем и географических регионов повышается степень доверия к объяснению изменения климата указанными наблюдаемыми изменениями. Даже несмотря на сотни проведенных в настоящее время исследований, некоторые регионы и системы остаются недопредставленными. [2.2]

С целью исследования возможных связей между наблюдаемыми изменениями регионального климата и биологическими или физическими процессами в экосистемах, группой авторов было собрано более 2500 статей по климату и одному из следующих объектов: животные, растения, ледники, морской лед и лед на озерах или реках. Для определения возможного влияния изменения климата на эти объекты учитывались только исследования, отвечающие по меньшей мере двум из нижеследующих критериев:

- Одна из характеристик этих объектов (например, граница распространения, дата таяния) показывает, что со временем произошло изменение.
- Данная характеристика согласуется с изменениями местной температуры.
- Местная температура со временем меняется.

По меньшей мере два из этих трех критериев должны продемонстрировать статистически значимую корреляцию. Рассматривалась только температура, поскольку в литературе четко установлено то, как она воздействует на рассматриваемые объекты, и поскольку температурные тенденции более однородны в глобальном масштабе по сравнению с другими локально меняющимися климатическими факторами, такими, как изменения осадков. В выборочных исследованиях должны быть проанализированы данные по меньшей мере за 10 лет; более 90 % данных характеризовались сроками, превышающими 20 лет.

Эти жесткие критерии сократили количество исследований, использованных для анализа, до 44 исследований животных и растений, охватывающих более 600 видов. Из этих видов около 90 % (более 550) показывают изменения во времени основных характеристик. Из этих 550 видов около 80 % (более 450) характеризуются изменением в ожидаемом направлении с учетом научного понимания известных механизмов, которые соотносят температуру с каждой из основных характеристик видов. Пренебрежимой является вероятность того, что более чем 450 видов из 550 проявят изменения в случайных направлениях.

В 16 исследованиях, анализирующих состояние ледников, морского льда, протяженности снежного покрова/таяния снегов или льда на озерах или реках, охвачено более 150 точек. Из этих 150 точек 67 % (более 100) характеризуются изменениями во времени. Из указанных более 100 точек почти 99 % (более 99) проявили тенденции в ожидаемом направлении, при этом существует научное понимание известных механизмов, которые регулируют изменение этой основной характеристики. Незначительна вероятность того, что в более 99 или 100 точках будут наблюдаться изменения в направлениях, ожидаемых только в силу случайности. [5.2, 5.4, 19.2]

2.2. Прогнозирование последствий будущего изменения климата

Со времени ВДО усовершенствования, связанные с методами и средствами изучения последствий будущих изменений климата, включали уделение большего внимания использованию ориентированных на процессы моделей, переходных сценариев изменения климата, более точных социально-экономических базисных линий, а также повышенную разрешающую способность пространственных и временных масштабов. Исследования в рамках стран и региональные оценки, проведенные на каждом континенте, стали испытаниями для моделей и средств в широком диапазоне контекстов. Модели воздействий первого порядка были увязаны с моделями глобальных систем. Во многие оценки включался элемент адаптации, что нередко делалось впервые.

Сохранились методологические пробелы, связанные с масштабами, данными, проверкой достоверности и интеграцией адаптации и антропогенных факторов изменения климата. Процедуры оценки региональной и местной уязвимости и долгосрочных стратегий адаптации требуют оценок с высокой разрешающей способностью, методологий увязки масштабов, а также динамического моделирования, при котором используются соответствующие

и новые наборы данных. Нередко отсутствует проверка достоверности в различных масштабах. Необходима региональная интеграция по всем секторам, для того чтобы уязвимость заняла свое место в контексте местного и регионального развития. Методы и средства оценки уязвимости для экстремальных явлений стали более совершенными, однако им мешает низкая степень достоверности в сценариях изменения климата и чувствительности моделей последствий к основным климатическим аномалиям. Требуется понимание и интеграция экономических последствий более высокого порядка и других антропогенных факторов глобального изменения. Во многих областях адаптационные модели и показатели уязвимости для целей определения приоритетности вариантов адаптации находятся на ранних этапах развития. Совершенствования требуют методы, позволяющие основным действующим лицам принять участие в подготовке оценок. [2.3]

2.3 Комплексная оценка

Комплексная оценка представляет собой междисциплинарный процесс, в ходе которого осуществляется объединение, толкование и передача знаний различных естественных и социальных наук с целью исследования и достижения понимания причинных связей в рамках сложных систем и между этими системами. Методологические подходы, применяемые при подобных оценках, включают моделирование при помощи компьютеров, анализы сценариев, игровое имитационное моделирование и комплексную оценку, а также количественные оценки, основанные на имеющемся опыте и знаниях. Со времени ВДО достигнут значительный прогресс в разработке и применении подобных подходов к комплексной оценке как в глобальном, так и региональном масштабах.

В то же время достижения по состоянию на сегодня, особенно в отношении комплексного моделирования, касались главным образом вопросов смягчения последствий в глобальном или региональном масштабах, и лишь вторичное внимание уделялось вопросам последствий, уязвимости и адаптации. Требуется уделение большего внимания разработке методов оценки уязвимости, особенно в национальном и поднациональном масштабах, когда ощущаются последствия изменения климата и осуществляются ответные меры. Должны быть разработаны методы, предназначенные для включения адаптации и адаптационного потенциала непосредственно в конкретные применения. [2.4]

2.4 Оценка ущерба и определение стоимости

Методы калькуляции экономических издержек и определения стоимости основаны на понятии альтернативных издержек, связанных с использованием, деградацией или экономией ресурсов. Альтернативные издержки зависят от того, является ли рынок конкурентным или монополистическим, а также от того трансформированы ли внешние эффекты во внутренние. Они также зависят от темпов предвосхищения будущих событий, которые могут меняться в зависимости от стран, времени и смены поколений. Воздействие неопределенности также может быть оценено, если известны вероятности различных возможных результатов. Общественные и некоммерческие товары и услуги могут оцениваться на основе готовности платить за них или готовности принимать компенсацию за их отсутствие. Должна проводиться оценка последствий для различных групп, обществ, стран и видов. Сравнение альтернативных видов распределения благ среди отдельных лиц и групп в рамках одной страны может быть оправдано в том случае, если оно проводится в соответствии с внутренними согласованными нормами. До сих пор невозможно провести значимое сравнение между странами с различными общественными, этическими и управленческими структурами.

Со времени ВДО не произошло каких-либо новых фундаментальных событий, связанных с калькуляцией издержек и определением стоимости. Многие новые виды применения существующих методов к все более широкому перечню вопросов, касающихся изменения климата, показали, однако, сильные и слабые стороны некоторых из этих методов. Требуется проведение исследований для повышения эффективности методов многоцелевых оценок. Предпочтение все чаще отдается именно этим оценкам, однако должны быть разработаны способы, посредством которых базовые критерии могли бы, вероятно, более точно учитывать различные социальные, политические, экономические и культурные контексты. Кроме того, до сих пор в перечне методологических подходов все еще остутствуют методы интегрирования с использованием этих многосторонних критериев. [2.5]

2.5 Аналитическая рамочная основа принятия решений

Политики, которые несут ответственность за разработку и осуществление адаптационной политики, должны уметь пользоваться результатами, вытекающими из одного или более разнообразных наборов аналитической рамочной основы для принятия решений. Обычно используемые методы включают анализ затрат и экономической эффективности, различные типы анализа решений (включая многоцелевые исследования) и методы участия, такие, как политическая деятельность.

Сообщалось о весьма немногих случаях, когда лица, определяющие политику, пользовались аналитическими рамочными основами для принятия решений при оценке вариантов адаптации. Среди значительного количества оценок последствий изменения климата, рассмотренных в ТДО, лишь малая часть включает всеобъемлющие и количественные оценки адаптационных вариантов и их стоимости, выгоды и характеристики неопределенности. Эта информация необходима для разумных применений любого аналитического метода принятия решений к вопросам адаптации. Необходимо более широкое использование

подобных методов в поддержку решений относительно адаптации для установления их эффективности и выявления направлений необходимого исследования в контексте уязвимости и адаптации к изменению климата. [2.7]

3. Сценарии будущего изменения

3.1. Сценарии и их роль

Сценарий — это последовательное, внутренне согласованное и состоятельное описание возможного будущего состояния мира. Сценарии, как правило, требуются для оценок последствий изменения климата, адаптации и уязвимости, с тем чтобы дать альтернативные варианты видения будущих условий, которые, как считается, повлияют, вероятно, на данную систему или деятельность. Проводится различие между климатическими сценариями, которые описывают фактор воздействия, представляющий главный интерес для МГЭИК, и неклиматические сценарии, которые обеспечивают социально-экономический и экологический контекст, в рамках которого осуществляется воздействие на климат. Большинство оценок последствий будущего изменения климата основано на результатах, полученных при помощи моделей последствий, в которых в качестве исходных факторов используются количественные климатические и неклиматические сценарии. [3.1.1, текстовой блок 3-1]

3.2. Сценарии социально-экономической ситуации, землепользования и состояния окружающей среды

Неклиматические сценарии, содержащие описание будущих изменений социально-экономической ситуации, землепользования и состояния окружающей среды, имеют важное значение для характеристики чувствительности систем к изменению климата, их уязвимости и способности к адаптации. Подобные сценарии лишь недавно стали применяться в оценках последствий наряду с климатическими сценариями.

Сценарии социально-экономической ситуации. Сценарии социально-экономической ситуации более активно использовались для прогнозирования выбросов ПГ по сравнению с их использованием для оценки уязвимости климата и адаптационного потенциала. Большинство сценариев социально-экономической ситуации определяют несколько различных тем или областей, таких, как население или экономическая деятельность, а также фоновых факторов, таких, как структура управления, социальные ценности и модели технологического изменения. Сценарии позволяют установить исходную социально-экономическую уязвимость, предклиматическое изменение, а также определить последствия изменения климата и дать оценку уязвимости после адаптации. [3.2]

Сценарии изменений в землепользовании и земного покрова. Изменения в землепользовании и изменения земного покрова (ИЗ-ИЗП) связаны с несколькими процессами, которые имеют основное значение для оценки изменения климата и его последствий. Во-первых, ИЗ-ИЗП влияют на потоки углерода и выбросы ПГ, которые непосредственно изменяют атмосферный состав и характеристики радиационного воздействия, во-вторых ИЗ-ИЗП изменяют характеристики земной поверхности и, косвенным образом, климатические процессы. В-третьих, изменение и преобразование земной поверхности может изменить характеристики экосистем и их уязвимость для изменения климата. Наконец, несколько вариантов и стратегий по смягчению последствий выбросов ПГ связаны с земным покровом и измененной практикой землепользования. Подготовлены самые разнообразные сценарии ИЗ-ИЗП. Большинство этих сценариев не касаются, однако, проблем изменения климата непосредственным образом; они сосредоточены на других проблемах, например продовольственной безопасности и цикле углерода. Со времени подготовки ВДО наблюдались значительные достижения в определении текущих и исторических моделей землепользования и земного покрова, а также в оценке будущих сценариев. Модели комплексной оценки являются в настоящее время наиболее подходящими средствами для разработки сценариев ИЗ-ИЗП. [3.3.1, 3.3.2]

Сценарии состояния окружающей среды. Сценарии состояния окружающей среды связаны с изменениями экологических факторов, иных нежели климатические, которые будут наблюдаться в будущем независимо от изменения климата. Поскольку эти факторы могли бы иметь важную роль в изменении последствий будущего изменения климата, от сценариев требуется создание картины будущих экологических условий, таких, как состав атмосферы [например, двуокись углерода (CO_2), подкисляющие компоненты и ультрафиолетовая В-радиация (УФ-В)]; наличие, использование и качество воды и загрязнение морской среды. Помимо прямых последствий повышения концентраций CO_2, изменения других экологических факторов редко являлись предметом рассмотрения вместе с изменениями климата в прошлых оценках последствий, хотя их использование расширяется с появлением методов комплексной оценки. [3.4.1]

3.3 Сценарии подъема уровня моря

Сценарии подъема уровня моря нужны для оценки различных опасностей для людских поселений, естественных экосистем и ландшафтов в прибрежной зоне. Сценарии относительного уровня моря (т.е. подъема уровня моря по отношению к передвижениям местной земной поверхности) предствляют наибольший интерес с точки зрения оценок последствий и адаптации. Для установления исходных уровней или тенденций необходимо иметь записи показаний футштоков и высоты волн за 50 или более лет, наряду с информацией о суровой погоде и процессах в прибрежной зоне. Последние методы спутниковой альтиметрии и геодезической нивелировки расширили и стандартизовали исходные определения относительного уровня моря над обширными районами земного шара. [3.6.2]

Хотя некоторые компоненты будущего подъема уровня моря можно моделировать на региональном уровне посредством использования совмещенных моделей океан-атмосфера, самый

Таблица TP-1. *Сценарии СДСВ и их последствия для состава атмосферы, климата и уровня моря. Величины численности населения, ВВП и показателя дохода на душу населения (критерии региональной справедливости) — это величины, которые применялись в моделях комплексной оценки, использованных для оценки выбросов (на основе таблиц 3-2 и 3-9)*

Дата	Глобальное население (млрд человек)a	Глобальный ВВП (1012 долл. США в год)b	Показатель дохода на душу населенияc	Концентрация приземного O3 (млн-1)d	Концентрация CO2 (млн-1)e	Изменение глобальной температуры (°C)f	Глобальный подъем уровня моря (см)g
1990 г.	5,3	21	16,1	—	354	0	0
2000 г.	6,1–6,2	25–28	12,3–14,2	40	367	0,2	2
2050 г.	8,4–11,3	59–187	2,4–8,2	~60	463–623	0,8–2,6	5–32
2100 г.	7,0–15,1	197–550	1,4–6,3	>70	478–1099	1,4–5,8	9–88

[a] Величины за 2000 г. показывают диапазон для шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ; величины для 2050 г. и 2100 г. показывают диапазон для всех 40 сценариев СДСВ.
[b] См. сноску a; валовый внутренний продукт (в триллионах долл. США в год по ценам 1990 г.).
[c] См. сноску a; отношение развитых стран и стран с переходной экономикой (приложение I) к развивающимся странам (не включенным в приложение I).
[d] Модельные оценки для промышленно-развитых континентов северного полушария, исходя из величин выбросов для 2000, 2060 и 2100 годов и иллюстративных сценариев выбросов A1F и A2 в верхнем пределе диапазона СДСВ (глава 4, ТДО РГ I).
[e] Величина, наблюдаемая в 1999 г. (глава 3, ТДО РГ I); величины для 1999, 2050 и 2100 годов взяты из прогонов простых моделей в диапазоне 35 полностью определенных в количественном отношении сценариев выбросов СДСВ и с учетом неопределенностей обратных связей цикла углерода по отношению к чувствительности климата (данные из S.C.B.Raper, глава 9, ТДО РГ I). Отметим, что диапазоны для 2050 и 2100 гг. отличаются от диапазонов, представленных в ТДО РГ I (приложение II), которые являлись диапазонами шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ, полученных посредством имитаций с использованием двух различных моделей цикла углерода).
[f] Изменение средней глобальной ежегодной температуры относительно средних данных за 1990 г. во всех простых моделях климата показывает сопоставимые результаты семи МОЦАО при средней чувствительности климата 2,8 °C для диапазона 35 полностью определенных в количественном отношении сценариев выбросов СДСВ (глава 9, ТДО РГ I).
[g] На основании средних глобальных изменений температуры, а также с объяснением неопределенностей в модельных параметрах материкового льда, вечной мерзлоты и отложения наносов (глава 11, ТДО РГ I).

простой метод получения сценариев заключается в применении средних глобальных оценок, начиная с простых моделей. Изменения в частоте наступления экстремальных событий, таких, как штормовые нагоны и заплеск, которые могут привести к серьезным последствиям для прибрежной зоны, в некоторых случаях изучаются посредством наложения наблюдаемых в течение определенного времени событий на средний уровень подъема моря. В последнее время в некоторых исследованиях будущий подъем уровня моря стал выражаться в вероятностных показателях, благодаря чему уровни подъема оцениваются с точки зрения риска превышения порогового значения критического последствия. [3.6.3, 3.6.4, 3.6.5, 3.6.6]

3.4 Климатические сценарии

Для оценок последствий применялись три основных вида климатических сценариев: дифференцированные сценарии, аналоговые сценарии и климатические сценарии на основе моделей. Дифференцированные сценарии — это простые корректировки исходного климата в соответствии с прогнозируемыми будущими изменениями, которые могут оказать ценную помощь для тестирования чувствительности системы к климату. Однако из-за того, что они связаны со спорными корректировками, они могут быть нереальными с метеорологической точки зрения. Аналоговые сценарии изменившегося климата на основе прошлых данных или данных из других регионов могут оказаться трудными для определения и редко применяются, хотя в некоторых случаях они могут дать полезные прогнозы последствий климатических условий вне пределов сегодняшнего диапазона. [3.5.2]

В простейших сценариях используются результаты, полученные на основе моделей общей циркуляции (МОЦ), и обычно они готовятся посредством корректировки исходного климата (как правило исходя из региональных наблюдений климата в течение периода отсчета, как например, 1961—1990 гг.) при помощи абсолютного или пропорционального изменения между имитациями существующего и будущего климата. Большинство последних исследований последствий строили сценарии на основе временных результатов МОЦ, хотя некоторые из них все еще пользуются более ранними равновесными результатами. Значительное большинство сценариев представляет изменения усредненного климата; в то же время некоторые последние сценарии включали также изменения, связанные с изменчивостью и экстремальными метеорологическими явлениями, которые могут вызвать важные последствия для некоторых систем. Региональные подробности получают из крупномасштабных результатов МОЦ посредством использования трех основных методов: простой интерполяции, статистического уменьшения масштаба и динамического моделирования с высокой разрешающей способностью. Простой метод, который воспроизводит модели изменения МОЦ, наиболее широко применяется в разработке сценариев. Напротив, подходы на основе статистического метода и моделирования могут показать изменения местного климата, которые отличаются от крупномасштабных оценок МОЦ. Требуется больший объем исследований для определения того, насколько увеличивается ценность исследований и последствий в результате подобных мер разбивки на регионы. Одна из причин подобной осторожности заключается в значительной неопределенности перспективных оценок МОЦ, которая требует дальнейшего количественного определения посредством взаимного

сравнения моделей, новых модельных имитаций и методов модельного масштабирования. [3.5.2, 3.5.4, 3.5.5]

3.5 Сценарии XXI века

В 2000 г. МГЭИК завершила подготовку *Специального доклада о сценариях выбросов* (СДСВ), с тем чтобы заменить предшествующий набор из шести сценариев IS92, разработанных для МГЭИК в 1992 г. В этих более новых сценариях рассматривается период 1990—2100 гг. и содержится ряд социально-экономических предположений (например общее народонаселение и валовый внутренний продукт). Были рассчитаны также их последствия для других аспектов глобального изменения. Резюме некоторых из этих последствий для периода 2050—2100 гг. приводится в таблице ТР-1. Например прогнозируется, что средние концентрации озона в приземном слое над промышленно развитыми континентами северного полушария повысятся в июле с порядка 40 млрд$^{-1}$ в 2000 г. до более чем 70 млрд$^{-1}$ в 2100 г. в соответствии с наиболее иллюстративными сценариями выборосов СДСВ; по сравнению с этим норма чистоты воздуха находится ниже 80 млрд$^{-1}$. Пиковые уровни озона при местных явлениях смога могут быть во много раз выше. Оценки концентраций CO_2 находятся в пределах от 478 млн$^{-1}$ до 1099 млн$^{-1}$ к 2100 г., учитывая диапазон сценариев и неопределенностей СДСВ в отношении цикла углерода (таблица ТР-1). Подобный диапазон предполагаемого радиационного воздействия вызывает усиление оценочного глобального потепления в период с 1990 по 2100 гг. на 1,4 — 5,8 °С с учетом допущений диапазона показателей чувствительности климата. Этот диапазон выше чем в ВДО, где он составляет 0,7—3,5 °С, ввиду более высоких уровней радиационного воздействия в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92a-f, главным образом в результате более низких выбросов сульфатных аэрозолей, особенно после 2050 г. Эквивалентный диапазон оценок глобального подъема уровня моря (для этого диапазона изменения глобальной температуры в сочетании с диапазоном чувствительности таяния льда) к 2100 г. составляет 9—88 см (по сравнению с 15—95 см в ВДО). [3.2.4.1, 3.4.4, 3.8.1, 3.8.2]

В плане *усредненных изменений регионального климата* результаты, полученные на основе МОЦ, анализировались исходя из того, что новые сценарии выбросов СДСВ имеют многочисленные сходства с предшествующими анализами. В документе РГ I для ТДО делается вывод о том, что темпы потепления, как ожидается, будут выше глобального среднего уровня над большей частью материковых районов и будут более ярко выражены в высоких широтах в зимний период. По мере продолжения потепления будет происходить уменьшение снежного покрова и протяженности морского льда в северном полушарии. Модели показывают потепление ниже среднего глобального в Северной Атлантике и в приполярных регионах Южного океана, а также в Южной и Юго-Восточной Азии и южной части Южной Америки в июне—августе. В целом, будут наблюдаться увеличения среднего показателя водяного пара и осадков. На региональном уровне ожидается увеличение осадков в период декабрь—февраль над северными внетропическими регионами, в Антарктике, тропической Африке. Совпадают также данные моделей относительно уменьшения осадков над Центральной Америкой и незначительном их изменении в Юго-Восточной Азии. По оценкам осадки в июне—августе уменьшатся в высоких средних широтах, Антарктике и Южной Азии; ожидается их незначительное изменение в Юго-Восточной Азии и уменьшение в Центральной Америке, Австралии, южной части Африки и в средиземноморском регионе.

Можно также ожидать изменения частоты и интенсивности экстремальных климатических явлений. На основании выводов, содержащихся в докладе РГ I, и использованной в нем шкалы вероятности, вполне вероятно, что под воздействием ПГ к 2100 г. произойдет повышение максимальных и минимальных суточных температур, сопровождаемое повышением частоты жарких дней. Вполне вероятно также, что волны тепла станут более частыми, а количество волн холода и морозных дней (в прогнозируемых районах) сократится. Существует вероятность увеличения высокоинтенсивных осадков во многих местах; изменчивость азиатских муссонных осадков в летний период также, вероятно, возрастет. Частота летних засух повысится во многих внутренних континентальных районах, и засухи, а также наводнения, связанные с явлениями Эль-Ниньо, станут, вероятно, более интенсивными. Пиковая интенсивность ветра и средняя и пиковая интенсивность осадков тропических циклонов, вероятно, возрастут. Направление изменений средней интенсивности штормов в средних широтах невозможно определить при помощи существующих моделей климата. [таблица 3-10]

3.6 Каким образом мы можем совершенствовать сценарии и их использование?

К числу некоторых характеристик разработки и применения сценариев, которые в настоящее время прочно укоренились и хорошо испытаны, относятся постоянное развитие глобальных и региональных баз данных для определения исходных условий, широко распространенное использование дифференцированных сценариев для изучения чувствительности систем до применения сценариев на основе моделей, большая доступность и более широкое применение оценок долгосрочных средних и глобальных изменений на основе прогнозов, выпускаемых специализированными международными организациями, или использования простых моделей, а также возрастающий объем доступной информации, которая позволяет толковать региональные сценарии в отношении некоторых аспектов глобального изменения. [3.9.1]

Существуют также многочисленные недостатки в подготовке текущих сценариев, многие из которых тщательно изучаются. Это изучение включает усилия по должному представлению в сценариях изменений в социально-экономической области, землепользовании и экологии; подготовку сценариев с большей разрешающей способностью (во времени и пространстве); и включение в сценарии изменений в изменчивости, а также усредненных условий. Повышенного внимания требует толкование сценариев, в которых затрагиваются такие связанные с политикой вопросы, как стабилизация концентраций ПГ или адаптация, а также более эффективное представление неопределенностей в перспективных оценках, возможно, в рамках оценки рисков. [3.9.2]

Таблица ТР-2. *Примеры последствий, являющихся результатом прогнозируемых изменений в экстремальных климатических событиях*

Прогнозируемые изменения в течение XXI века в экстремальных климатических явлениях и их вероятность[a]	**Показательные примеры прогнозируемых последствий**[b] *(общая высокая достоверность последствий в некоторых районах*[c]*)*
Простые экстремальные явления	
Более высокие максимальные температуры; большее количество жарких дней и волн тепла[d] почти над всеми материковыми районами (*весьма вероятно*[a])	• Более высокий показатель смертности и серьезных заболеваний в группах лиц престарелого возраста и среди неимущих слоев городского населения • Повышение тепловой нагрузки на домашний скот и диких животных • Изменение туристических направлений • Повышенный риск нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур • Повышенный спрос на электроприборы для охлаждения воздуха и снижение надежности энергоснабжения
Более высокие (повышающиеся) минимальные температуры; меньшее количество холодных дней, морозных дней и волн холода[d] почти над всеми материковыми районами (*весьма вероятно*[a])	• Снижения показателей заболеваемости и смертности людей, связанных с холодной погодой • Уменьшение риска нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур и повышение риска для других культур • Большая сфера распространения и активности некоторых переносчиков чумы и заболеваний • Снижение спроса на энергию с целью обогрева
Более частые интенсивные осадки (*весьма вероятно*[a] над многими районами)	• Больший ущерб в результате наводнений, оползней, снежных обвалов и селевых потоков • Повышенная эрозия почвы • Повышенный сток наводнений может усилить подпитывание водоносных слоев в поймах • Повышение давления на государственные и частные системы страхования от наводнений и оказания помощи в случае стихийных бедствий
Комплексные экстремальные явления	
Более сухая погода в летний период в большинстве внутренних континентальных районов средних широт и связанный с этим риск засухи (*весьма вероятно*[a])	• Снижение урожайности культур • Больший ущерб фундаментам зданий в результате оседания почвы • Снижение качества и количества водных ресурсов • Повышенный риск лесных пожаров
Более высокая пиковая интенсивность ветра, средняя и пиковая интенсивность осадков во время тропических циклонов (*вероятно*[a] над некоторыми районами)[e]	• Повышение рисков для жизни человека, риска эпидемий инфекционных заболеваний и многих других рисков • Повышенная прибрежная эрозия и ущерб прибрежным зданиям и инфраструктуре • Больший ущерб прибрежным экосистемам, таким, как коралловые рифы и мангровые леса
Более интенсивные засухи и наводнения, связанные с явлениями Эль-Ниньо, во многих различных районах (*вероятно*[a]) (см. также засухи и интенсивные осадки)	• Снижение производительности сельского хозяйства и пастбищных угодий в регионах, подверженных засухе и наводнениям • Снижение гидроэнергетического потенциала в подверженных засухе регионах
Повышение вероятности осадков в результате азиатских летних муссонов (*вероятно*[a])	• Увеличение масштабов наводнений и засухи, а также ущерба в районах Азии с умеренным и тропическим климатом
Повышение интенсивности штормов в средних широтах (низкая согласованность между существующими в настоящее время моделями)[d]	• Повышенные риски для жизни и здоровья человека • Больший ущерб имуществу и инфраструктуре • Больший ущерб прибрежным экосистемам

[a] Вероятность относится к определяющим оценкам достоверности, используемым в ТДО РГ I: весьма вероятно (вероятность 90—99%); вероятно (вероятность 66—90%). Если не будет иных указаний, информация о климатических явлениях взята из Резюме для лиц, определяющих политику, ТДО РГ II.
[b] Эти последствия могут быть уменьшены посредством принятия надлежащих ответных мер.
[c] Высокая достоверность относится к вероятностям от 67 до 95%, как об этом говорится в сноске 6.
[d] Информация из ТДО РГ I, Техническое резюме, раздел F.5.
[e] Изменения в региональном распределении тропических циклонов вероятны, однако не установлены.

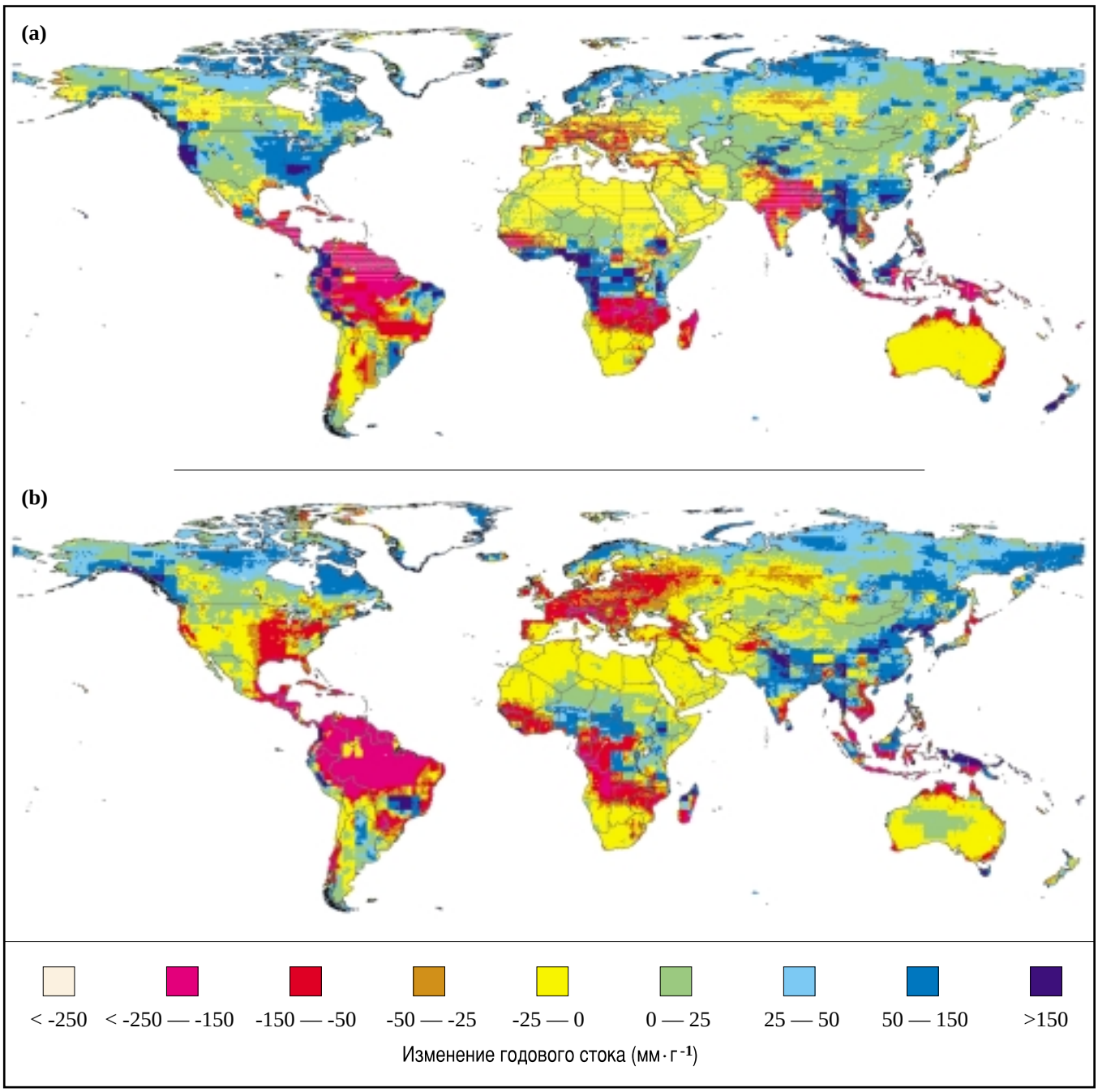


Рисунок TP-3. Режим изменений стока в значительной мере следует режиму изменений осадков, который меняется в зависимости от климатических моделей. Моделирования увеличения стока, показанные на обеих картах [(a) среднее значение ансамбля HadCM2 и (b) HadCM3; см. раздел 4.3.6.2 главы 4 для обсуждаемых и используемых моделей и сценариев] для высоких широт и Юго-Восточной Азии, и уменьшения в Центральной Азии, в районе вокруг Средиземного моря, в южной части Африки и в Австралии в значительной мере совпадают в плане направления изменений почти во всех климатических моделях. В других районах мира изменения осадков и стока зависят от сценариев изменения климата.

4. Естественные и антропогенные системы

Ожидается подверженность естественных и антропогенных систем климатическим колебаниям, таким, как изменения среднего показателя, диапазона и изменчивости температуры и осадков, а также частоты и суровости метеорологических явлений. Системы также будут подвержены косвенным воздействиям изменения климата, таким, как подъем уровня моря, изменение влажности почвы, изменения наземных и акватических условий и частоты пожаров и заражений вредными насекомыми, а также изменениями в распределении переносчиков инфекционных заболеваний и хозяев переносчиков. Чувствительность системы к этим воздействиям зависит от её характеристик и включает потенциал реагирования на неблагоприятные и благоприятные воздействия. Потенциал устойчивости системы к неблагоприятным последствиям зависит от её адаптационной способности. Способность адаптировать антропогенное управление системами определяется наличием доступа к ресурсам, информации и

технологии, навыков и знаний по их использованию, а также стабильности и эффективности культурных, экономических, социальных и управленческих учреждений, которые способствуют или мешают реагированию антропогенных систем.

4.1 Водные ресурсы

Многие регионы характеризуются четко выраженными тенденциями объема водотока, а именно его уменьшением или увеличением. Однако достоверность того, что эти тенденции отражают изменения климата, является низкой в силу таких факторов, как изменчивость гидрологического поведения в течение времени, недостаточность приборных регистраций и реагирование речных потоков на факторы воздействия, иные нежели изменение климата. *Напротив, существует высокая достоверность того, что наблюдения широко распространенного и ускоренного отступания ледников и сдвигов сроков водотоков от весеннего к зимнему периоду во многих областях связаны с наблюдаемыми увеличениями температуры.* Высокая достоверность этих выводов объясняется тем фактом, что эти изменения вызваны повышением температуры и на них не влияют те факторы, которые оказывают воздействие на объемы водотока. Отступание ледников будет продолжаться и многие небольшие ледники исчезнут (высокая достоверность). Скорость отступания будет зависеть от темпов повышения температуры. [4.3.6.1, 4.3.11]

Воздействие изменения климата на пополнение водотока и грунтовых вод меняется в зависимости от региона и сценария, следуя при этом в значительной степени прогнозируемым изменениям объема осадков. В некоторых частях мира направление изменения совпадает в разных сценариях, хотя величина может быть различной. В других частях мира направление изменения остается неопределенным. Возможные изменения водотока согласно двум сценариям изменения климата показаны на рисунке TP-3.

Степень достоверности прогнозируемого направления и величины изменения в пополнении водотока и грунтовых вод в значительной степени зависит от достоверности прогнозируемых изменений осадков. Отмеченное увеличение речного стока в высоких широтах и Юго-Восточной Азии, а также уменьшение стока в Центральной Азии, районе вокруг Средиземного моря и южной части Африки в значительной степени совпадают во всех моделях климата. Изменения в других районах колеблются в зависимости от климатических моделей. [4.3.5, 4.3.6.2]

Пиковые значения стока будут смещаться от весеннего к зимнему периоду во многих районах, где снегопад является в настоящее время важным компонентом водного баланса (высокая достоверность). Более высокие температуры означают, что большая часть зимних осадков выпадет скорее в виде дождя, а не снега, и в этой связи он не будет лежать на поверхности земли, пока не придет пора весеннего таяния. В особенно холодных районах повышение температуры все еще будет означать, что зимние осадки выпадают в виде снега и, таким образом, в этих регионах будет наблюдаться незначительное изменение в сроках речного стока. В этой связи самые крупные изменения произойдут, вероятно, в «маргинальных» зонах, включая центральную и восточную Европу и южную часть цепи Скалистых гор, где незначительное повышение температуры приведет к существенному снижению снегопада. [4.3.6.2]

Качество воды в целом ухудшится в результате повышения температуры воды (высокая достоверность). Воздействие температуры на качество воды будет колебаться в зависимости от изменений объема стока, который может либо усугубить, либо ослабить воздействие температуры в зависимости от направления изменения. При равенстве других факторов повышение температуры воды изменит скорость биогеохимических процессов (некоторые способствуют деградации, некоторые очистке), и что самое важное приводит к уменьшению концентрации растворенного в воде кислорода. В реках этот эффект может быть компенсирован в определенной степени за счет увеличения речного стока, благодаря которому повысится степень растворимости концентраций химических веществ, или усилен в результате уменьшения стока, что приведет к повышению концентраций. В озерах изменения в процессе перемешивания могут компенсировать или усилить воздействия повышенной температуры. [4.3.10]

Масштабы и частота наводнений, вероятно, увеличатся в большинстве регионов, а менее важные, вероятно, уменьшатся во многих регионах. Общее направление изменения экстремальных потоков и их изменчивости в значительной мере совпадают в сценариях изменения климата, хотя достоверность потенциальной величины изменения в любом водосборе является низкой. Общее увеличение масштабов и частоты наводнений является следствием прогнозируемого общего роста частоты явлений сильных осадков, даже если воздействие данного изменения осадков зависит от характеристик водосбора. Изменения в низких стоках зависят от изменений осадков и испарения. В целом прогнозируется рост испарения, что может привести к снижению уже низких стоков, даже в тех случаях, когда осадки увеличиваются или характеризуются незначительным изменением. [4.3.8, 4.3.9]

Около 1,7 миллиарда человек — одна треть мирового населения — в настоящее время живет в странах, испытывающих нехватку воды (т.е. использующих более 20 % своих возобновляемых источников воды — обычно используемый показатель нехватки воды). Прогнозируется увеличение этого количества до приблизительно 5 миллиардов к 2025 г. в зависимости от темпов роста населения. Прогнозируемое изменение климата может еще больше уменьшить сток и пополнение грунтовых вод во многих из этих страдающих нехваткой воды странах, например, в Центральной Азии, южной части Африки и в странах, прилегающих к Средиземному морю, а в некоторых других районах может увеличить.

Спрос на воду, как правило, увеличивается из-за роста населения и экономического развития, однако, в некоторых странах сокращается. Изменение климата может уменьшить запас наличной воды в некоторых страдающих нехваткой воды регионах и увеличить его в других местах. Изменение климата вряд ли окажет значительное воздействие на спрос на воду на

муниципальном и промышленном уровнях в целом, однако, может существенно повлиять на забор воды на цели ирригации. В муниципальном и промышленном секторах неклиматические факторы будут, вероятно, по-прежнему иметь весьма существенные последствия для спроса на воду. В то же время забор воды на цели ирригации в большей мере определяется состоянием климата, однако, произойдет ли увеличение или уменьшение этого забора в данном районе зависит от изменения объема осадков: повышение температуры, а, следовательно, и потребности селькохозяйственных культур в испарении будут означать, что общая тенденция будет характеризоваться ростом потребностей в ирригации. [4.4.2, 4.4.3, 4.5.2]

Воздействие изменения климата на водные ресурсы зависит не только от изменений в объеме, сроках и качестве речного стока и пополнения, но также и от характеристик системы, меняющихся факторов и воздействия на данную систему того, каким образом меняется управление системой и какие виды адаптации применяются в связи с изменением климата. Неклиматические изменения могут оказать большее воздействие на водные ресурсы, нежели изменение климата. Системы водных ресурсов находятся в стадии постоянного развития с тем, чтобы постоянно реагировать на меняющиеся проблемы управления. Многие дополнительные факторы нагрузок повысят уязвимость для изменения климата, однако, многие изменения в системе управления снизят эту уязвимость. Неуправляемые системы являются, вероятно, наиболее уязвимыми для изменения климата. По определению, эти системы не располагают какими-либо структурами управления на месте, которые можно использовать для компенсации последствий гидрологической изменчивости. [4.5.2]

Изменение климата создает проблемы для существующей практики управления водными ресурсами в результате усиления фактора неопределенности. Комплексное управление водными ресурсами повысит потенциал для адаптации к изменению. Исторически сложившаяся основа для разработки и эксплуатации инфраструктуры не соответствует больше изменению климата, поскольку невозможно предположить, что будущий гидрологический режим будет таким же, каким он был в прошлом. В этой связи ключевая проблема заключается в инкорпорировании неопределенности в процесс планирования и управления водными ресурсами. Комплексное управление водными ресурсами все чаще применяется в качестве средства уравновешивания различных и меняющихся видов водопользования и, как представляется, подобное управление обеспечивает большую гибкость по сравнению с традиционным управлением водными ресурсами. Возросшие возможности прогнозирования стока на недели и месяцы вперед также в значительной мере повысят эффективность управления водными ресурсами и его способность справляться с имеющейся гидрологической изменчивостью. [4.6]

Адаптационный потенциал, а именно способность осуществлять комплексное управление водными ресурсами, распределен, однако, весьма неравномерно по всему миру. На практике весьма трудным может оказаться изменение практики управления водными ресурсами в

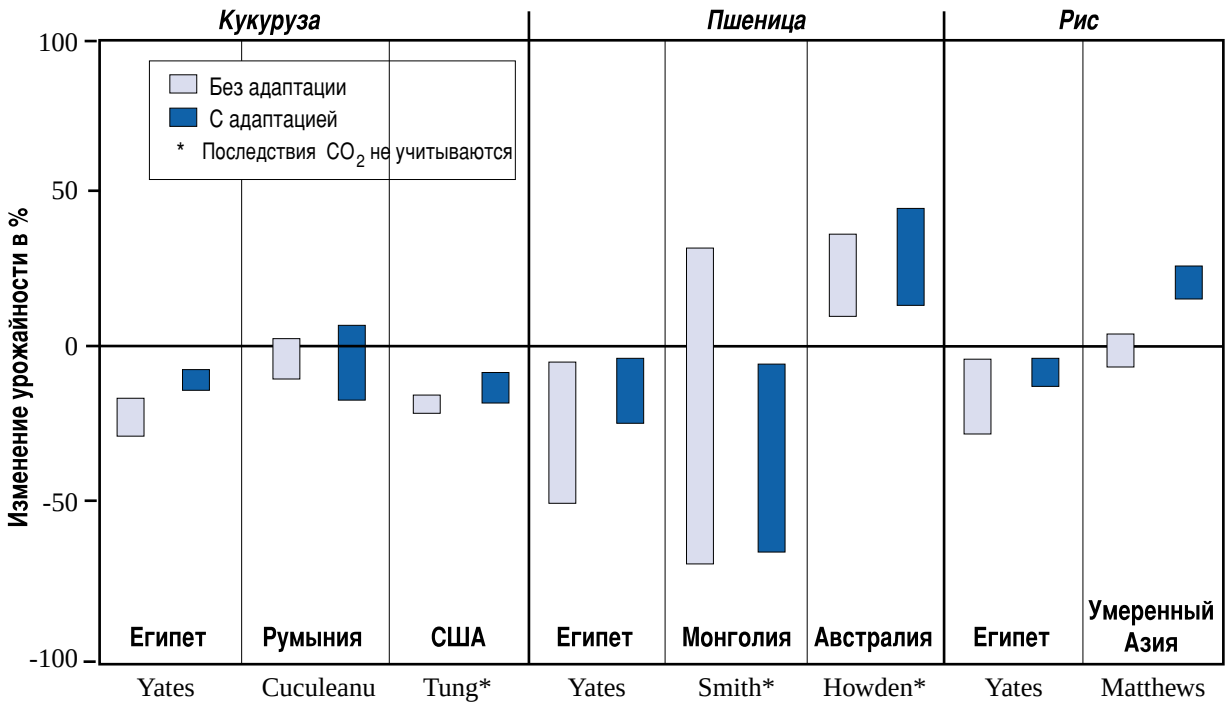


Рисунок ТР-4. Диапазоны процентных изменений урожайности культур (показаны в направлении только вертикальных линий), охватывающие отдельные сценарии изменения климата — с агрономической адаптацией или без нее — из совмещенных исследований, перечисленных в таблице 5-4. Каждая пара диапазонов дифференцируется по географической точке и виду культуры. Пары вертикальных линий отражают диапазон процентных изменений с адаптацией и без нее. Конечные точки каждого диапазона представляют общие высокие и низкие значения процентного изменения, полученные из всех сценариев климата, используемых в данном исследовании. Протяженность горизонтальных линий значения не имеет. На оси «х» фамилия ведущего автора приводится в том виде, в котором она фигурирует в таблице 5-4; полная исходная информация приводится в списке литературы главы 5.

стране, где например, институты управления и механизмы рыночного характера неразвиты достаточно хорошо. Проблема в этой связи заключается в разработке методов внедрения практики комплексного управления водой в рамках конкретных и институциональных условий, что является необходимым даже при отсутствии изменения климата с тем, чтобы повысить эффективность управления водными ресурсами. [4.6.4]

4.2 Сельское хозяйство и продовольственная безопасность

Урожайность культур весьма по-разному реагирует на изменение климата в зависимости от видов, сортов, характеристик почвы, режима прямого воздействия CO_2 и других факторов местного характера. Установлено со средней достоверностью, что прогнозируемое потепление на несколько градусов (a few) (2—3 °C) приведет к общему повышению урожайности культур в умеренном поясе при некоторых региональных колебаниях (таблица 5-4). При больших значениях прогнозируемого потепления реакция урожайности большинства культур умеренного пояса становится в целом негативной. Благодаря независимой агрономической адаптации, потери урожайности культур умеренного пояса снижаются и в большинстве случаев она дает определенную выгоду (рисунок ТР-4). В тропиках, где некоторые культуры близки к пределу своей устойчивости к максимальной температуре и где преобладает сухое земледелие, урожайность в целом снизится даже при минимальных изменениях температуры; в случае значительного снижения осадков урожайность культур испытает даже еще более неблагоприятные последствия (средняя достоверность). Установлено со средней достоверностью, что в случае автономной агрономической адаптации урожайность культур в тропиках характеризуется тенденцией менее отрицательного воздействия изменения климата по сравнению с вариантом отсутствия адаптации, однако она остается тем не менее ниже исходных уровней. Экстремальные события также негативно скажутся на урожайности культур. Более высокие температуры окажут благоприятное воздействие на некоторые культуры, особенно в районах умеренной зоны, и пагубное воздействие на другие культуры, особенно в низких широтах (высокая достоверность). Более высокие максимальные температуры будут иметь в целом пагубные последствия для многочисленных сельскохозяйственных культур (высокая достоверность). [5.3.3]

Значительные успехи, достигнутые после ВДО в области исследований непосредственного воздействия CO_2 на сельскохозяйственные культуры, свидетельствуют о том, что благоприятные последствия могут быть более значительными в определенных стрессовых ситуациях, включая повышение температур и засуху. Хотя подобные последствия четко установлены для нескольких культур в экспериментальных условиях, знания у них являются неполными в отношении менее оптимальных условий, существующих на реальных фермах. Исследование в области сельскохозяйственной адаптации к изменению климата также характеризуется важными достижениями. При помощи моделей сельскохозяйственных культур проводилась активная имитация вариантов недорогой агрономической адаптации на уровне фермы (автономной), таких, как изменение дат посадки и отбор культивара. Более дорогостоящие и целевые варианты адаптации, такие, как изменение распределения участков для землепользования, разработка и применение ирригационной инфраструктуры, изучались в рамках небольшого, но возрастающего количества взаимосвязанных моделей экономически выгодных культур, моделей комплексной оценки и эконометрических моделей.

Деградация почвы и водных ресурсов является одной из главных будущих проблем глобального сельского хозяйства. С высокой достоверностью установлено, что эти процессы будут, вероятно, усиливаться в результате неблагоприятных изменений температуры и осадков. Отмечалось, что землепользование и землеустройство оказывают большее воздействие на состояние почвы по сравнению с косвенным воздействием изменения климата; таким образом, адаптация обладает потенциалом для существенного смягчения этих последствий. Требуется проведение критического исследования в целях оценки того, будет ли деградация ресурсов существенным образом повышать те риски, с которыми сталкивается уязвимое население, занимающееся сельским хозяйством и живущее в сельских районах. [5.3.2, 5.3.4, 5.3.6]

При отсутствии изменения климата большинство глобальных и региональных исследований прогнозирует снижение реальных цен на сельскохозяйственные товары. Достоверность этих перспективных оценок уменьшается по мере удаления в будущее. *Согласно оценкам последствия изменения климата для сельского хозяйства приведут к незначительному процентному изменению глобального дохода при позитивных изменениях в более развитых регионах или менее позитивных, или негативных изменениях в развивающихся регионах (низкая-средняя достоверность).* Эффективность адаптации (агрономическая и экономическая) с точки зрения смягчения последствий изменения климата будет меняться в зависимости от региона и будет определяться в значительной степени наличием региональных ресурсов, включая стабильные и эффективные учреждения. [5.3.1, 5.3.5]

Результаты большинства исследований показывают, что увеличение среднегодовой глобальной температуры на 2,5 °C или выше вызовет повышение цен на продовольствие (низкая достоверность) ввиду более медленных темпов расширения глобального производственного потенциала по сравнению с ростом глобального спроса на продовольствие. При потеплении менее чем на 2,5 °C модели оценки глобальных последствий не могут отличить источник изменения климата от других источников изменения. В некоторых последних совокупных исследованиях была проведена оценка экономических последствий для уязвимых групп населения, таких, как мелкие производители и бедные городские потребители. Согласно данным этих исследований изменение климата вызовет уменьшение доходов уязвимых групп населения и повысит абсолютное число людей, которым угрожает голод (низкая достоверность). [5.3.5, 5.3.6]

Без автономной адаптации увеличение количества экстремальных явлений увеличит, вероятно, падеж скота, вызванный ростом тепловой нагрузки, хотя потепление в зимний период может снизить смертность молодняка в умеренных широтах (устоявшееся, но

неполное). Эффективными считаются стратегии по адаптированию скота к психологическим стрессам, вызванным потеплением; тем не менее исследования в области адаптации тормозятся из-за недостаточных экспериментов и моделирования. [5.3.3]

Достоверность конкретных численных оценок последствий изменения климата для производства, уровня дохода и цен, получаемых на основе крупномасштабных, агрегированных комплексных моделей оценки, считается низкой ввиду нескольких остающихся неопределенностей. Эти модели являются весьма чувствительными к определенным параметрам, которые явились предметом анализа чувствительности, однако пока не учитывается чувствительность к значительному количеству других параметров. К числу других неопределенностей относятся масштабы и стойкость воздействий повышающейся атмосферной концентрации CO_2 на урожайность культур в реальных условиях ведения сельского хозяйства; потенциальные изменения, касающиеся потерь культур и скота из-за эпизоотических болезней и вредных насекомых; пространственная изменчивость реагирования культур на изменение климата; и последствия изменений в изменчивости климата и экстремальных явлений для сельскохозяйственных культур и поголовья скота. [Текстовой блок 5-3]

4.3 Наземные и пресноводные экосистемы

Экосистемы подвергаются воздействию многочисленных факторов давления, таких, как изменения в землепользовании, отложение питательных и загрязняющих веществ, уборка урожая, выпас скота, внедрение экзотических видов и естественная изменчивость климата. Изменение климата является дополнительным фактором давления, которое может изменить эти системы или создать угрозу для них. Последствия изменения климата для этих систем будут определяться адаптацией землеустройства и управления водными ресурсами, а также взаимодействием с другими факторами давления. Большим адаптационным потенциалом характеризуются более интенсивно управляемые земли и водные ресурсы, а также производство некоммерческой продукции (например производство древесины на плантациях) по сравнению с менее интенсивно управляемыми землями и нетоварной стоимостью этих земель и водных ресурсов. [5.1, 5.2]

Популяции многих видов уже находятся в опасности и, как ожидается, взаимодействие стрессов меняющегося климата, в результате чего части существующей среды обитания становятся непригодными, с изменениями в землепользовании, ведущими к фрагментации среды обитания, еще более усилит эту опасность. Без адаптации некоторые виды, которые в настоящее время классифицируются в качестве находящихся в «критической опасности», будут уничтожены, а большинство видов, относящихся к категории «находящихся в опасности или уязвимых», станут значительно более редкими в XXI веке (высокая достоверность). Это может иметь самые значительные последствия для групп населения с самым низким уровнем дохода, которые зависят от наличия диких животных для добычи средств существования. Кроме того, существует высокая достоверность того, что гибель или уменьшение количества видов повлияют на ту роль, которую различные виды фауны играют для экосистемы (например: опыление, борьба с естественными вредителями), возможностей отдыха (например: спортивная охота, наблюдение за живой природой), а также культурных и религиозных традиций коренного населения. Возможные методы адаптации в целях снижения рисков для видов могут включать создание резерватов, парков и заповедников с коридорами, позволяющими миграцию видов, а также выращивание животных в неволе и их перемещение в новые места. Эти варианты, однако, могут быть ограничены необходимостью расходов. [5.4]

В настоящее время имеются существенные данные исследований, связанных с проведением наблюдений и экспериментов, которые показывают наличие связи между изменением регионального климата и биологическими или физическими процессами в экосистемах. К ним относятся: удлинение периода вегетационного созревания на 1,2—3,6 дня в десятилетие в высоких северных широтах (один из факторов, ведущих к изменениям в составе общин); потепление воды в озерах и реках в результате более короткой продолжительности ледового покрова; перемещение альпийских трав в более высотные районы; и уменьшение масштабов распространения живой природы в результате теплового стресса. Другие факторы включают изменения в размерах популяций, физических размеров и сроков миграции (для дополнительной информации см. ТР, 2.1 и 7.1, рисунок ТР-11 и таблицу ТР-16). [5.2.1]

Результаты моделей распределения растительности, полученные после ВДО, показывают крайне низкую вероятность массового перемещения экосистем или биомов ввиду различной климатической устойчивости соответствующих видов, различных возможностей для миграции и воздействия инвазивных видов. Состав и доминантность видов будут меняться, в результате чего появятся типы экосистем, которые могут полностью отличаться от тех, которые мы видим сегодня. Эти изменения будут отставать от изменений климата на годы—десятилетия—столетия (высокая достоверность). В эти исследования не были включены последствия изменений для таких пертурбаций, как пожары, продувание или нашествие вредных насекомых. [5.2]

Последние исследования с применением моделирования по-прежнему показывают значительную возможность пертурбации экосистем вследствие изменения климата (высокая достоверность). Благодаря дальнейшему развитию простых коррелятивных систем, которые существовали во время подготовки ВДО, выявлены те области, в которых имеется большая вероятность пертурбации, и потенциал для их миграции. Эти перспективные оценки уточняются при помощи данных наблюдений и новых динамичных моделей растительности, привязанных к переходным моделям климата. Тем не менее, точные результаты зависят от процессов, которые являются слишком нечеткими для того, чтобы их можно было полностью охватить в существующих моделях. [5.2]

Повышение концентрации CO_2 приведет к росту чистой первичной производительности (росту, образованию опада и

гибели растений) в большинстве систем, в то время как повышение температуры может иметь позитивные или негативные последствия (высокая достоверность). Эксперименты, проведенные на видах деревьев, выращиваемых при повышенной концентрации CO_2 в течение нескольких лет, показывают постоянную и последовательную имитацию фотосинтеза и незначительные проявления долгосрочной утраты чувствительности к CO_2. Тем не менее изменения в чистой производительности экосистем (которые включают рост растений, образование мусора, гибель растений, разложение мусора и динамику углерода в почве) и чистая производительность биома (которая включает те же последствия плюс последствия от пожаров и прочих пертурбаций) с меньшей степенью вероятности будут позитивными и могут быть в целом негативными. Проведенное после ВДО исследование подтверждает мнение о том, что самые крупные и ранние последствия, вызванные изменением климата, произойдут, вероятно, в северных лесах в результате изменений в связанных с климатом режимах пертурбаций и цикле питательных веществ. [5.6.1.1, 5.6.3.1]

Наземные экосистемы становятся, вероятно, хранилищами все больших объемов углерода. Во время подготовки ВДО это объяснялось, главным образом, повышением производительности растений в силу взаимодействия между повышенной концентрацией CO_2, ростом температур и изменениями в увлажненности почвы. Последние результаты подтверждают, что улучшение производительности происходит, однако, оно менее значительно в полевых условиях по сравнению с данными экспериментов по выращиванию растений в горшках (средняя достоверность). Таким образом, наземное поглощение может быть в большей мере вызвано изменением в землепользовании и землеустройстве, нежели прямыми воздействиями повышенной концентрации CO_2 и изменения климата. Та степень, в которой наземные экосистемы по-прежнему являются чистыми поглотителями углерода, остается неясной ввиду сложных взаимодействий между вышеупомянутыми факторами (например, арктические наземные экосистемы и сильно увлажненные земли могут выступать в качестве как источников, так и поглотителей) (средняя достоверность).

В засушливых или полузасушливых районах (например: пастбищные угодья, сухие леса/лесистная местность), где изменение климата приведет, вероятно, к уменьшению имеющейся влажности почвы, ожидается снижение производительности. Повышение концентраций CO_2 может компенсировать некоторые из этих потерь. В то же время многие из этих районов страдают от явления Эль-Ниньо/Ла-Нинья, других климатических экстремальных явлений и таких пертурбаций, как пожары. Изменения частот этих явлений и пертурбаций могут привести к утрате продуктивности и, следовательно, потенциальной деградации земли, потенциальной утрате накопленного углерода или снижению темпов поглощения углерода (средняя достоверность). [5.5]

Некоторые сильно увлажненные земли будут заменены лесами или пустошами, а состояние тех из них, которые находятся на поверхности вечной мерзлоты, будет, вероятно, нарушено в результате таяния вечной мерзлоты (высокая достоверность). Первоначальное чистое воздействие потепления на запасы углерода в экосистемах высоких широт будет, вероятно, отрицательным, поскольку процесс разложения изначально может реагировать быстрее, чем производство. В этих системах изменения в альбедо и поглощении энергии в зимний период выступит, вероятно, в качестве позитивной обратной связи с региональным потеплением в результате более раннего таяния снега и перемещения границы деревьев в полярном направлении в течение десятилетий—столетий. [5.8, 5.9]

Многие процессы, связанные с сильно увлажненными землями, зависят от гидрологии на уровне водораздела; таким образом, адаптация к прогнозируемому изменению климата может оказаться практически невозможной. Наиболее уязвимыми для изменения климата окажутся арктические и субарктические омбротрофные болотные сообщества на вечной мерзлоте, а также более южные депрессионные сильно увлажненные земли с небольшими площадями водораздела. Повышение скорости переустройства торфяных земель и дренажные работы в Юго-Восточной Азии создадут, вероятно, гораздо большую опасность пожаров для этих районов и окажут неблагоприятное воздействие на жизнеспособность тропических сильно увлажненных земель. [5.8]

Возможности для адаптации к ожидаемым изменениям в экосистемах высоких широт и альпийских экосистемах являются ограниченными, поскольку эти системы будут более сильно реагировать на вызванное в глобальном масштабе изменение климата. Разумное управление ресурсами живой природы могло бы свести к минимуму климатические последствия для коренных народов. Многие регионы высоких широт в значительной мере зависят от одного или нескольких ресурсов, таких, как древесина, нефть, олени или оплата за противопожарные мероприятия. Экономическая диверсификация уменьшит последствия крупных изменений для наличия или экономической ценности конкретных товаров и услуг. Высокая степень эндемизма многих видов альпийской флоры и их неспособность мигрировать в высотном направлении означает, что эти виды являются весьма уязвимыми. [5.9]

В отличие от ВДО глобальные исследования рынка древесины, включающие адаптацию посредством рационального земледелия и использования продукции, свидетельствуют о том, что изменение климата повысит объем глобальных поставок древесины (средняя достоверность). В региональном и глобальном масштабах степень и характер адаптации будут зависеть в первую очередь от цен на древесину и древесную продукцию, относительной стоимости заменителей, стоимости управления и технологии. В конкретных местах изменения, связанные с ростом и продуктивностью леса, будут сдерживать и могут ограничить выбор в отношении стратегий адаптации (высокая достоверность). На рынках цены ослабят адаптацию посредством рационального земледелия и использования продукции. Адаптация в рационально используемых лесах будет включать утилизацию мертвой и гибнущей древесины, пересаживание новых видов, которые больше подходят для нового климата, пересаживание генетически измененных видов, а также более или менее активное управление. Потребители получат выгоду от более низких цен на древесину; производители могут

выиграть или проиграть в зависимости от региональных изменений в производительности древесины и потенциальных последствий суховершинности. [5.6]

Изменение климата приведет к смещению в полярном направлении южных и северных границ распределения рыб, утрате среды обитания рыб в холодных и прохладных водах и расширению среды обитания тепловодных рыб (высокая достоверность). В качестве класса экосистем материковые воды являются уязвимыми для изменения климата и других факторов давления ввиду их небольшого размера и второстепенного значения по сравнению с многими другими видами деятельности человека (высокая достоверность). К числу наиболее уязвимых элементов относится уменьшение и утрата льда на озерах и реках (весьма высокая достоверность), утрата среды обитания холодноводных рыб (весьма высокая достоверность), усиление вымирания и внедрения экзотических видов (высокая достоверность) и потенциальное обострение существующих проблем загрязнения, таких, как эвтрофикация, токсичные вещества, кислотный дождь и УФ-В радиация (средняя достоверность). [5.7]

4.4 Прибрежные зоны и морские экосистемы

Изменение глобального климата приведет к повышению температуры поверхности моря (ТПМ) и уровня моря; уменьшению покрова морского льда; и изменениям солености, волновых характеристик и океанической циркуляции. Некоторые из этих изменений уже происходят. Ожидается, что изменения в океанах будут иметь значительные обратные воздействия на глобальный климат и климат непосредственной прибрежной зоны (см. ТДО РГ I). Эти изменения окажут также серьезные последствия для биологической продукции океанов, включая рыбную продукцию. Например, изменения глобальной циркуляции воды и вертикального смешивания повлияют на распределение биогенных элементов и эффективность поглощения CO_2 океаном; изменения в показателях подъема глубинных вод будут иметь серьезные последствия для прибрежной рыбной продукции и прибрежного климата. [6.3]

Если произойдет увеличение частоты теплых эпизодов, связанных с Эль-Ниньо, обилие биомассы планктона и рыбных личинок уменьшится, что неблагоприятно повлияет на рыбу, морские млекопитающие, морские птицы и биоразнообразие океана (высокая достоверность). В дополнение к изменчивости явления Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО) со времени ВДО признана устойчивость многолетних режимов климат-океан и переходов от одного режима в другой. С этими переходами связывались изменения в моделях восстановления популяций рыб. Колебания изобилия рыб все чаще рассматриваются в качестве биологического реагирования на среднесрочные климатические колебания в дополнение к чрезмерному вылову рыбы и другим антропогенным факторам. Аналогичным образом на выживании морских млекопитающих и морских птиц также сказываются неблагоприятные воздействия межгодовой и долгосрочной изменчивости нескольких океанографических и атмосферных характеристик и процессов, особенно в высоких широтах. [6.3.4]

Все более широкое признание роли системы климат-океан в управлении рыбными запасами ведет к новым стратегиям адаптации, основанным на определении приемлемой устранимой процентной доли рыбы и гибкости запасов. Еще один результат признания связанных с климатом изменений в распределении популяций морских рыб свидетельствует о том, что устойчивость рыбных промыслов многих стран будет зависеть от адаптации, которая повысит гибкость в рамках двусторонних и многосторонних соглашений о лове рыбы в сочетании с международными оценками рыбных запасов и планами их рационального использования. Создание устойчивых рыбных промыслов зависит также от понимания взаимодействия связанных с климатом последствий для рыбных промыслов с такими факторами, как давление в результате промысла и условия среды обитания. [6.3.4, 6.6.4]

Адаптация посредством расширения сферы морской аквакультуры может частично компенсировать потенциальные сокращения океанского рыбного промысла. С 1990 г. производство морской аквакультуры более чем удвоилось и в 1997 г. представляло приблизительно 30 % общего коммерческого производства рыбных изделий, моллюсков и ракообразных, предназначенных для потребления людьми. Тем не менее продуктивность аквакультуры в будущем может быть ограничена океанскими запасами сельди, анчоуса и других видов, которые использовались ранее для производства рыбных продуктов и рыбьего жира, предназначенных для подкормки культурных видов, которые могут испытать отрицательные последствия в результате изменения климата. Уменьшение объема растворенного кислорода из-за повышения температуры морской воды и обогащения органическим веществом создает условия для распространения болезней среди диких популяций рыб и аквакультуры, а также вспышек водорослевого цветения в прибрежных районах. Загрязнение и разрушение среды обитания, которые могут сопровождать аквакультуру, могут также ограничивать сферу ее распространения и возможности для успешного выживания диких запасов. [6.3.5]

Во многих прибрежных районах уже происходит повышение уровней морских наводнений, ускорение процесса прибрежной эрозии и вторжения морской воды в пресноводные источники; эти процессы будут ускоряться в результате изменения климата и подъема уровня моря. Подъем уровня моря содействовал, в частности, эрозии песчаных и состоящих из гравия пляжей и барьеров; исчезновению прибрежных дюн и сильно увлажненных земель; и возникновению проблем дренажа во многих низинных прибрежных районах средних широт. Весьма разнообразные и продуктивные прибрежные экосистемы, прибрежные поселения и островные государства будут по-прежнему подвержены факторам давления, последствия которых, как ожидаются, будут весьма отрицательными и в некоторых случаях потенциально катастрофическими. [6.4]

Тропические и субтропические береговые линии в низких широтах, особенно в районах, где существует значительный демографический стресс, являются весьма чувствительными для последствий изменения климата. Эти последствия усугубят многочисленные проблемы сегодняшнего дня. Например,

Таблица TP-3. *Последствия изменения климата для людских поселений по типу последствия и типу поселения (механизмы последствий)*[a,b]

	Тип поселения, степень значения и ссылка												
		Зависящий от ресурсов (Последствия для ресурсов)			*Прибрежный-приречный-на холмистой местности (Последствия для строений и инфраструктуры)*				*Городское 1 + M (Последствия для населения)*		*Городское< 1 M (Последствия для населения)*		
Тип последствия	Городское, Высокий потенциал	Городское, Низкий потенциал	Сельское, Высокий потенциал	Сельское, Низкий потенциал	Городское, Высокий потенциал	Городское, Низкий потенциал	Сельское, Высокий потенциал	Сельское, Низкий потенциал	Высокий потенциал	Низкий потенциал	Высокий потенциал	Низкий потенциал	**Достоверность**[c]
Наводнения, Оползни	L–M	M–H	L–M	M–H	L–M	M–H	M–H	M–H	M	M–H	M	M–H	****
Тропический циклон	L–M	M–H	L–M	M–H	L–M	M–H	M	M–H	L–M	M	L	L–M	***
Качество воды	L–M	M	L–M	M–H	B–M	M–H	L–M	M–H	L–M	M–H	L–M	M–H	***
Подъем уровня моря	L–M	M–H	L–M	M–H	M	M–H	M	M–H	B	L–M	L	L–M	**** (** зависящие от ресурсов)
Волны тепла/холода	L–M	M–H	L–M	M–H	L–M	L–M	*** L–M	L	L–M	M–H	L–M	M–H	*** (**** городское)
Нехватка воды	L	L–M	M	M–H	L	L–M	L–M	M–H	L	M	L–M	M	*** (** городское)
Пожары	L–M	L–M	L–M	M–H	L–M	L–M	L–M	L–M	L–M	L–M	L–M	M	* (*** городское)
Град штормовой ветер	L–M	L–M	L–M	M–H	L–M	L–M	L–M	M	L–M	L–M	L–M	L–M	**
Сельское хозяйство/ лесное хозяйство производительность рыбных промыслов	L–M	L–M	L–M	M–H	L	L	L	L	L	L–M	L–M	M	***
Загрязнение воздуха	L–M	L–M	L	L	–	–	–	–	L–M	M–H	L–M	M–H	***
Таяние вечной мерзлоты	L	L	L–M	L–M	L	L	L	L	–	–	L–M	L–M	****
Острова тепла	L	L	–	–	L	L	–	–	M	L–M	L–M	L–M	***

[a] Величины, указанные в ячейках таблицы, были установлены авторами на основе прямых фактов из литературы или путем вывода из последствий, показанных в других ячейках. Указан источник определения степени: жирный шрифт указывает на непосредственные факты или данные исследования; курсивом показан непосредственный вывод из аналогичных последствий; обычный шрифт показывает логический вывод из типа поселения, однако не может быть непосредственно подтвержден на основе исследования или выведен из аналогичных последствий.

[b] Классификация последствий: незначительная (L) = последствия едва различимы или легко преодолеваются; умеренные (M) = последствия явно заметны, хотя не разрушительны и могут потребовать значительных расходов или к ним трудно адаптироваться; значительные (H) = последствия явно разрушительного свойства и не могут быть преодолены или адаптация является настолько дорогостоящей, что характеризуется разрушительным эффектом (последствия обычно основаны на сценариях или исследованиях 2×CO_2, содержащих описания воздействия текущих метеорологических событий, но помещенных в контекст переходных сценариев МГЭИК для среднего-позднего периода XXI века). Примечание: «Городское 1+ M» и «Городское < 1 M» означают население соответственно больше или меньше 1 миллиона человек.

[c] См. раздел 1.4 Технического резюме для получения ключа к классификации степеней.

деятельность человека усилила оседание почвы во многих районах дельт в результате увеличения забора подповерхностных вод, осушения сильно увлажненных почв и уменьшения или отвода приречных наносов. Проблемы затопления, засоления пресных грунтовых вод и прибрежной эрозии — все они будут усиливаться по мере подъема глобального уровня моря в сочетании с погружением в воду местных участков суши. Особая опасность угрожает крупным районам дельт в Азии и на малых островах, уязвимость которых была признана более десятилетия тому назад и которая продолжает увеличиваться. [6.4.3, 6.5.3]

Прибрежные линии высоких (полярных) широт также являются чувствительными к последствиям потепления климата, хотя эти последствия изучены в меньшей степени. За исключением побережья с преобладанием горных пород или быстро образующегося побережья сочетание ускоренного подъема уровня моря, повышенных энергетических волновых характеристик при уменьшении покрова морского льда и повышения температуры воздуха у поверхности земли, способствующей таянию вечной мерзлоты и донного льда (с последующим уменьшением объема ландшафта), будут иметь серьезные последствия для людских поселений и инфраструктуры и приведут к быстрому отступанию прибрежной линии. [6.4.6]

Прибрежные экосистемы, такие, как: коралловые рифы и атоллы, засоленные марши и мангровые леса, а также подводная аквати-ческая растительность, — испытают воздействие подъема уровня моря, повышения ТПМ и любых изменений в частоте и интенсивности штормов. Последствия подъема уровня моря для мангровых лесов и засоленных маршей будут зависеть от темпов подъема относительно вертикального нарастания и пространства для горизонтальной миграции, которые будут ограничиваться деятельностью человека в целях развития в прибрежных районах. Здоровые коралловые рифы смогут, вероятно, справиться с подъемом уровня моря, однако, это в меньшей степени вероятно для рифов, которые деградировали в результате обесцвечивания кораллов, УФ-В радиации, загрязнения и других стрессов. Эпизоды обесцвечивания кораллов за последние 20 лет были связаны с различными причинами, включая повышение температуры океана. Предстоящее потепление морской поверхности активизирует отрицательные воздействия на коралловые рифы и приведет к повышению числа морских болезней (высокая достоверность). Изменения в химии океана, ведущие к повышению уровней CO_2, могут иметь отрицательные последствия для развития и здоровья коралловых рифов, что окажет пагубное воздействие на прибрежный рыбный промысел и социально-экомические виды использования рифовых ресурсов. [6.4.4, 6.4.5]

Лишь в немногих исследованиях анализировались потенциальные изменения доминирующих высот и направлений океанских волн, а также штормовых волн и нагонов, являющихся следствием изменения климата. Подобные изменения могут, как ожидается, иметь серьезные последствия для естественных и измененных в результате деятельности человека прибрежных районов, поскольку они усугубятся более высоким по сравнению с существующим в настоящее время уровнем моря.

Уязвимость была документально зарегистрирована для самых разнообразных прибрежных условий, при этом первоначально использовалась общая методология, разработанная в начале 1990-х годов. Эти и последующие исследования подтвердили пространственную и временную изменчивость прибрежной уязвимости на национальном и региональном уровнях. В рамках общей методологии были определены три стратегии адаптирования прибрежной зоны: защита, приспособление и отступление. Со времени ВДО в стратегиях адаптации для прибрежных зон акцент сместился от жестких защитных структур (например волноотбойные стенки и полузапруды) в сторону «мягких» защитных мер (например питание берега наносами), управляемого отступания и более активной способности быстро восстанавливать биофизические и социально-экономические системы, включая использование страхования от наводнений для покрытия финансового риска. [6.6.1, 6.6.2]

Комплексные оценки прибрежных зон и морских экосистем наряду с лучшим пониманием их взаимодействия с деятельностью человека в целях развития и многолетней изменчивостью климата могут привести к повышению эффективности устойчивого развития и управления. Варианты адаптации для управления прибрежными и морскими системами являются наиболее эффективными в том случае, когда они сочетаются с политикой в других областях, таких, как планы по смягчению последствий стихийных бедствий и планы землепользования.

4.5 Людские поселения, энергия и промышленность

Людские поселения являются источниками совокупности многочисленных климатических последствий, которые первоначально ощущаются в других секторах, и отличаются друг от друга с точки зрения географического расположения, размера, экономических условий, а также политического и институционального потенциала. Вследствие этого трудно делать заявления общего характера относительно важного значения климата или изменения климата, в которых не будут делаться многочисленные исключения. Тем не менее классификация людских поселений с учетом тех направлений, по которым климат может повлиять на них, размера или других очевидных физических факторов и адаптационного потенциала (богатство, уровень образования населения, технологический и институциональный потенциал), помогает объяснить некоторые различия в ожидаемых последствиях. [7.2]

Климат оказывает воздействия на людские поселения в одной из следующих трех основных областей:

1) Воздействия на экономические сектора, которые поддерживают жизнедеятельность поселения, объясняются изменениями в производственном потенциале (например в сельском хозяйстве или рыбной промышленности) или изменениями рыночного спроса на товары и услуги, которые производятся в данном месте (включая спрос со стороны людей, живущих неподалеку, а также туризма). Важность этого воздействия зависит частично от того, находится ли

Таблица TP-4. *Экстремальные связанные с климатом явления и их последствия для страховой отрасли: наблюдаемые и прогнозируемые изменения в течение XXI века (после таблицы 3-10; см. также таблицу 8-1)*

Изменения в экстремальных климатических явлениях	Наблюдаемые изменения	Прогнозируемые изменения	**Вид события, связанного с сектором страхования**	**Соответствующая временная шкала**	**Чувствительные секторы/виды деятельности**	**Чувствительные сферы страхования**
	Вероятность					
Экстремальные температуры						
Более высокие максимальные температуры , большее количество жарких дней и волн тепла почти над всеми материковыми районами	Вероятно[a] (смешанные тенденции в направлении волн тепла в нескольких регионах)	Весьма вероятно[a]	Волна тепла	Ежедневный-еженедельный максимум	Надежность электроснабжения, людские поселения	Здоровье, жизнь, имущество, нарушение предпринимательской деятельности
			Волна тепла, засухи	Ежемесячный-сезонный максимум	Леса (здоровье деревьев), природные ресурсы, сельское хозяйство, водные ресурсы, спрос на электроэнергию и надежность энергоснабжения, промышленность, здоровье, туризм	Здоровье, урожай, нарушение предпринимательской деятельности
Более высокие (увеличивающиеся) минимальные температуры, меньшее количество холодных, морозных дней и волн холода[b] почти над всеми материковыми районами	Весьма вероятно[a] (волны холода, не рассмотренные в докладе РГI)	Весьма вероятно[a]	Мороз, вспучивание почвы вследствие мороза	Ежедневный-ежемесячный минимум	Сельское хозяйство, спрос на энергию, здоровье, транспорт, людские поселения	Здоровье, урожай, имущество, нарушение предпринимательской деятельности, автотранспортные средства
Экстремальные дожди/ осадки						
Большая интенсивность осадков	Вероятно[a] над многими материковыми районами северного полушария в средних-высоких широтах	Весьма вероятно[a] над многими районами	Внезапный паводок	Часовой-ежедневный максимум	Людские поселения	Имущество, паводок, автотранспортные средства, нарушение предпринимательской деятельности, жизнь, здоровье
			Паводок, затопление, селевой поток	Еженедельный-месячный максимум	Сельское хозяйство, леса, транспорт, качество воды, людские поселения, туризм	Имущество, паводок, урожай, морская среда, нарушение предпринимательской деятельности
Повышенное летнее осушение земель и связанный с этим риск засухи	Вероятно[a] в нескольких районах	Вероятно[a] над большинством внутренних континентальных районов средних широт (нехватка последовательных перспективных оценок в других районах)	Летняя засуха, оседание почвы, стихийные пожары	Ежемесячный-сезонный минимум	Леса (здоровье деревьев), природные ресурсы, сельское хозяйство, водные ресурсы, производство (гидро)электроэнергии, людские поселения	Урожай, имущество, здоровье

Таблица ТР-4. *(продолж.)*

Изменения в экстремальных климатических явлениях	Наблюдаемые изменения	Прогнозируемые изменения	**Вид события, связанного с сектором страхования**	**Соответствующая временная шкала**	**Чувствительные секторы/виды деятельности**	**Чувствительные сферы страхования**
	Вероятность					
Экстремальные дожди/осадки (продолж.)						
Более высокая интенсивность штормов в средних широтах[c]	Средняя вероятность[a] увеличения в северном полушарии, уменьшения в южном полушарии	Незначительная согласованность между существующими моделями	Снежная буря, ледяной дождь, лавина	Ежечасно-еженедельно	Леса, сельское хозяйство, распределение и надежность энергосистем, людские поселения, смертность, туризм	Имущество, урожай, автотранспорт, авиация, жизнь, нарушение предпринимательской деятельности
			Гроза с градом	Ежечасно	Сельское хозяйство, имущество	Урожай, автотранспорт, имущество, авиация
Более сильные засухи и наводнения, связанные с явлениями Эль-Ниньо во многих различных регионах (см. также засухи и явления экстремальных осадков)	Неубедительная информация	Вероятно[a]	Засуха и наводнения	Разная	Леса (здоровье деревьев), природные ресурсы, сельское хозяйство, водные ресурсы, снабжение (гидро) электроэнергией, людские поселения	Имущество, наводнение, автотранспорт, урожай, морская деятельность, нарушение предпринимательской деятельности, жизнь, здоровье
Экстремальные значения ветра						
Повышенная интенсивность штормов в средних широтах[b]	Полное отсутствие неопровержимых доказательств изменения	Незначительная согласованность между существующими моделями	Штормовой ветер в средних широтах	Ежечасно-еженедельно	Леса, системы распределения электроэнергии и их надежность, людские поселения	Имущество, автотранспорт, авиация, морская деятельность, нарушение предпринимательской деятельности, жизнь
			Торнадо	Ежечасно	Леса, системы распределения электроэнергии и их надежность, людские поселения	Имущество, автотранспорт, авиация, морская деятельность, нарушение предпринимательской деятельности
Более высокая пиковая интенсивность ветра во время тропических циклонов, средняя и пиковая интенсивность осадков[c]	Экстремальные значения ветра не наблюдались в нескольких имеющихся анализах; недостаточные данные об осадках	Вероятно[a] над некоторыми районами	Тропические штормы, включая циклоны, ураганы и тайфуны	Ежечасно-еженедельно	Леса, системы распределения электроэнергии и их надежность, людские поселения, сельское хозяйство	Имущество, автотранспорт, авиация, морская деятельность, нарушение предпринимательской деятельности, жизнь

(продолж.)

Таблица TP-4. *(продолж.)*

Изменения в экстремальных климатических явлениях	Наблюдаемые изменения	Прогнозируемые изменения	**Вид события, связанного с сектором страхования**	**Соответствующая временная шкала**	**Чувствительные секторы/виды деятельности**	**Чувствительные сферы страхования**
	Вероятность					
Прочие экстремальные величины						
Ссылка на вышеприведенные данные по увеличению температуры, усилению интенсивности тропических штормов и штормов в средних широтах	Ссылка на соответствующие вышеприведенные данные	Ссылка на соответствующие вышеприведенные данные	Молния	Мгновенное явление	Системы распределения электроэнергии и их надежность, людские поселения, живая природа	Жизнь, имущество, автотранспорт, авиация, морская деятельность, нарушение предпринимательской деятельности
Ссылка на вышеприведенные данные по усилению тропических циклонов, азиатских летних муссонов и интенсивности штормов в средних широтах	Ссылка на соответствующие вышеприведенные данные	Ссылка на соответствующие вышеприведенные данные	Приливная волна (связанная с штормами с моря), прибрежное наводнение	Ежедневно	Инфраструктура прибрежной зоны, сельское хозяйство и промышленность, туризм	Жизнь, морская деятельность, имущество, урожай
Усиление изменчивости азиатских летних муссонных осадков	Не рассматривались РГ I	Вероятно[a]	Наводнение и засуха	По сезонам	Сельское хозяйство, людские поселения	Урожай, имущество, здоровье, жизнь

[a] Понятие «вероятность» относится к определяющим оценкам достоверности, которыми пользовалась рабочая группа I: весьма вероятно (вероятность 90—99 %); вероятно (вероятность 66—90 %). За исключением ссылки на иной источник информация о климатических явлениях взята из Резюме для лиц, определяющих политику и Технического резюме, подготовленных рабочей группой I. Подобные вероятности касаются наблюдаемых и прогнозируемых изменений в экстремальных климатических явлениях, и степень вероятности приводится в первых трех колонках таблицы.

[b] Информация из раздела F.5 Технического резюме рабочей группы I.

[c] Изменения в региональном распределении тропических циклонов возможны, однако не установлены.

данное поселение в сельской местности, что обычно означает, что оно зависит от одной или двух отраслей промышленности, функционирующей на базе ресурсов или в городе, и в данном случае обычно (но не всегда) имеется более широкий выбор альтернативных ресурсов. Оно зависит также от адаптационного потенциала данного поселения. [7.1]

2) Непосредственное воздействие может быть оказано на некоторые элементы физической инфраструктуры (включая системы передачи и распределения энергии), здания, городские службы (включая системы транспортировки) и конкретные отрасли (такие, как агропромышленность, туризм и строительство). Например, строения и инфраструктура в образующих дельту районах могут испытать воздействия прибрежных и речных наводнений; спрос на энергию в городах может увеличиться или уменьшиться в результате изменения балансов между обогревом и охлаждением помещений; и на прибрежный и горный туризм могут повлиять изменения сезонных моделей температуры и выпадения осадков, а также подъем уровня моря. Концентрация населения и инфраструктуры в городских районах может означать увеличение количества лиц и повышение стоимости физического капитала, которым угрожает опасность, хотя существуют также многочисленные эффекты масштаба и косвенные факторы, обеспечивающие должное управление инфраструктурой и предоставление обслуживания. В тех случаях, когда эти факторы сочетаются с другими превентивными мерами, риски могут быть уменьшены значительным образом. В то же время некоторые крупные городские центры в Африке, Азии, Латинской Америке и бассейне Карибского моря, а также поселения меньшего размера (включая деревни и мелкие городские центры) часто обладают меньшим богатством, политической властью и институциональным потенциалом для уменьшения рисков подобным образом. [7.1]

3) Население может непосредственно пострадать в результате экстремальных метеорологических явлений, изменений состояния здоровья или миграции. Экстремальные метеорологические эпизоды могут привести к изменениям показателей смертности, нанесения ущерба или болезней. Например, состояние здоровья может быть улучшено в результате снижения стресса холодной погоды или ухудшится в результате

повышения теплового стресса и заболеваемости. Перемещения населения, вызванные изменениями климата, могут сказаться на размере и характеристиках населения в населенных пунктах, что, в свою очередь, вызовет изменения спроса на услуги, оказываемые в городах. Эти проблемы являются в некоторой степени различными в самых крупных населенных пунктах (например, в пунктах с населением более 1 миллиона человек) и средних-малых региональных центрах. Первые с большей степенью вероятности станут местами, в которые устремятся мигранты из сельских районов, малых поселений и расположенных через границу районов, однако, крупные населенные пункты, как правило, в гораздо большей степени контролируют национальные ресурсы. Таким образом, малые населенные пункты могут фактически оказаться более уязвимыми. Неформальные поселения вокруг крупных и средних городов в развивающихся странах по-прежнему являются причиной озабоченности, поскольку они характеризуются рядом существующих в настоящее время опасностей для состояния здоровья и окружающей среды, которые могут быть обострены глобальным потеплением и ограниченным контролем над ресурсами. [7.1]

Таблица TP-3 содержит классификацию нескольких типов экологических изменений климатического происхождения, которые рассматриваются в литературе, посвященной вопросам климата и людских поселений. Таблица содержит три общих типа поселений, каждый из которых основан на одном из трех основных механизмов, через которые климат влияет на поселения. Последствия соответствуют механизмам воздействия. Таким образом, данное поселение может испытывать положительное воздействие в результате влияния климата на его ресурсную базу (например увеличение сельскохозяйственного производства), и отрицательные воздействия в результате влияния на его инфраструктуру (например более частое затопление его водных сооружений и перегрузка электросистемы). Различные типы поселений могут испытывать подобные воздействия с различной относительной интенсивностью (например, поселения, расположенные вне прибрежной зоны, не испытывают непосредственного воздействия в результате подъема уровня моря); последствия делятся по своим степеням от самых значительных до наименее значительных. Большая часть литературы о последствиях для поселений основана на сценариях или исследованиях $2 \times CO_2$, содержащих описания воздействия текущих метеорологических явлений (аналогов), однако в контексте переходных сценариев МГЭИК. [7.1]

Изменение климата обладает потенциалом для создания местных и региональных условий, которые связаны с дефицитом и избытком воды, иногда в зависимости от сезона в тех же самых географических местах. *Наиболее широко распространенными серьезными потенциальными последствиями являются наводнения, оползни, селевые потоки и снежные обвалы, вызываемые прогнозируемым повышением интенсивности осадков и подъемом уровня моря.* Все большее количество публикаций свидетельствует о том, что последствия могут наступить для весьма широкого разнообразия поселений почти в каждой климатической зоне (устоявшееся, но неполное понимание). Считается, что в особой опасности находятся поселения на берегах рек и побережье, однако, проблема наводнений в городах может возникнуть в любом месте, где дренаж ливневых осадков, водобснабжение и системы сбора и удаления отходов спроектированы с недостаточной мощностью или технологией (включая обычные способы повышения прочности и более передовое проектирование систем) для того, чтобы предотвратить перегрузки этих систем. Следующей наиболее серьезной угрозой являются тропические циклоны (ураганы или тайфуны), пиковая интенсивность которых может увеличиться в случае потепления в мире. Тропические циклоны сочетают последствия сильных дождевых осадков, сильных ветров и штормовых нагонов в прибрежных районах и могут вызывать разрушения на островах, однако они не являются столь универсальными с точки зрения того места, где они происходят, как наводнения и оползни. Десятки миллионов людей живут в поселениях с потенциальной угрозой наводнения. Например, согласно оценкам, среднегодовое количество людей, которые станут жертвами наводнений в результате прибрежных штормовых нагонов, увеличится в несколько раз (от 75 до 200 миллионов человек в зависимости от адаптационного реагирования) согласно сценариям среднего диапазона подъема уровня моря на 40 см к 80-м годам XXI века по сравнению со сценариями нулевого подъема уровня моря. Потенциальный ущерб инфраструктуры прибрежных районов, вызванный подъемом уровня моря, составит согласно оценкам десятки миллиардов долларов для таких отдельных стран, как: Египет, Польша и Вьетнам. В средней части таблицы TP-3 приводятся такие последствия, как волны тепла или холода, которые могут оказать разрушительные воздействия на базу ресурсов (например сельское хозяйство), здоровье человека, а также спрос на энергию для отопления или охлаждения. Включены также экологические последствия, такие, как ухудшение качества воздуха и воды. Ожидается, что штормовые ветры, нехватка воды и пожары будут характеризоваться умеренными масштабами во многих регионах. В нижней части находятся такие последствия, как таяние вечной мерзлоты и эффекты острова тепла, которые, хотя и имеют важное местное значение, могут не распространяться на столь большое разнообразие поселений или иметь меньшее значение в случае учета адаптации. [7.2, 7.3]

Ожидается, что глобальное потепление приведет к увеличению спроса на энергию для охлаждения помещений и меньшему использованию энергии для их отопления. Усиление волн тепла способствует спросу на энергию для целей охлаждения, а ослабление волн холода снижает спрос на энергию для отопления. Прогнозируемое чистое последствие для годового потребления энергии зависит от конкретного сценария и места. Адаптация людских поселений, энергосистем и промышленности к изменению климата создаёт проблемы, связанные с проектированием и функционированием поселений (в некоторых случаях) в период более суровой погоды, а также возможности использования (в других случаях) более благоприятной погоды. Например известно, что системы передачи электроэнергии серьезно

страдают от таких экстремальных событий, как: тропические циклоны, торнадо и ледяной дождь. Наличие местного потенциала для ограничения экологических опасностей или их последствий для здоровья в любом поселении обычно подразумевает местный потенциал для адаптации к изменению климата, если только адаптация не подразумевает особенно крупные инвестиции в инфраструктуру. Адаптация к более теплому климату потребует местной перестройки поселений применительно к меняющейся окружающей среде, а не просто к повышающейся температуре. Эксперты по проблемам городов единодушно считают, что успешной экологической адаптации невозможно добиться без наличия на местном уровне компетентного в техническом и организационном плане руководства, которое пользуется политической поддержкой и обладает необходимым доступом к национальным ресурсам. [7.2. 7.3, 7.4, 7.5]

Возможные варианты адаптации включают планирование поселений и их инфраструктуры, размещение промышленных предприятий, а также принятие аналогичных долгосрочных решений в целях уменьшения неблагоприятных последствий событий, которые характеризуются низкой, но возрастающей вероятностью и значительными (и, вероятно, увеличивающимися) последствиями. Многие целевые традиционные и передовые методы могут способствовать более совершенному экологическому планированию и управлению, включая рыночные средства борьбы с загрязнением, управление спросом и уменьшение отходов, создание зон смешанного использования и планирование передвижения транспорта (с надлежащим учетом интересов пешеходов и велосипедистов), оценки последствий для окружающей среды, исследования потенциала, стратегические планы по охране окружающей среды, процедуры проверки состояния окружающей среды и сообщения о состоянии окружающей среды в самое последнее время. Многие города использовали сочетание этих стратегий при разработке «Местной повестки дня на XXI век». Во многих местных повестках дня на XXI век рассматривается перечень городских проблем, которые могут иметь тесную взаимосвязь с изменением климата в будущем. [7.2, 7.5]

4.6 Страхование и прочие финансовые услуги

Сектор финансовых услуг, определяемый в широком смысле как частные и государственные учреждения, которые обеспечивают страхование и оказание помощи в случае стихийных бедствий, банковское дело и службы по управлению капиталом — это уникальный показатель потенциальных социально-экономических последствий изменения климата, поскольку он чувствительно реагирует на изменение климата и аккумулирует те воздействия, которые будут оказаны на другие сектора. Данный сектор является главным проводником адаптации (например, в результате поддержки строительных кодексов и, в ограниченной степени, планирования землепользования), а финансовые услуги представляют собой механизмы покрытия рисков, через которые расходы, связанные с метеорологическими событиями, распределяются среди других секторов и в обществе. В то же время страхование, которое предоставляется государственными или частными организациями, также может способствовать излишней удовлетворенности и плохой адаптации в результате

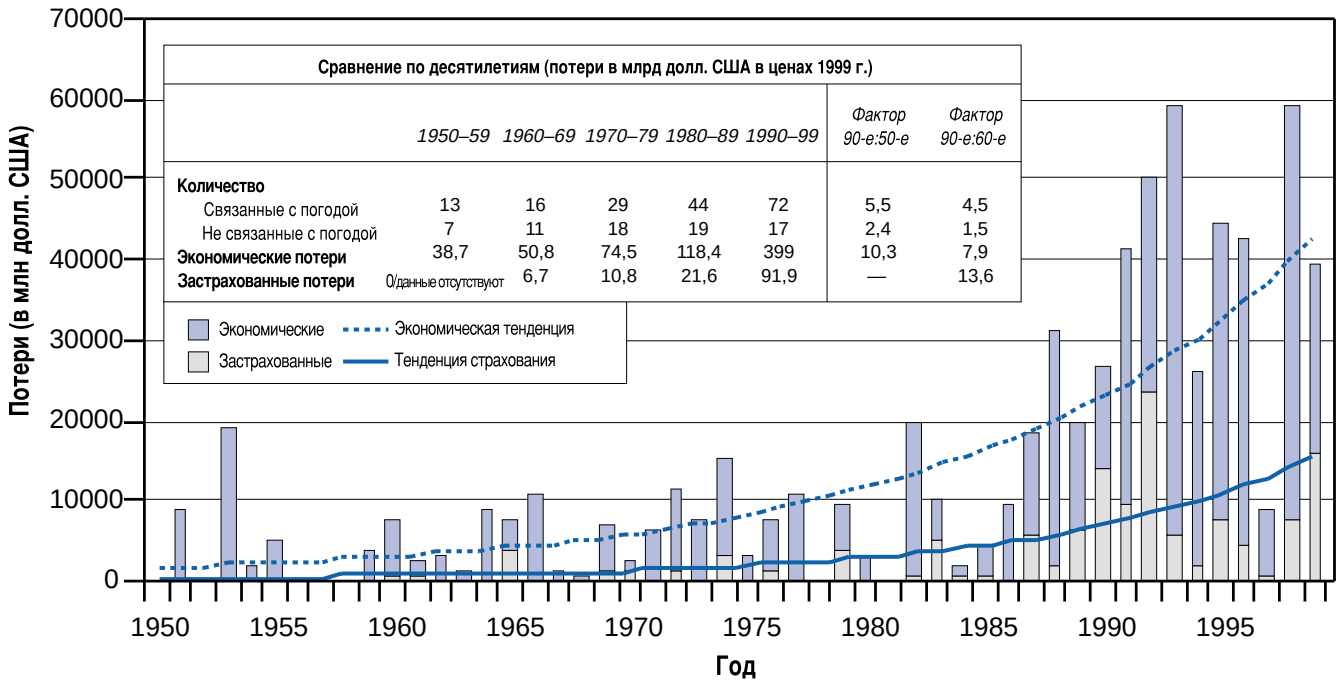


Рисунок ТР-5. Стоимость катастрофических метеорологических явлений характеризовалась быстрой повышательной тенденцией в последние десятилетия. Ежегодные экономические потери от крупномасштабных событий возросли в 10,3 раза — с 4 млрд долл. США в 1950-е годы до 40 млрд долл. США в 1990-е годы (все в долл. США в ценах 1999 г.). В этот же период застрахованная часть этих потерь возросла с незначительного уровня до 9,2 млрд долл. США ежегодно, а соотношение между суммами выплат и потерь от катастрофических событий сократилось на 2/3. Примечательно, что расходы возрастают в два раза в случае включения потерь в результате связанных с погодой явлений некатастрофического характера. Цифры, как правило, включают «захваченных» самостоятельных страховщиков, но не менее формальные виды самостоятельного страхования.

содействия деятельности в целях развития в зонах риска, таких , как поймы или прибрежные зоны в США. Последствия изменения климата для сектора финансовых услуг проявляются, вероятно, в первую очередь через изменения в пространственном распределении, частоту и интенсивность экстремальных метеорологических явлений (таблица TP-4). [8.1, 8.2, 15.2.7]

В последние десятилетия наблюдается быстрое увеличение расходов, связанных с экстремальными явлениями погоды. Ежегодные глобальные экономические потери в результате крупмномасштабных событий возросли с 3,9 млрд долл. США в год в 1950-е годы до 40 млрд долл. США в год в 1990-е годы (все в долл. США по ценам 1999 г. без корректировки в соответствии с паритетом покупательной способности). Приблизительно одна четвертая часть потерь пришлась на долю развивающихся стран. В тот же период застрахованная часть этих потерь возросла с незначительного уровня до 9,2 млрд долл. США в год. Включение явлений всех масштабов удваивает общие суммы этих потерь (см. рисунок TP-5). Расходы, связанные с метеорологическими событиями, быстро возросли, несмотря на серьезные и все более широкие усилия по укреплению инфраструктуры и повышению готовности к стихийным бедствиям. Эти усилия снизили в неопределенной степени наблюдаемый рост стоимости ущерба, хотя в литературе, где делаются попытки отделить естественные определяющие факторы от антропогенных, не дано количественное определение данного эффекта. Показателем роста уязвимости страховой отрасли является тот факт, что в период между 1985 и 1999 годами соотношение между общими страховыми выплатами за имущество/нерегулярными выплатами в случае потерь, связанных с метеорологическими явлениями, сократилось в три раза. [8.3]

Наблюдаемая птенденция роста потерь, вызванных прошлыми стихийными бедствиями, связана с социально-экономическими факторами, такими, как: рост населения, увеличение богатства и урбанизация уязвимых районов — и частично климатическими факторами, такими, как: отмечаемые изменения объема осадков, наводнения и засухи. Установление точных связей является сложной задачей и соотношение этих двух причин бывает различным в зависимости от регионов и видов климатических событий. Многие из наблюдаемых тенденций связанных с погодой потерь совпадают с тем, что будет прогнозироваться в рамках изменения климата. Очевидно, что показатель увеличения потерь, связанных с деятельностью человека и явлениями неметеорологического характера, был гораздо ниже по сравнению с показателем потерь, вызванных связанными с погодой событиями. [8.2.2]

События последнего времени показали, что связанные с погодой потери могут создать такую нагрузку для страховых компаний, которая приведет к снижению их доходности, повышению цен для клиентов, отмене страхового покрытия и повышенному спросу на компенсацию и помощь за счет государственного финансирования. Более высокая неопределенность повысит уязвимость страхового и государственного секторов и усложнит осуществление мероприятий по адаптации и оказанию помощи в случае стихийных бедствий при изменении климата. [8.3, 15.2.7]

Ожидается, что сектор финансовых услуг, в целом, в состоянии справиться с последствиями будущего изменения климата, хотя исторический опыт показывает, что события, характеризующиеся низкой вероятностью, но значительными последствиями, или многочисленные происходящие рядом друг с другом события, наносят серьезный ущерб определенным частям данного сектора, особенно если одновременно происходит ослабление адаптационного потенциала в результате воздействия не связанных с климатом факторов (например, неблагоприятные рыночные условия, которые могут привести к истощению резервов страхователей, предназначенных для компенсации потерь, в результате снижения стоимости ценных бумаг и других страховых активов). Существует высокая достоверность того, что изменение климата и прогнозируемые изменения в связанных с погодой событиях, которые, как считается, объясняются изменением климата, повысят страховую неопределенность при оценке риска, и, таким образом, неопределенность в отношении функционирования рынков страховых операций. Подобные события приведут к повышательной тенденции страховых премий и/или могут стать причиной переклассификации определенных рисков, как не подлежащих страхованию, с последующей отменой страхового покрытия. Это, в свою очередь, повысит давление на государственные системы страхования и оказания помощи, которые уже перенапряжены во многих регионах и пытаются уменьшить свою уязвимость (например посредством повышения вычитаемых расходов и/или установления пределов максимальных выплачиваемых сумм по страховым заявлениям).

Тенденции в направлении увеличения размеров фирм, диверсификации и интеграции страхования с другими финансовыми услугами, а также совершенствование механизма перевода рисков — все это в перспективе способствует устойчивости системы. В то же время организации, занимающиеся страхованием и перестрахованием собственности и лиц, а также отдельные компании уже столкнулись со случаями банкротства из-за катастроф, вызванных связанными с погодой событиями. При определенных условиях в некоторых регионах банковская отрасль, как поставщик кредитов, может также оказаться уязвимой для изменения климата. Во многих случаях, однако, банковский сектор переводит риск обратно на страхователей, которые нередко приобретают право на ведение дел по выплате задолженности. [8.3, 8.4, 15.2.7]

Адаптация[2] к изменению климата создает сложные проблемы для сектора финансовых услуг, но также и предоставляет ему возможности. Примерами факторов, оказывающих влияние на жизнеспособность данного сектора, являются регулирование цен, налоговый режим резервов и способность (неспособность) фирм заканчивать операции на связанных с риском рынках. В разных странах и регионах существуют разные системы управления риском, связанным с состоянием климата. Обычно они представляют собой смешанное сочетание коммерческих и

[2] Использование термина «смягчение последствий» в секторах страхования и финансовых услуг часто во многом аналогично использованию термина «адаптация» сообществами, занимающимися исследованиями в области климата, и политическими кругами.

государственных механизмов и самострахования. Относительная роль каждой из них, как ожидается, изменится ввиду изменения климата. Некоторые варианты потенциального реагирования предлагают совместные выгоды, способствующие устойчивому развитию и достижению целей, связанных со смягчением последствий изменения климата (например, меры по обеспечению энергетической эффективности, которые также повышают устойчивость строений к стихийным бедствиям, помимо оказания помощи данному сектору в адаптации к изменениям климата). [8.3.4, 8.4.2]

Самые значительные последствия изменения климата ожидаются в развивающихся странах (особенно странах, которые зависят от первичного производства как основного источника дохода) в плане гибели людей, последствий для инвестирования и последствий для экономики. Стоимость ущерба от стихийных бедствий составила, в одном из случаев, половину стоимости валового внутреннего продукта (ВВП). Связанные с погодой стихийные бедствия отбрасывают назад процесс развития особенно в тех случаях, когда финансовые средства изымаются из проектов развития и тратятся на осуществление мероприятий по ликвидации последствий стихийных бедствий. [8.5]

Возникнут вопросы справедливости и ограничений для развития, если климатические риски не будут подлежать страхованию, если цены страхования возрастут или наличие услуг по страхованию или финансированию станет ограниченным. Таким образом, большая неопределенность может ограничивать развитие. И, наоборот, более широкое распространение или доступ к страхованию и ресурсам для повышения готовности/ восстановления повысят способность развивающихся стран адаптироваться к изменению климата. Более широкое внедрение схем микрофинансирования и кредитования развития может также стать эффективным механизмом по оказанию помощи в адаптации развивающихся стран и сообществ. [8.3]

Данная оценка финансовых услуг выявила некоторые области более высокого уровня знаний, а также подтвердила и еще более расширила выводы, достигнутые в ВДО. Она также показала многие области, где требуются более широкие познания, в частности, более эффективный анализ экономических потерь для определения их причин, оценки финансовых ресурсов, связанных с ущербом и адаптацией из-за изменения климата, оценка альтернативных методов для получения подобных ресурсов, более глубокое изучение вопросов уязвимости и жизнеспособности в рамках сценариев экстремальных метеорологических явлений, а также более широкое исследование того, каким образом данный сектор (частные и государственные организации) может внедрять новаторские методы, с тем чтобы быть готовыми к потенциальному росту спроса на финансирование в целях адаптации в развитых и развивающихся странах, а также покрывать и снижать риски, вызванные изменением климата. [8.7]

4.7 Здоровье человека

Изменение глобального климата будет иметь значительные последствия для здоровья человека, некоторые из которых будут положительными, а большинство из них — отрицательными. Изменения частоты экстремальных явлений жары и холода, частоты наводнений и засух и профиль загрязнения воздуха в местных масштабах, наряду с аэроаллергенами, окажут непосредственное воздействие на здоровье населения. Другие последствия для здоровья будут являться следствием воздействия изменения климата на экологические и социальные системы. Эти последствия будут включать изменения в статистике распространения инфекционных заболеваний, производстве продовольствия на местном уровне и недостаточное питание, а также различные последствия для здоровья в результате перемещения населения и нарушения функционирования экономической системы.

Имеется мало опубликованных свидетельств того, что изменения состояния здоровья населения фактически явились реакцией на наблюдаемые тенденции в области климата за последние десятилетия. Постоянная трудность определения подобных последствий заключается в том, что причина большинства отклонений, связанных со здоровьем человека, имеет многофакторный характер, а (фоновый) социально-экономический, демографический и экологический контекст существенным образом меняется в зависимости от времени.

Исследования последствий для здоровья, связанных с межгодовой изменчивостью климата (особенно последствий, связанных с циклом Эль-Ниньо), позволили получить новое подтверждение чувствительности здоровья человека к климату, особенно к болезням, которые передаются через комаров. Сочетание существующих знаний на базе исследований, вытекающее отсюда понимание теоретического характера, а также продукция моделей прогнозирования ведут к нескольким выводам относительно будущих последствий изменения климата для здоровья людей.

Если будет увеличиваться частота и интенсивность волн тепла, повысится риск смертных случаев и серьезных заболеваний, главным образом в группах престарелых лиц и бедного городского населения (высокая достоверность). Последствия усиления волн тепла часто будут усугубляться возросшей влажностью и загрязнением воздуха в городах. Самое большое увеличение тепловой нагрузки прогнозируется в городах средних- высоких широт (умеренный климат), особенно для населения, живущего в домах с неприспособленной архитектурой и ограниченными возможностями для кондиционирования воздуха. Моделирование последствий волн тепла для городского населения с учетом допусков акклиматизации показывает, что в ряде городов США в среднем будет наблюдаться повышение смертности на несколько сотен человек каждое лето. Хотя влияние изменения климата на смертность, вызванную тепловой нагрузкой, может быть значительно в городах развивающихся стран, в отношении населения подобных городов проведено мало исследований. Более теплые зимы и меньшее количество периодов холодной погоды приведут к уменьшению связанной с холодной погодой смертности во многих странах с умеренным климатом (высокая достоверность). Имеющиеся ограниченные данные показывают, что в некоторых странах умеренной зоны снижение показателя смертности в зимний период более чем компенсирует рост смертности в летний период (средняя достоверность). [9.4]

Увеличение частоты интенсивности таких экстремальных событий, как: штормы, наводнения, засухи и циклоны — будет иметь неблагоприятные последствия для здоровья человека по целому ряду направлений. Эти естественные опасности могут привести к непосредственной потере жизни или повреждению здоровья и могут косвенно повлиять на состояние здоровья в результате утраты жилища, перемещения населения, загрязнения водных источников, уничтожения производства продуктов питания (что ведет к голоду и недоеданию), повышенного риска эпидемий и инфекционных болезней (в том числе желудочно-кишечных и респираторных заболеваний) и нанесения ущерба инфраструктуре, обеспечивающей медицинское обслуживание (весьма высокая достоверность). В случае усиления циклонов в региональном масштабе часто будут иметь место разрушительные последствия, особенно в густонаселенных районах с неадекватными ресурсами. В последние годы крупные, связанные с климатом стихийные бедствия, имели значительные неблагоприятные последствия для здоровья человека, в том числе наводнения в Китае, Бангладеш, Европе, Венесуэле и Мозамбике, а также ураган «Митч», который вызвал разрушения в Центральной Америке. [9.5]

Изменение климата ухудшит качество воздуха в городских районах, сталкивающихся с проблемами загрязнения воздуха (средняя достоверность). Повышение температуры (и, в некоторых моделях, ультрафиолетовая радиация) ведет к усиленному образованию приземного озона — загрязнителя с хорошо известными негативными последствиями для здоровья респираторных органов. Последствия изменения климата для других загрязнителей воздуха установлены в меньшей степени. [9.6]

Более высокие температуры, изменения в выпадении осадков и изменения климатической уязвимости приведут к изменению географических границ и сезонности передачи трансмиссивных инфекционных заболеваний, при этом расширятся пределы и сезонный период некоторых инфекционных заболеваний, а для других заболеваний эти показатели уменьшатся. Трансмиссивные инфекционные заболевания передаются через такие питающиеся кровью организмы, как комары и клещи. Выживаемость подобных организмов зависит от сложного взаимодействия между климатом и другими экологическими факторами. В настоящее время 40 % мирового населения живет в районах, где существует малярия. В районах с ограниченной или деградирующей инфраструктурой общественного здравоохранения повышение температуры приведет к расширению географических границ передачи малярии в более высотные районы (высокая-средняя достоверность) и в более высокие широты (средняя-низкая достоверность). Повышение температуры в сочетании с благоприятными условиями для выпадения осадков и образования наземных вод продлит сроки сезона передачи болезней в некоторых местах (высокая достоверность). Изменения климата, включая изменения в изменчивости климата, окажут воздействие на многие другие трансмиссивные инфекционные заболевания (такие, как: лихорадка Денге, лейшманиоз, различные виды передаваемого через комаров энцефалита, лаймовская болезнь и передаваемый через клещей энцефалит) в пределах их нынешнего распространения (средняя/высокая достоверность). Для некоторых трансмиссивных заболеваний в определенных местах изменение климата вызовет уменьшение масштабов их передачи вследствие уменьшения объема осадков или температуры, которые являются слишком высокими для подобной передачи заболеваний (средняя достоверность). Ряд математических моделей показывает с высокой степенью соответствия, что сценарии изменения климата в течение предшествующего столетия вызовут незначительное чистое увеличение доли мирового населения, живущего в регионах потенциальной передачи малярии и лихорадки Денге (средняя- высокая достоверность). Изменение климатических условий повысит распространенность различных типов инфекционных заболеваний, передаваемых через воду и продукты питания. [9.7]

Изменение климата может вызвать изменения в морской окружающей среде, которые изменят риски биотоксинного отравления в результате потребления человеком рыбы, моллюсков и ракообразных. Биотоксины, появление которых связано с потеплением воды, такие, как сигватера в тропических водах, могут расширить свои пределы до более высоких широт (низкая достоверность). Повышение ТПМ приведет также к более частым случаям цветения токсичных водорослей (средняя достоверность), которые сложным образом связаны с отравлением людей и опасны с точки зрения нанесения экологического и экономического ущерба. Изменения, связанные с количеством и качеством поверхностных вод, окажут воздействия на распространенность желудочно-кишечных заболеваний (средняя достоверность). [9.8]

Изменения в снабжении продовольствием в результате изменения климата могут иметь последствия для питания и здоровья бедных слоев населения в некоторых регионах мира. Исследования последствий изменения климата для производства продовольствия показывают, что в целом последствия могут быть положительными или отрицательными, однако риск снижения урожайности продовольственных культур являетсяя наибольшим в развивающихся странах, где согласно оценкам в настоящее время от недоедания страдает 790 млн человек. Население, проживающее в изолированных районах с плохим доступом к рынкам, окажется особенно уязвимым для уменьшения или нарушения поставок продуктов питания на местном уровне. Недостаточное питание является главной причиной задержки в физическом и умственном развитии детей, низкой производительной способности взрослых и подверженности инфекционным заболеваниям. Изменение климата приведет к увеличению количества недостаточно питающихся людей в развивающихся странах мира (средняя достоверность), особенно в тропиках. [9.9, 5.3]

В определенных условиях последствия изменения климата могут привести к социальным потрясениям, экономическому спаду и перемещению населения, что окажет воздействие на здоровье человека. Последствия для здоровья, вызванные перемещением населения в результате стихийных бедствий или деградации окружающей среды, являются существенными (высокая достоверность). [9.10]

Таблица TP-5. *Варианты адаптации, направленные на уменьшение последствий изменения климата для здоровья*

Последствия для здоровья	Законодательная адаптация	Техническая адаптация	Педагогическая или консультативная адаптация	Культурная и поведенческая адаптация
Тепловая нагрузка	– Строительные нормы	– Жилищное строительство, публичные здания, городское планирование, направленное на уменьшение последствий «островов» тепла, кондиционирование воздуха	– Системы заблаговременного предупреждения	– Одежда, сиеста
Экстремальные явления погоды	– Законы по планированию – Строительные нормы – Вынужденная миграция – Экономические стимулы строительства	– Городское планирование – Штормовые убежища	– Системы заблаговременного предупреждения	– Использование штормовых убежищ
Качество воздуха	– Контроль выбросов – Ограничения на передвижение транспорта	– Совершенствование общественного транспорта, каталитические нейтрализаторы, дымовые трубы	– Предупреждения о загрязнении	– Совместное использование автомобилей
Трансмиссивные заболевания		– Борьба с переносчиками инфекции – Вакцинация, использование над кроватью сеток со специальной пропиткой – Постоянно действующие программы надзора, профилактика и контроль	– Санитарное просвещение	– Практика хранения воды
Передаваемые через воду болезни	– Законы об охране водоразделов – Правовое регулирование качества воды	– Фильтрование патогенных микроорганизмов на генетическом/ молекулярном уровнях – Повышение качества обработки воды (например фильтры) – Улучшение санитарии (например общественные туалеты)	– Предупреждения о необходимости кипячения воды	– Мытье рук и другие гигиенические меры – Использование туалетных ям

Для каждого прогнозируемого неблагоприятного последствия для здоровья имеется ряд вариантов социальной, институциональной, технологической и поведенческой адаптации, предназначенных для уменьшения этого последствия (см. таблицу TP-5). В целом, неблагоприятные последствия для здоровья, вызванные изменением климата, будут наибольшими для уязвимых слоев населения с низким уровнем дохода главным образом в тропических/субтропических странах. Существует базовая и общая необходимость укрепления и поддержки государственной инфраструктуры здравоохранения (программы, услуги, системы надзора). Способность пострадавших сообществ адаптироваться к рискам для здоровья также зависит от обстоятельств социального, экологического, политического и экономического характера. [9.11]

5. Региональный анализ

Уязвимость населения и естественных систем для изменения климата является весьма различной в зависимости от регионов и групп населения в рамках регионов. Региональные различия в исходных климатических условиях и ожидаемом изменении климата вызывают различные подходы к климатическим воздействиям в зависимости от регионов. Естественные и социальные системы различных регионов имеют различные характеристики, ресурсы и учреждения и испытывают воздействия различных факторов, порождающих различия в степени чувствительности и способности к адаптации. Из этих различий вытекают различия ключевых проблем для каждого из основных регионов мира. В то же время даже в рамках регионов последствия, адаптационный потенциал и уязвимость будут различными. Поскольку в ходе проведенных исследований не применялся единый набор климатических сценариев и методов, а также ввиду неопределенности в отношении чувствительности и адаптационной способности естественных и социальных систем, оценка региональной уязвимости обязательно характеризуется качественными показателями.

5.1 Африка

Африка является весьма уязвимой для изменения климата. Последствия, которые вызывают особую озабоченность в

отношении Африки, связаны с водными ресурсами, производством продовольствия, здоровьем человека, опустыниванием и прибрежными зонами, особенно в связи с экстремальными событиями. Взаимодействие землепользования с изменением климата усугубит опустынивание. Отдельные основные последствия для Африки приводятся на рисунке TP-6.

5.1.1 Водные ресурсы

Водные ресурсы являются ключевой областью уязвимости в Африке, поскольку они влияют на водоснабжение для домашних целей, сельскохозяйственной и промышленной деятельности. В совместно используемых речных бассейнах протоколы о региональном сотрудничестве сводят к минимуму неблагоприятные последствия и потенциальные возможности для конфликтов. Тенденции в области регионального наличия водных ресурсов в Африке на душу населения за последние полвека свидетельствуют о том, что наличие воды сократилось на 75 %. Хотя за последние два десятилетия наблюдалось сокращение речных потоков, особенно в Западной Африке к югу от Сахары, данная тенденция отражает главным образом последствие роста народонаселения, которое в большинстве стран за тот же период увеличилось в четыре раза. Рост населения и деградация качества воды представляют собой существенную угрозу для безопасности водных ресурсов во многих частях Африки, а сочетание постоянного роста населения и последствий глобального потепления усугубит, вероятно, нехватку воды в субгумидных регионах Африки.

Африка — это контитент с самым низким коэффициентом преобразования осадков в сток, составляющем в среднем 15 %. Хотя экваториальный регион и прибрежные районы восточной и южной частей Африки являются влажными, остальная часть континента характеризуется сухим субгумидным-засушливым климатом. Доминирующим последствием глобального потепления явится уменьшение увлажненности почвы в субгумидных водах и уменьшение объема стока. Нынешние тенденции в основных речных бассейнах свидетельствуют о сокращении стока почти на 17 % за прошедшее десятилетие.

Большинство стран Африки инвестировали значительные финансовые средства в строительство сооружений для производства гидроэлектроэнергии в целях содействия экономическому развитию. Объем водохранилищ характеризуется повышенной чувствительностью к колебаниям стока и периодам засухи. Озерное накопление и основные дамбы достигли критических уровней, создав угрозу для промышленной деятельности. Результаты моделей и данные некоторых хранилищ и озер показывают, что глобальное потепление повысит частоту подобного низкого уровня запаса воды в результате создания условий для наводнений или засухи, которые связаны с явлением ЭНСО. [10.2.1]

5.1.2 Продовольственная безопасность

Существует широкий консенсус в отношении того, что изменение климата ухудшит продовольственную безопасность главным образом из-за повышения экстремальных величин и временных/пространственных сдвигов. Континент уже испытывал значительную нехватку производства продовольствия во многих районах и потенциальное уменьшение влажности почвы усилит это бремя. Странам, в которых отсутствует продовольственная безопасность, угрожает больший риск неблагоприятных последствий в результате изменения климата. Континентальные и морские рыбные промыслы обеспечивают значительный вклад в обеспечение протеина во многих африканских странах. В результате нагрузки на водные ресурсы и деградации почвы рыбные промыслы на континенте станут более чувствительными к эпизодическим засухам и уничтожению среды обитания. Потепление океана окажет, вероятно, воздействие на прибрежные морские рыбные промыслы. [10.2.2]

5.1.3 Рациональное использование естественных ресурсов и биоразнообразие

Безвозвратные потери биоразнообразия могут быть ускорены в результате изменения климата. Ожидается, что изменение климата приведет к резким сдвигам биомов с богатым биоразнообразием, таких, как Succulent Karoo в Южной АФрике, а также многочисленным утратам видов в других биомах. Изменения частоты, интенсивности и масштабов возгорания растительности и изменение среды обитания в результате иных методов землепользования могут отрицательно сказаться на естественных адаптационных процессах и привести к вымиранию. Изменение в рамках экосистем окажет воздействие на водоснабжение, производство древесного топлива и прочие услуги. [10.2.3.2]

5.1.4 Здоровье человека

Изменения температуры и осадков будут иметь многочисленные негативные последствия для здоровья человека. Повышение температуры вызовет расширение среды обитания переносчиков болезней. Там, где санитарная инфраструктура является недостаточной, засухи и наводнения вызовут повышенную частоту заболеваемости болезнями, передаваемыми через воду. Увеличение объема осадков может привести к более частым вспышкам лихорадки долины Рифт. Низкий уровень санитарии в городских населенных пунктах и повышение температуры прибрежных вод могут усугубить эпидемии холеры. [10.2.4.1.1, 10.2.4.4]

5.1.5 Поселения и инфраструктура

Хотя базовая инфраструктура для развития, а именно: транспорт, жилой фонд и услуги, — является неадекватной, тем не менее она представляет собой объект существенных инвестиций со стороны правительств. Повышение частоты разрушительных наводнений, волн тепла, пыльных бурь, ураганов и других экстремальных явлений может разрушать целостность подобных критических инфраструктур такими темпами, с которыми экономика не сможет, вероятно, справиться, что приведет к серьезному ухудшению работы систем по обеспечению социального, медицинского и экономического обслуживания. Подобная ситуация окажет серьезное негативное воздействие на общее благосостояние людей. [10.2.5.3]

Существенные последствия для африканских сообществ и экономики будут иметь: подъем уровня моря, прибрежная эрозия, вторжение соленой воды и наводнения. Большинство крупнейших

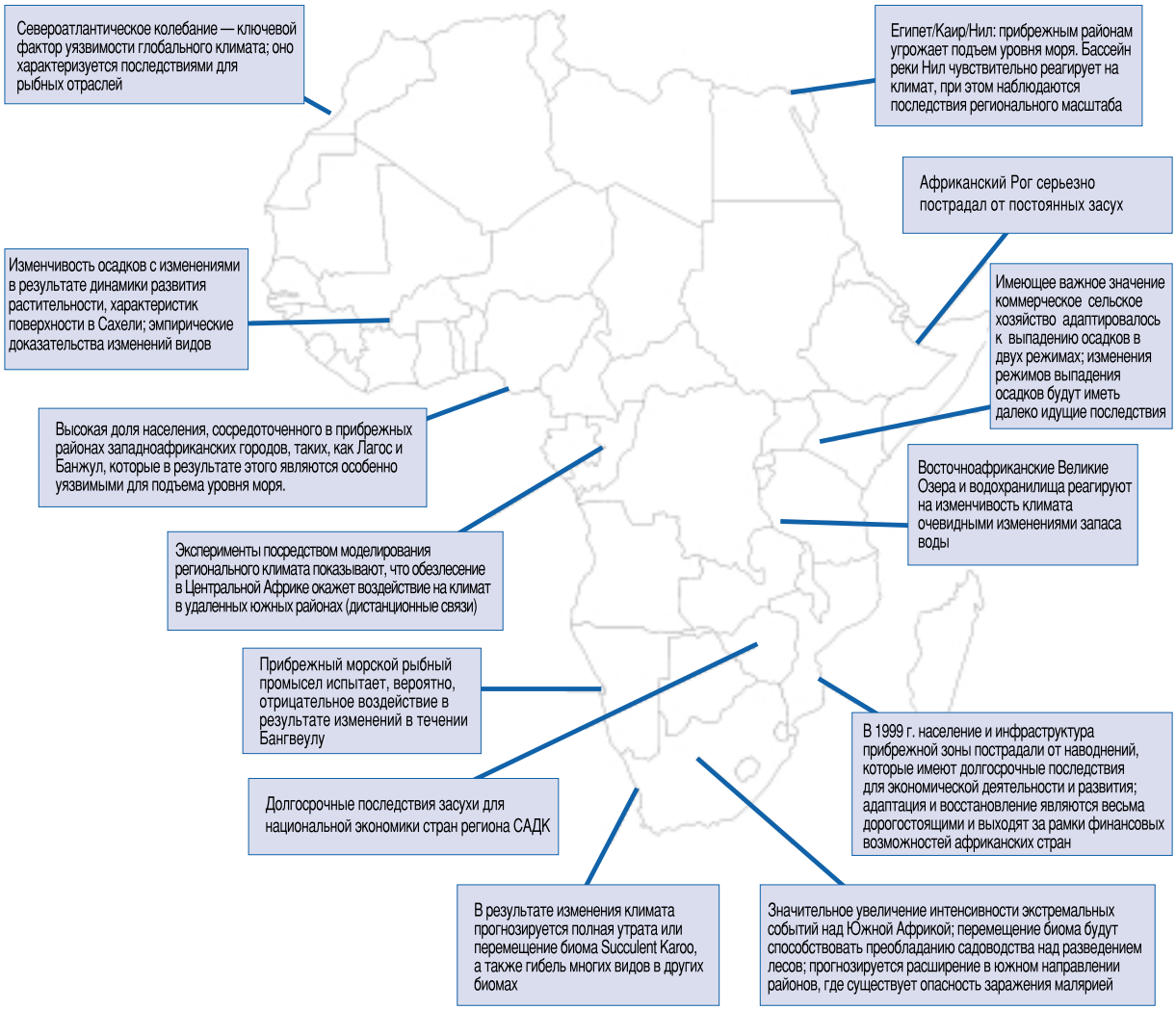


Рисунок TP-6. Отдельные основные последствия для Африки

городов Африки находится вдоль береговой линии, и они являются весьма уязвимыми для экстремальных явлений, подъема уровня моря и прибрежной эрозии из-за неадекватного физического планирования и все более ускоряющегося роста городов. Быстрое незапланированное расширение усилит, вероятно, предрасположенность населения крупных населенных пунктов к инфекционным заболеваниям в результате воздействия таких связанных с климатом факторов, как наводнения. [10.2.5.2]

5.1.6 Опустынивание

Усилению опустынивания будут способствовать изменение: пространственной и временной границ температуры, осадки, солнечная радиация и ветры, вызываемые изменением климата. Опустынивание является серьезной угрозой для устойчивого управления ресурсами в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных регионах Африки, поскольку она подрывает продовольственную безопасность и безопасность водных ресурсов. [10.2.6]

5.1.7 Адаптационный потенциал

Учитывая разнообразие сдерживающих факторов, с которыми сталкиваются многие страны, общий потенциал Африки в области адаптации к изменению климата является в настоящее время весьма низким. Национальные планы действий, предусматривающие долгосрочные изменения и осуществление стратегий, «без сожалений» могут повысить адаптационный потенциал региона. Сезонное прогнозирование, например привязка ТПМ к вспышкам основных заболеваний, является перспективной стратегией адаптации, которая поможет спасению жизней. Существующие технологии и подходы, особенно в сельском хозяйстве и водоснабжении, вряд ли являются достаточными для удовлетворения прогнозируемых запросов, а возросшая изменчивость климата повысит дополнительную нагрузку. Африканские страны вряд ли будут обладать достаточными ресурсами лишь благодаря своим собственным усилиям, для того чтобы обеспечить эффективное реагирование.

Изменение климата дает также определенные возможности. Процессы адаптирования к изменению глобального климата, включая передачу технологии и поглощение углерода, предлагают новые пути развития, благодаря которым можно воспользоваться ресурсами и людским потенциалом Африки. Региональное сотрудничество в области науки, управления ресурсами и

развития уже расширяется, а доступ к международным рынкам диверсифицирует экономику стран и усилит продовольственную безопасность.

Эта оценка уязвимости для изменения климата характеризуется наличием неопределенности. Разнообразие африканского климата, высокая изменчивость осадков и весьма разбросанная сеть наблюдательных пунктов затрудняют подготовку предсказаний изменения будущего климата на субрегиональном и локальном уровнях. Хорошо известна исходная подверженность и уязвимость для климатических изменений. Чувствительность к климатическим колебаниям установлена, но является неполной. В то же время неопределенность в отношении будущих условий означает, что существует низкая достоверность прогнозируемых расходов в связи с изменением климата. Эта оценка может создать рамочную основу для того, чтобы отдельные государства начали разработку методологий для оценки подобных расходов на основе своей специфической ситуации.

5.2 Азия

Измененние климата создаст значительный стресс для ресурсов по всему азиатскому региону. На долю Азии приходится более 60 % мирового населения; природные ресурсы уже подвергаются стрессу, и сопротивляемость большинства секторов Азии изменению климата находится на низком уровне. Многие страны зависят в социально-экономическом отношении от таких природных ресурсов, как вода, леса, лугопастбищные угодья и рыбные промыслы. Масштабы изменений в климатических переменных будут в значительной мере отличаться в зависимости от азиатских субрегионов и стран. В таблице TP-6 представлены чувствительность к изменению климата нескольких уязвимых секторов в Азии и последствия этих ограничений. Уязвимость региона для изменения климата показана в таблице TP-7 по отдельным категориям регионов/вопросов.

5.2.1 Сельское хозяйство и продовольственная безопасность

Продовольственная безопасность является, по-видимому, самой главной проблемой для Азии. Производство сельскохозяйственных культур и аквакультура окажутся в опасности в результате теплового и водного стрессов, подъема уровня моря, усиления наводнений и сильных ветров, связанных с сильными тропическими циклонами (высокая вероятность). В целом ожидается, что в районах средних и высоких широт будет наблюдаться увеличение урожайности культур. Урожайность в более низких широтах, как правило, будет уменьшаться. Большая продолжительность летнего сезона должна привести к сдвигу в северном направлении границы агроэкосистемы в северной части Азии и способствовать общему повышению сельскохозяйственной продуктивности (средняя достоверность). Изменчивость и изменение климата повлияют также на сезон сбора урожая, а также на продолжительность

Таблица TP-6. *Чувствительность отдельных азиатских регионов к изменению климата*

Изменение климатических элементов и подъем уровня моря	Уязвимый регион	Первостепенное изменение	Последствия	
			Первичные	Вторичные
0,5–2°C (подъем уровня моря на 10—45 см)	Бангладеш Сундарбан	– Затопление почти 15 % (~750 км²) – Повышение солености	– Гибель видов растений – Гибель видов фауны	– Экономические потери – Все большее отсутствие безопасности и снижение занятости
4 °C (+10 % осадков)	Районы вечной мерзлоты в Сибири	– Уменьшение постоянной вечной мерзлоты – Сдвиг северной границы сибирской вечной мерзлоты на ~ 100—200 км в северном направлении	– Изменение прочности горной породы – Изменение несущей способности – Изменение сжимаемости замерзшей горной породы – Тепловая эрозия	– Последствия для отраслей строительной промышленности – Последствия для горнодобывающей промышленности – Последствия для развития сельского хозяйстваа
> 3 °C (>+20 % осадков)	Водные ресурсы в Казахстане	– Изменение стока	– Усиление зимних наводнений – Уменьшение летних потоков	– Риск для жизни и имущества – Стресс для водных ресурсов в летний период
~2 °C (-5—10% осадков; подъем уровня моря на 45 см)	Низменности в Бангладеш	– Увеличение масштабов наводнений почти на 23—29 %	– Изменение категории глубины наводнений – Изменение муссонной модели выращивания риса	– Риск для жизни и имущества – Обострение проблем для здоровья – Снижение урожайности риса

вегетационного периода культур. В Китае вследствие изменения климата ожидается уменьшение урожайности нескольких основных сельскохозяйственных культур. Острая нехватка воды в сочетании с тепловым стрессом должны отрицательно повлиять на продуктивность пшеницы и, в еще большей степени, риса в Индии, даже при положительных последствиях повышения концентрации CO_2 в будущем. Болезни культур, такие, как парша пшеницы, пирикулярис риса, а также ризоктониоз стеблей и влагалищ риса также могут получить широкое распространение в умеренных и тропических регионах Азии, если климат станет более теплым и влажным. Меры адаптации, направленные на улучшение негативных последствий изменчивости климата, могут включать изменение сроков сбора урожая, с тем чтобы воспользоваться влажным периодом и избежать экстремальных явлений погоды (например тайфунов и сильных ветров) в течение вегетационного периода. [11.2.2.1]

Азия доминирует в области мировой аквакультуры, производя 8 % всех выращиваемых на фермах рыб, креветок, моллюсков и ракообразных. Значительная часть запасов живых ресурсов испытывает нагрузку в результате чрезмерной эксплуатации, траления среды обитания на дне моря, развития прибрежных районов и загрязнения продуктами деятельности на земле. Кроме того, значительное воздействие на производительность морских ресурсов оказывает, например, перемещение планктона, сезонное перемещение сардин в Японском море вследствие изменения температуры, которая происходит во время ЭНСО. Штормовые нагоны и циклонические условия обычно возникают вдоль береговой линии, повышая массу наносов в прибрежных водах. Необходимы эффективное сохранение и устойчивое управление морскими и континентальными рыбными промыслами на региональном уровне, с тем чтобы живые акватические ресурсы могли по-прежнему удовлетворять региональные и национальные потребности в продуктах питания. [11.2.4]

5.2.2 Экосистемы и биоразнообразие

Изменение климата усилит существующую угрозу биоразнообразию, которая является следствием изменений в землепользовании/земном покрове, и фактор давления численности населения в Азии (средняя достоверность). Риски, которым в Азии подвергается богатое разнообразие живых видов, возрастают. В Индии в опасности находится 1 250 из 15 000 высших видов растений. Аналогичные тенденции очевидны в Китае, Малайзии, Мьянме и Таиланде. Многие виды и крупные популяции многих других видов в Азии будут, вероятно, уничтожены в результате совместных воздействий климата и фрагментации окружающей среды. В пустынных экосистемах

Таблица TP-7. *Уязвимость ключевых секторов для последствий изменения климата в отдельных субрегионах Азии. Ключ к определению степеней достоверности приводится в разделе 1.4 Технического резюме*

Регионы	Продовольствие и клетчатка	Биоразнообразие	Водные ресурсы	Прибрежные экосистемы	Здоровье человека	Поселения
Арктическая Азия	Слабая жизнеспособность ****	Высокая уязвимость ***	Слабая жизнеспособность ***	Слабая жизнеспособность **	Умеренная уязвимость **	Слабая уязвимость или неуязвимость ***
Засушливые и полузасушливые регионы Азии – Центральная Азия	Высокая узявимость ****	Умеренная уязвимость **	Высокая уязвимость ****	Умеренная уязвимость **	Умеренная уязвимость ***	Умеренная уязвимость ***
– Тибетское плато	Слабая уязвимость или неуязвимость **	Высокая уязвимость ***	Умеренная уязвимость **	Критерий неприменим	Данные отсутствуют	Данные отсутствуют
Умеренная зона Азии	Высокая уязвимость ****	Умеренная уязвимость ***	Высокая уязвимость ****	Высокая уязвимость ****	Высокая уязвимость ***	Высокая уязвимость ****
Тропическая Азия – Южная Азия	Высокая уязвимость ****	Высокая уязвимость ***	Высокая уязвимость ****	Высокая уязвимость ****	Умеренная уязвимость ***	Высокая уязвимость ***
– Юго-Восточная Азия	Высокая уязвимость ****	Высокая уязвимость ***	Высокая уязвимость ****	Высокая уязвимость ****	Умеренная уязвимость ***	Высокая уязвимость ***

увеличение частоты засух может привести к уменьшению местных кормовых растений вокруг оазисов, что вызовет массовую гибель местной фауны и поставит под угрозу ее существование. В случае подъема уровня моря на 1 м полностью исчезнет район Сундарбан (крупнейшие мангровые экосистемы) в Бангладеш. [11.2.1, 11.2.1.6]

Деградация вечной мерзлоты в результате глобального потепления приведет к повышению уязвимости многих зависящих от климата секторов, из-за чего пострадает экономика северной части Азии (средняя достоверность). Явное потепление в высоких широтах северного полушария может привести к уменьшению мощности (тощины) или исчезновению вечной мерзлоты в тех местах, где она существует в настоящее время. Существует вероятность крупномасштабного сокращения района вечной мерзлоты в северной части Азии. Перемещение в полярном направлении южной границы спорадической зоны также вероятно в Монголии и в северной части Китая. Границы между районами постоянной и временной (перемежающейся или сезонной) вечной мерзлоты на Тибетском плато сдвинется, вероятно, в направлении центра плато вдоль восточной и западной границ. [11.2.1.5]

Ожидается увеличение частоты лесных пожаров в северных районах Азии (средняя достоверность). Более теплые приземные температуры воздуха, особенно в течение лета, могут создать благоприятные условия для гроз и связанных с ними молний, что может повлечь за собой более частые лесные пожары в северных лесах. В результате глобального потепления ожидается более частое возникновение лесных пожаров в северных частях арктической зоны Азии. [11.2.1.3]

5.2.3 Водные ресурсы

Ожидается высокая уязвимость наличия пресной воды для прогнозируемого изменения климата (высокая достоверность). Увеличение поверхностного стока в течение зимнего и летнего периодов будет явно выраженным в арктической части Азии (средняя достоверность). Ожидается, что страны, в которых водопользование превышает 20 % общих потенциальных имеющихся водных ресурсов, испытают значительную нехватку воды в течение периодов засухи. Согласно сценариям прогнозируемого изменения климата ожидается резкое уменьшение поверхностного стока в засушливых и полузасушливых районах Азии. Изменение климата изменит, вероятно, объем стока, а также временное распределение стоков в течение года. При повышении температуры воздуха на 2 °C, сопровождаемом уменьшением на 5—10 % объема осадков в летний период, поверхностный сток в Казахстане существенно снизится, что вызовет серьезные последствия для сельского хозяйства и поголовья скота. Вода станет редким товаром во многих странах Южной и Юго-Восточной Азии, особенно там, где имеются минимальные емкости водохранилищ, предназначенных для ирригации. Рост населения и его концентрация в городских районах окажут все большее давление на наличие воды и ее качество. [11.2.3.1]

5.2.4 Экстремальные явления погоды

Развивающиеся страны умеренной и тропической зоны Азии уже являются весьма уязвимыми для таких экстремальных климатических явлений, как тайфуны/циклоны, засухи и наводнения. Изменение и изменчивость климата усугубят эту уязвимость (высокая достоверность). Экстремальные явления погоды известны в качестве причин, вызывающих неблагоприятные последствия для широко разбросанных районов Азии. Имеется определенное свидетельство повышения интенсивности или частоты некоторых из этих экстремальных событий в региональном масштабе в течение XX века. [11.1.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

Возросшая интенсивность осадков, особенно в период летних муссонов, может увеличить территорию подверженных засухе районов в умеренной и тропической зоне Азии. Существует потенциал для более сухих условий в засушливых и полузасушливых районах Азии в течение лета, что может привести к более суровым засухам (средняя достоверность). Во многих странах в умеренной и тропической зоне Азии в XX веке наблюдались экстремальные засухи и наводнения. В будущем во многих районах умеренной и тропической зоны Азии более частыми станут ливневые паводки. Прогнозируется сокращение возвратного периода экстремальных дождевых явлений и возможность более частых наводнений в некоторых частях Индии, Непала и Бангладеш. [11.1.3.3, 11.2.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

Переустройство лесных угодий в пахотные земли и пастбища уже является первоочередной причиной уничтожения лесов в странах Азии с тропическим и умеренным климатом. В случае более частых наводнений и засух подобные действия будут иметь далеко идущие последствия для состояния окружающей среды (например, эрозия почвы, утрата плодородности почвы, утрата генетической изменчивости сельскохозяйственных культур и истощение водных ресурсов). [11.1.4.1]

Тропические циклоны и штормовые нагоны по-прежнему являются причиной гибели значительного количества людей и имущества в Индии и Бангладеш. Повышение интенсивности циклонов в сочетании с подъемом уровня моря приведет к большему числу смертных случаев и гибели имущества в низинных прибрежных районах в подверженных циклонам странах Азии (средняя достоверность). Ожидаемое повышение частоты и интенсивности климатических экстремальных величин будет иметь значительные потенциальные последствия для выращивания сельскохозяйственных культур и сельскохозяйственного производства, а также серьезные экономические и экологические последствия (например для туризма и транспорта). [11.2.4.5, 11.2.6.3, 11.3]

Осуществление широкого перечня профилактических мер на региональном и национальном уровнях, включая ознакомление и восприятие факторов риска среди региональных общин, является гарантией предупреждения или смягчения последствий стихийных бедствий, связанных с более экстремальными явлениями погоды для экономических и социальных структур стран в умеренной и тропической зоне Азии. [11.3.2]

5.2.5 Дельты и прибрежные зоны

В результате подъема уровня моря будут затоплены обширные дельты и низинные прибрежные районы Азии (высокая достоверность). Связанные с климатом нагрузки в прибрежных

районах включают утрату и засоление сельскохозяйственных земель в результате изменения уровня моря и меняющейся частоты и интенсивности тропических циклонов. Оценочные данные о потенциальной потере земель в результате подъема уровня моря и риска перемещения населения, представленные в таблице TP-8, показывают масштаб данной проблемы для основных низинных регионов прибрежной части Азии. В настоящее время прибрежная эрозия илистых береговых линий в Азии не является результатом подъема уровня моря. Она вызвана главным образом ежегодными речными взвешенными наносами, которые переносятся в океан в результате деятельности человека и эволюции дельты. Подобные действия могут усугубить последствия изменения климата в прибрежных районах Азии. [11.2.4.2]

5.2.6 Здоровье человека

Более теплые и влажные условия вызовут повышение потенциала для более широкого распространения связанных с жарой и инфекционных заболеваний в тропической и умеренной зоне Азии (средняя достоверность). Повышение приземной температуры воздуха и изменения осадков в Азии будут иметь неблагоприятные последствия для здоровья человека. В то время как потепление приведет к уменьшению количества смертных случаев в зимний период, в странах с умеренным климатом может произойти повышение частоты и продолжительности тепловой нагрузки, особенно в крупнейших городах в течение летнего периода. Глобальное потепление увеличит также количество респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний в некоторых частях засушливой и полузасушливой зоны Азии и в ее умеренных и тропических районах. Изменения температуры окружающей среды и объема осадков могут привести к более широкому распространению трансмиссивных заболеваний в умеренной и засушливой зоне Азии. Распространение трансмиссивных заболеваний в более северных широтах может создать серьезную угрозу для здоровья человека. Повышение ТПМ вдоль азиатских береговых линий будет содействовать более активному цветению воды, вызванному массовым развитием фитопланктона. Места этого цветения являются средой обитания для инфекционных бактериальных болезней. Передаваемые через воду болезни, в том числе холера и ряд желудочно-кишечных заболеваний, вызванных такими организмами, как: лямблия сальмонелла и криптоспородиум — могут стать более распространенными во многих странах южной части Азии в условиях более теплого климата. [11.2.5.1, 11.2.5.2, 11.2.5.4]

5.2.7 Адаптационный потенциал

Адаптация к изменению климата в азиатских странах зависит от доступности адаптационных мер, доступа к технологии и таких биофизических ограничений, как наличие земли и водных ресурсов, характеристики почвы, генетическое разнообразие для разведения культур (например, имеющее жизненно важное значение выведение теплоустойчивых сортов риса) и топография. Большинство развивающихся стран в Азии сталкиваются с проблемами роста населения, расширения урбанизации, нехватки адекватных водных ресурсов и загрязнения окружающей среды, которые сдерживают социально-экономическую деятельность. Этим странам придется отдельно или совместно оценивать выбор между мерами в связи с изменением климата и ближайшими потребностями (такими, как: проблема голода, загрязнение воздуха и воды, спрос на энергию). Необходимо будет разработать стратегии реагирования в трех жизненно важных секторах: земельные ресурсы, водные ресурсы и производство продовольствия. Адаптационные меры, предназначенные для предотвращения потенциальных последствий изменения климата, могут способствовать нейтрализации многих негативных последствий. [11.3.1]

5.3 Австралия и Новая Зеландия

Регион Австралии/Новой Зеландии охватывает территорию от тропиков до средних широт и характеризуется разнообразием климата и экосистем, включающим пустыни, тропические леса, коралловые рифы и альпийские районы. Значительное воздействие на климат оказывают океаны вокруг него. Австралия характеризуется значительной уязвимостью для тенденции осушения, которая прогнозируется для большей части страны в течение последующих 50—100 лет (рисунок TP-3), поскольку значительные сельскохозяйственные площади испытывают в настоящее время неблагоприятное воздействие в результате периодических засух, и уже существуют обширные районы засушливых и полузасушливых земель. Новая Зеландия — меньшая по размеру страна с более горным ландшафтом —

Таблица TP-8. *Потенциальная потеря земли и населения, которые подвергаются опасности в азиатских странах в случае подъема уровня моря на определенную величину, при этом предполагается отсутствие какой-либо адаптации*

Страна	Подъем уровня моря (см)	Потенциальная потеря земли (км²)	(%)	Подвергаемое опасности население (в млн чел.)	(%)
Бангладеш	45	15 668	10,9	5,5	5,0
	100	29 846	20,7	14,8	13,5
Индия	100	5 763	0,4	7,1	0,8
Индонезия	60	34 000	1,9	2,0	1,1
Япония	50	1 412	0,4	2,9	2,3
Малайзия	100	7 000	2,1	>0,05	>0,3
Пакистан	20	1 700	0,2	n.α	n.α
Вьетнам	100	40 000	12,1	17,1	23,1

характеризуется более умеренным морским климатом и является, вероятно, более устойчивой к изменениям климата по сравнению с Австралией, хотя сохраняется значительная уязвимость (средняя достоверность). В таблице ТР-9 показаны ключевые факторы уязвимости и адаптируемости к последствиям изменения климата для Австралии и Новой Зеландии. [12.9.5]

Пока отсутствуют всеобъемлющие секторальные оценки чистой стоимости последствий изменения климата для различных сценариев выбросов ПГ и различных сценариев на уровне общества. По-прежнему весьма низкой остается достоверность оценки для Австралии и Новой Зеландии, содержащейся в *Специальном докладе МГЭИК: Последствия изменения климата для регионов,* согласно которой эквивалентом удвоения концентраций CO_2 является -1,2 — -3,8 % ВВП. [12.9]

Экстремальные события являются главным источником существующих климатических последствий, и ожидается, что изменения в экстремальных событиях будут иметь решающее значение для последствий изменения климата. Возвратные периоды сильных дождей, наводнений и нагонов в результате подъема уровня моря определенной величины в конкретных местах изменятся в результате возможного увеличения интенсивности тропических циклонов и сильных дождей, а также изменений частоты тропических циклонов в конкретных местах. Сценарии изменения климата, основанные на последних совмещенных моделях атмосфера-океан (А-О), показывают, что в обширных районах материковой части Австралии будет наблюдаться существенное снижение осадков в течение XXI века. Явление ЭНСО является причиной наводнений и затяжных засух, особенно в материковой части Австралии и некоторых частях Новой Зеландии. Данный регион будет чувствительно реагировать на изменения в связи с переходом к усредненному состоянию, в большей мере напоминающему явление Эль-Ниньо. [12.1.5]

В период до стабилизации концентраций ПГ ожидается повышение температурного градиента в направлении север-юг в средних южных широтах (средняя-высокая достоверность), в связи с чем произойдет усиление западных ветров и связанного с ними градиента осадков по линии запад-восток через Тасманию и Новую Зеландию. После стабилизации концентраций ПГ эти тенденции изменятся в обратную сторону (средняя достоверность). [12.1.5.1]

Изменение климата повысит существующую нагрузку, связанную с достижением устойчивого землепользования и сохранением наземного и акватического биоразнообразия. К числу этих нагрузок относятся вторжения экзотических видов животных и растений, деградация и фрагментация естественных экосистем в результате сельскохозяйственного и городского развития, засоление засушливых районов (Австралия), уничтожение лесного покрова (Австралия и Новая Зеландия) и конкуренция в области использования скудных водных ресурсов. В рамках обеих стран группы населения, находящиеся в неблагоприятном экономическом и социальном положении, особенно коренные народы, являются особенно уязвимыми для нагрузок на здоровье и условия жизни, которые возникают в результате изменения климата. Основные негативные проблемы включают быстрый рост населения и инфраструктуры в уязвимых прибрежных районах, нерациональное использование водных ресурсов и сложные институциональные механизмы. [12.3.2, 12.3.3, 12.4.1, 12.4.2, 12.6.4, 12.8.5]

5.3.1 Водные ресурсы

Водные ресурсы уже характеризуются нехваткой в некоторых районах и в этой связи являются весьма уязвимыми, особенно в отношении засоления (некоторые части Австралии) и конкуренции в области водоснабжения между: сельским хозяйством, производством электроэнергии, городскими районами и экологическими потоками (высокая достоверность). Повышенная испаряемость и возможное уменьшение осадков во многих районах окажут неблагоприятное воздействие на водоснабжение, сельское хозяйство, а также выживание и воспроизводство ключевых видов в некоторых частях Австралии и Новой Зеландии (средняя достоверность). [12.3.1, 12.3.2,12.4.6, 12.5.2, 12.5.3, 12.5.6]

5.3.2 Экосистемы

Потепление на 1 °C создат угрозу для выживания видов, выращивание которых в настоящее время происходит рядом с верхним пределом их температурного диапазона, особенно в маргинальных альпийских районах и в юго-западной части Западной Австралии. Те виды, которые не смогут мигрировать или изменить место обитания в связи с расчисткой земли под пашню, иной структурой почвы или топографией, могут оказаться в опасности или погибнут. К числу других австралийских экосистем, которые являются особо уязвимыми, относятся коралловые рифы и засушливая и полузасушливая среда обитания. Сильно увлажненные пресной водой земли в прибрежных зонах в Австралии и Новой Зеландии являются уязвимыми, а некоторые экосистемы Новой Зеландии являются уязвимыми для ускоренного распространения водорослей. [12.4.2, 12.4.3, 12.4.4, 12.4.5, 12.4.7]

5.3.3 Производство продовольствия

Сельскохозяйственная деятельность является особенно уязвимой для уменьшения осадков в региональном масштабе в юго-западной и материковой части Австралии (средняя достоверность). Частота засух и последующих нагрузок на сельское хозяйство, вероятно, увеличится в некоторых частях Австралии и Новой Зеландии в результате повышения температур и изменений, вызванных явлением Эль-Ниньо (средняя достоверность). Ускоренный рост растений и повышение эффективности водопользования в результате роста концентраций CO_2 могут дать выгоды на первоначальном этапе, которые нейтрализуют любые негативные последствия изменения климата (средняя достоверность), хотя ожидается наступление негативного баланса в случае потепления более чем на 2—4 °C и связанных с этим изменений в выпадении осадков (средняя достоверность). Вышеизложенное показано на рисунке ТР-7 применительно к производству пшеницы в Австралии в соответствии с рядом сценариев изменения климата. Зависимость от экспорта сельскохозяйственной и лесной продукции делает этот регион

Таблица TP-9. *Основные районы уязвимости и адаптируемости к последствиям изменения климата в Австралии и Новой Зеландии. Степень достоверности того, что указанные в таблице последствия будут иметь место, указана при помощи звездочек во второй колонке (см. раздел 1.3 Технического резюме для информации об определении степеней достоверности). Степени достоверности, оценки уязвимости и адаптируемости основаны на информации, рассмотренной в главе 12, и предполагают продолжение использования существующих моделей роста населения и инвестиций*

Сектор	Последствие	Уязвимость	Адаптация	Адаптируемость	Раздел
Гидрология и водоснабжение	– Ограничения в снабжении для целей ирригации и нужд крупных городов и повышенное засоление–****	Высокая в некоторых районах	– Планирование, распределение воды и ценовая политика	Средняя	12.3.1, 12.3.2
	– Вторжение соленой воды в некоторые водоносные горизонты островов и прибрежной зоны–****	Высокая в ограниченных найонах	– Альтернативные источники водоснабжения,отступание	Низкая	12.3.3
Наземные экосистемы	– Повышенное засоление ферм в засушливых районах и некоторых водотоков (Австралия)–***	Высокая	– Изменения в практике землепользования	Низкая	12.3.3
	– Значительная утрата биоразнообразия во фрагментированных районах, австралийских альпийских районах и к юго-западу от ЗА–****	Средняя-высокая в некоторых районах	– Рациональное использование ландшафта; небольшие возможности в альпийских районах	Средняя-низкая	12.4.2, 12.4.4, 12.4.8
	– Повышенный риск пожаров–****	Средняя	– Землеустройство, защита от пожаров	Средняя	12.1.5.3, 12.5.4, 12.5.10
	– Вторжение водорослей	Средняя	– Рациональное использование ландшафта	Средняя	12.4.3
Акватические экосистемы	– Засоление некоторых прибрежных сильно увлажненных пресной водой земель–***	Высокая	– Физическое вторжение	Низкая	12.4.7
	– Изменения в речных и материковых сильно увлажненных экосистемах–***	Средняя	– Изменение системы распределения воды	Низкая	12.4.5, 12.4.6
	– Эвтрофикация–***	Средняя в материковых водах Австралии	– Изменение системы распределения воды, уменьшение питательных притоков	Средняя-низкая	12.3.4
Прибрежные экосистемы	– Обесцвечивание кораллов, особенно Большого барьерного рифа–***	Высокая	– Размножение кораллов	Низкая	12.4.7
	– Более токсичное цветение водорослей?–*	Неизвестно	—	—	12.4.7
Сельское хозяйство, пастбищное и лесное хозяйство	– Снижение производительности, снижение нагрузки на сельскохозяйственные общины в случае усиления засух, повышенный риск лесных пожаров–***	В зависимости от местонахождения; ухудшение со временем	– Изменения в управлении и политике, профилактика пожаров, сезонные прогнозы	Средняя	12.5.2, 12.5.3, 12.5.4
	– Изменения на глобальных рынках из-за изменений климата в других местах–***, однако знак не определен	Высокая, но знак не определен	– Маркетинг, планирование, целевые и топливные культуры, торговля выбросами углерода	Средняя	12.5.9
	– Более широкое распространение вредных насекомых и заболеваний–****	Средняя	– Вытеснение, опрыскивание	Средняя	12.5.7
	– Первоначальное увеличение производительности в связи с повышением концентрации CO_2 с последующей нейтрализацией ввиду изменений климата–**	Изменение со временем	– Изменения практики ведения сельского хозяйства, изменение отрасли		12.5.3, 12.5.4

Таблица TP-9. *(продолж.)*

Сектор	Последствие	Уязвимость	Адаптация	Адаптируемость	Раздел
Садоводство	– Смешанные последствия (+ и –), в зависимости от видов и места–****	Общая низкая	– Перемещение	Высокая	12.5.3
Рыболовство	– Изменение системы пополнения рыбных запасов (некоторые виды)–**	Чистый эффект неизвестен	–Мониторинг, рациональное использование	—	12.5.5
Поселения и промышленность	– Большие последствия наводнений, штормов, штормовых нагонов, подъема уровня моря–***	Высокая в некоторых местах	– Зонирование, планирование стихийных бедствий	Умеренная	12.6.1, 12.6.4
Здоровье человека	– Расширение территории и распространение трансмиссивных заболеваний–****	Высокая	– Карантин, искоренение или контроль	Умеренная-высокая	12.7.1, 12.7.4
	– Большее фотохимическое загрязнение воздуха–****	Умеренная (в некоторых городах)	– Контроль выбросов	Высокая	12.7.1

весьма чувствительным к изменениям стоимости производства и сырьевых товаров, которые зависят от изменения климата в других местах. [12.5.2, 12.5.3, 12.5.6, 12.5.9, 12.8.7]

Рыболовные промыслы в Австралии и Новой Зеландии зависят от масштабов и места подъема питательных глубинных вод, процесс которого регулируется доминирующими ветрами и пограничными течениями. Кроме того, ЭНСО влияет на пополнение запасов некоторых видов рыб и масштабы распространения цветения токсичных водорослей. [12.5.5]

5.3.4 Поселения, промышленность и здоровье человека

Очевидные тенденции роста численности населения и инвестиций в подверженные опасности регионы повышают уязвимость для тропических циклонов и штормовых нагонов. Таким образом, прогнозируемое увеличение интенсивности тропических циклонов и возможные изменения их частоты в конкретных местах, наряду с подъемом уровня моря, будут иметь значительные последствия, особенно в виде повышения высоты штормовых нагонов в данный возвратный период (средняя-высокая достоверность). Повышенная частота весьма интенсивных осадков приведет к нанесению наводнениями большего ущерба поселениям и инфраструктуре (средняя достоверность). [12.1.5.1, 12.1.5.3, 12.6.1, 12.6.4]

Существует высокая достоверность того, что прогнозируемое изменение климата будет способствовать распространению некоторых переносчиков заболеваний, увеличивая таким образом потенциал для вспышек болезней, таких, как передаваемый комарами вирус реки Росс и энцефалит долины Мюррей, несмотря на меры в области биологической безопасности и медицинское обслуживание. [12.7.1]

5.3.5 Ключевые варианты адаптации

Ключевые варианты адаптации включают более эффективное водопользование и эффективные механизмы торговли водой, более рациональную политику в области землепользования; предоставление климатической информации и сезонных прогнозов землепользователям, с тем чтобы помочь им справиться с изменчивостью и изменением климата; более совершенные виды сельскохозяйственных культур, пересмотренные инженерные стандарты и районирование в целях развития инфраструктуры; и повышение биологической безопасности и качества медицинского обслуживания. В то же время многие естественные экосистемы в Австралии и Новой Зеландии обладают лишь ограниченным потенциалом для адаптации, и многие управляемые системы столкнутся с ограничениями в отношении адаптации, связанными с такими факторами, как стоимость, доступность и прочими факторами.[12.3.2, 12.3.3, 12.5.6, 12.7.4, 12.8.4, 12.8.5]

5.4 Европа

Современные метеорологические условия влияют на естественные, социальные и экономические системы таким образом, что очевидной становится чувствительность и уязвимость этих систем для изменения климата. Изменение климата может усугубить эти воздействия (весьма высокая достоверность). Уязвимость для изменения климата в Европе в значительной степени меняется в зависимости от субрегиона. Южная часть Европы и европейская Арктика являются более уязвимыми по сравнению с другими частями Европы. Более маргинальные и менее богатые районы будут в меньшей степени способны к адаптации, что приведет к последствиям, связанным с проблемами справедливости (весьма высокая достоверность). Выводы, сделанные в ТДО относительно ключевых видов

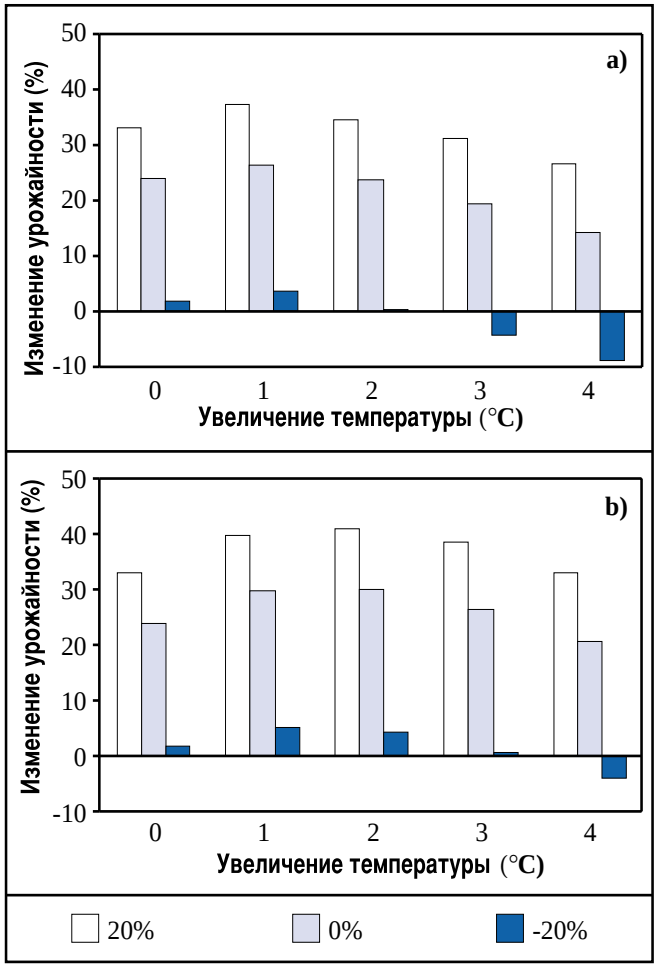


Рисунок TP-7. Процентное изменение среднегодовой общей урожайности австралийской пшеницы для концентраций CO_2 (уровень 700 млн$^{-1}$) и диапазон изменения температуры и осадков: (a) даты посадки в настоящее время, и (b) оптимальные даты посадки. Реакция урожайности показана для изменений осадков более 20 % (белый цвет), 0 (голубой) и -20 % (темно-синий) для случаев потепления на 0—4 °C.

уязвимости в Европе, в значительной мере совпадают с выводами, изложенными в *Специальном докладе* МГЭИК: *Последствия изменения климата для регионов* и ВДО, однако, являются более конкретными в отношении субрегиональных последствий и включают новые данные, касающиеся адаптационного потенциала. [13.1.1, 12.1.4, 13.4]

5.4.1 Водные ресурсы

Водные ресурсы и системы их рационального использования в Европе испытывают нагрузку в настоящее время и эта нагрузка усилится, вероятно, в результате изменения климата (высокая достоверность). Опасность наводнений возрастет, вероятно, в большей части Европы, за исключением тех мест, где произошло снижение пиковых значений таяния снега, и прогнозируется повышение риска нехватки воды, особенно в южной части Европы (средняя-высокая достоверность). Изменение климата вызовет, вероятно, усиление тех различий, которые существуют в плане водных ресурсов между северной и южной частями Европы (высокая достоверность). К концу XXI века может исчезнуть половина альпийских ледников Европы. [13.2.1]

5.4.2 Экосистемы

Естественные экосистемы будут изменяться в результате повышения температуры и атмосферных концентраций CO_2. Территория вечной мерзлоты будет уменьшаться, деревья и кустарники начнут внедряться в пределы нынешней северной тундры; и широколиственные деревья могут вторгнуться в районы современных хвойных лесов. Чистая первичная продуктивность в экосистемах вероятно возрастет (также в результате отложения азота), однако, усиление разложения в результате повышения температуры может оказать отрицательное воздействие на любое дополнительное накопление углерода. Быстрое изменение создает угрозу разнообразию природных резервов. Гибель важных видов среды обитания (сильно увлажненные земли, тундра и изолированные виды среды обитания) создаст угрозу для некоторых видов (включая редкие, эндемические виды и мигрирующие виды птиц). Сдвиги границ фауны в результате изменения экосистем ожидаются в рамках морских, акватических и наземных экосистем (высокая достоверность; устоявшееся, но неполное доказательство). [13.2.1.4, 13.2.2.1, 13.2.2.3-5]

Характеристики почвы ухудшатся в южной части Европы согласно сценариям более теплого и сухого климата. Величина этого воздействия будет весьма различной для разных географических районов и может меняться в результате изменений осадков (средняя достоверность; устоявшееся, но неполное доказательство). [13.2.1.2]

В горных районах повышение температуры приведет к сдвигу биотических зон в верхнем направлении. Произойдет перераспределение видов, при этом в некоторых случаях возникнет угроза их гибели (высокая достоверность). [13.2.1.4]

Возрастет производство древесины в коммерческих лесах в северной части Европы (средняя достоверность; установившееся, но не полное доказательство) несмотря на то, что может возрасти количество вредных насекомых и болезней. Сокращение будет, вероятно, наблюдаться в районе Средиземного моря, при этом возрастет риск засух и пожаров (высокая достоверность; прочно устоявшееся доказательство). [13.2.2.1]

5.4.3 Сельское хозяйство и продовольственная безопасность

В результате повышения атмосферных концентраций CO_2 повысится урожайность большинства сельскохозяйственных культур. Этому повышению урожайности будет мешать риск нехватки воды в южной и восточной частях Европы, а также сокращение вегетационного периода из-за повышения температуры. В Северной Европе будут, вероятно, наблюдаться в целом положительные последствия, в то время как в южной части Европы в опасности могут оказаться некоторые системы сельскохозяйственного производства (средняя достоверность; устоявшееся, но неполное доказательство).

Изменения в продукции рыбных промыслов и аквакультуры в результате изменения климата включают сдвиги границ фауны, которые влияют на биоразнообразие пресноводных и морских рыб, а также моллюсков и ракообразных. Негативные

последствия этих изменений будут усилены неустойчивыми квотами добычи и изменением состояния окружающей среды (высокая достоверность).

5.4.4 Людские поселения и финансовые услуги

Страховая отрасль сталкивается с потенциально дорогостоящими последствиями изменения климата в результате нанесения ущерба имуществу, однако, имеются значительные возможности для осуществления адаптационных мер, если быстро осуществить необходимые инициативы (высокая достоверность). Транспорт, энергетика и другие отрасли столкнутся с изменением спроса и рыночных возможностей. Концентрация промышленности в прибрежной зоне подвергает ее опасности, связанной с подъемом уровня моря и экстремальными событиями, и вызывает необходимость защитных мер или перемещения (высокая достоверность). [13.2.4]

Повышение температуры вызовет, вероятно, изменение предпочитаемых видов отдыха. Волны тепла приведут, вероятно, к снижению традиционных пиковых потоков отдыхающих в период летних отпусков в районе Средиземного моря. Менее надежные условия выпадения снега отрицательно повлияют на зимний туризм (средняя достоверность). [13.2.4.4]

Значительно возрастет риск наводнений, эрозии и утраты сильно увлажненных земель в прибрежных районах, результатом чего явятся последствия для людских поселений, промышленности, туризма, сельского хозяйства и прибрежной естественной среды обитания. Южная Европа окажется, вероятно, наиболее уязвимой для подобных изменений, хотя побережье Северного моря уже в значительной мере подвержено наводнениям (высокая достоверность). В таблице TP-10 приводятся оценки подверженности наводнениям и риска для побережий Европы. [13.2.1.3]

5.4.5 Здоровье человека

Ряд рисков для здоровья человека возникает в результате повышенной подверженности эпизодам жары (усугубляемым загрязнением воздуха в городских районах), более широкого распространения некоторых трансмиссивных заболеваний, а также наводнений в прибрежной и приречной зонах. Риски, связанные с холодной погодой, станут меньше (средняя достоверность; конкурирующие объяснения). [13.2.5]

5.4.6 Адаптационный потенциал

Адаптационный потенциал социально-экономических систем в Европе является относительно высоким благодаря экономическим условиям [значительный валовый внутренний продукт (ВВП) и стабильный рост], стабильному населению (имеющему возможность передвигаться в рамках региона) и хорошо развитым политическим, институциональным и технологическим вспомогательным системам. В то же время адаптационный потенциал естественных систем, как правило, является низким (весьма высокая достоверность). [13.3]

5.5 Латинская Америка

Имеется явное доказательство изменчивости климата в широком диапазоне временных масштабов во всей Латинской Америке — от межсезонных до долгосрочных. Во многих субрегионах Латинской Америки эта изменчивость климата обычно связана с явлениями, которые уже оказывают воздействия, имеющие важные социально-экономические и экологические последствия, которые могут быть усилены глобальным потеплением и связанными с ним метеорологическими и климатическими изменениями.

Колебания осадков оказывают сильное воздействие на сток и речной поток, которые испытывают одновременное воздействие в результате таяния ледников и снега. Колебание осадков и их знак зависят от рассматриваемого географического субрегиона. Температура в Латинской Америке также меняется в зависимости от субрегиона. Хотя эти колебания могут зависеть, вероятно, от происхождения и качества исходных данных, а также периодов регистрации, используемых для проведения исследований и анализов, некоторые из этих колебаний могут объясняться фактором изменения климата (низкая достоверность). [14.1.2.1]

ЭНСО в значительной мере является первопричиной изменчивости климата в межгодовом масштабе в Латинской Америке (высокая достоверность). Данный регион уязвим для Эль-Ниньо, последствия которых меняются в зависимости от района континента. Например, Эль-Ниньо связано с сухими условиями в северо-восточной части Бразилии, северной части бассейна Амазонки, на альтиплано между Перу и Боливией и

Таблица TP-10. *Оценки подверженности наводнениям и границы их распространения на побережьях Европы в период 1990 и 2080 гг. Оценки границ распространения наводнений являются весьма чувствительными к предполагаемому стандарту защиты и должны толковаться только в качестве показательных (исключая бывший Советский Союз)*

	Граница распространения наводнений		
Регион	***1990 г.*** **Подвергаемое опасности население** (в млн чел.)	***1990 г.*** Среднее количество людей, подвергшихся наводнениям (в тыс. чел./год)	***2080 г.*** Рост вследствие подъема уровня моря, предполагается отсутствие какой-либо адаптации (%)
Атлантическое побережье	19,0	19	50—9 000
Балтийское побережье	1,4	1	0—3 000
Средиземноморское побережье	4,1	3	260—120 000

Тихоокеанском побережье Центральной Америки. Самые суровые засухи в Мексике в последние десятилетия наблюдались в годы Эль-Ниньо, в то время как в южной части Бразилии и северо-западной части Перу наблюдались необычно влажные условия. Явление Ла-Нинья связано с сильными осадками и наводнениями в Колумбии и засухой в южной части Бразилии. В случае расширения масштабов Эль-Ниньо или Ла-Нинья Латинская Америка будет часто подвержена подобным условиям. [14.1.2]

В некоторых субрегионах Латинской Америки наблюдаются экстремальные явления, и эти сочетания гидрологических и климатических условий в историческом плане явились причинами стихийных бедствий в Латинской Америке. Тропические циклоны и связанные с ними сильные дожди, наводнения и оползни являются весьма обычным явлением в Центральной Америке и Южной Мексике. В северно-западной части Южной Америки и северо-восточной части Бразилии наблюдается сильная связь многих экстремальных явлений, которые произошли, с явлением Эль-Ниньо. [14.1.2]

5.5.1 Водные ресурсы

Хорошо известно, что в последние несколько десятилетий произошло отступание ледников в Латинской Америке. Потепление в высокогорных регионах могло бы привести к исчезновению снега и льда на больших поверхностях (средняя достоверность), что могло бы иметь неблагоприятные последствия для горного спорта и туризма. Поскольку эти районы являются источником речных водотоков, подобная тенденция приведет также к уменьшению имеющихся запасов воды для целей ирригации, производства гидроэлектроэнергии и навигации. [14.2.4]

5.5.2 Экосистемы

Хорошо известно, что в Латинской Америке существует одна из самых больших концентраций биоразнообразия Земли, и можно ожидать, что последствия изменения климата приведут к повышению риска его утраты (высокая достоверность). Наблюдаемые сокращения популяций лягушек и мелких млекопитающих в Центральной Америке могут быть связаны с изменением регионального климата. Сохранившимся лесам в бассейне Амазонки угрожает опасность в виде сочетания антропогенного вмешательства, увеличения частоты масштабов пожаров и уменьшения осадков из-за нарушения эвапотранспирации, глобального потепления и Эль-Ниньо. В качестве подверженных серьезной опасности следует рассматривать неотропические сезонно сухие леса в Центральной Америке.

Увеличивается количество деревьев, гибнущих в условиях сухой погоды, которая преобладает вблизи недавно сформировавшихся пограничных зон амазонских лесов. Эти пограничные зоны, которые оказывают воздействия на все большую часть лесов ввиду более активного обезлесения, будут особенно восприимчивы к последствиям сокращения осадков. В Мексике будет затронуто почти 50% тропических лиственных лесов. Сильный дождь во время явления ЭНСО 1997—1998 гг. вызвал значительные изменения в состоянии сухих экосистем северной части прибрежной зоны Перу. В результате глобального потепления расширится район с благоприятными условиями для тропических лесов в качестве равновесного типа растительности. В то же время факторы, способствующие обезлесению, вряд ли дадут возможность тропическим лесам занять эти расширяющиеся районы. Изменения в землепользовании взаимодействуют с климатом посредством процессов позитивной обратной связи, которые ускоряют гибель влажных тропических лесов. [14.2.1]

5.5.3 Подъем уровня моря

Подъем уровня моря окажет воздействие на экосистемы мангровых лесов в результате уничтожения их нынешней среды обитания и создания новых затапливаемых приливами районов, в которые могут переместиться некоторые виды мангровых деревьев. Это также окажет воздействие на рыбные промыслы в регионе, поскольку большинство коммерческих видов моллюсков и ракообразных, а также плавниковых рыб пользуются мангровыми лесами для размножения и убежища. Затопление прибрежной зоны в результате подъема уровня моря, а также наводнения в приречных и равнинных районах окажут негативное воздействие на наличие воды и сельскохозяйственные угодья, обостряя социально-экономические проблемы и проблемы здравоохранения в этих местах. [14.2.3]

5.5.4 Сельское хозяйство

Исследования, проведенные в Аргентине, Бразилии, Чили, Мексике и Уругвае на основе моделей ТПМ и сельскохозяйственных культур, прогнозируют снижение урожайности ряда культур (например: маиса, пшеницы, ячменя, винограда) даже с учетом прямых последствий обогащения атмосферы двуокисью углерода и осуществления мер по умеренной адаптации на уровне ведения сельского хозяйства (высокая достоверность). Прогнозируемое увеличение температуры приведет к снижению урожайности культур в данном регионе в результате сокращения цикла выращивания культур. За последние 40 лет доля сельского хозяйства в ВВП латиноамериканских стран составляла около 10 %. Оно по-прежнему является ключевым сектором региональной экономики, поскольку в нем занято 30—40 % экономически активного населения. Оно является также весьма важным для продовольственной безопасности самых бедных слоев населения. Занятие сельским хозяйством как средство к существованию может оказаться в серьезной опасности в некоторых частях Латинской Америки, включая северо-восточную часть Бразилии.

Имеется устоявшееся, но неполное доказательство того, что изменение климата вызовет снижение производительности лесоводства из-за нехватки воды, которая часто ограничивает рост во время сухого сезона, который, как ожидается, станет более долгим и более интенсивным во многих частях Латинской Америки. Таблица ТР-11 содержит резюме исследований, осуществленных по данному региону для различных видов культур и условий управления, причем во всех из них предусматривается отсутствие орошения; большинство из этих результатов предсказывают отрицательные последствия, особенно в отношении маиса. [14.2.2]

5.5.5 Здоровье человека

Масштабы последствий для здоровья в результате изменения климата в Латинской Америке будут зависеть главным образом

от численности, плотности, местоположения и богатства населения. Подверженность волнам тепла или холода оказывает воздействие на показатели смертности в группах риска в данном регионе (средняя достоверность).

Повышение температуры повлияет на здоровье человека в таких загрязненных городах, как Мехико и Сантьяго, Чили. Хорошо известно, что явление ЭНСО вызывает изменения популяций переносчиков заболеваний и границ распространения передаваемых через воду заболеваний в Бразилии, Перу, Боливии, Аргентине и Венесуэле. Исследования, проведенные в Перу и на Кубе, показывают, что повышение температуры и осадков приведет к изменению географического распределения инфекционных заболеваний, таких, как холера и менингит (высокая достоверность), хотя существует мнение о том, что изменения в моделях заболеваний будут иметь место в других местах. Прочно устоявшимся является понимание того, что экстремальные события способствуют повышению показателей смертности и заболеваемости (телесные повреждения, инфекционные заболевания, социальные проблемы и ущерб санитарной инфраструктуре), что было продемонстрировано ураганом «Митч» в 1998 г. в Центральной Америке, сильными дождями в 1999 г. в Мексике и Венесуэле, а также в Чили и Аргентине в 2000 г. [14.2.5]

5.6 Северная Америка

Северная Америка будет испытывать как положительные, так и отрицательные последствия изменения климата (высокая достоверность). Различные последствия для экосистемы людских поселений усугубят субрегиональные различия в отраслях производства ресурсов, чувствительных к климату, и уязвимость для экстремальных событий. Возрастут возможности и проблемы для адаптации, нередко сопровождаемые многочисленными нагрузками (таблица TP-12). В качестве реагирования на текущие проблемы климатического характера проводится испытание некоторых новаторских стратегий в области адаптации (например

Таблица TP-11. *Оценки последствий изменения климата для ежегодных урожаев в Латинской Америке*

Исследование[a]	Сценарий климата	Масштабы	Культура	Последствия для урожайности (%)
Downing, 1992	+3°C -25% осадков	Норте-Чико, Чили	Пшеница Маис Картофель Виноград	уменьшение увеличение увеличение уменьшение
Baethgen, 1994	ГИСС, ЛГГД, МБСК	Уругвай	Пшеница Ячмень	-30 -40 – -30
de Siqueira *et al.*, 1994	ГИСС, ЛГГД, МБСК	Бразилия	Пшеница Маис Соевые бобы	-50 – -15 -25 – -2 -10 + 40
Liverman y O' Brien, 1991	ЛГГД, ГИСС	Тлалтицапан, Мексика	Маис	-20 -24 -61
Liverman *et al.*, 1994	ГИСС, ЛГГД, МБСК	Мексика	Маис	-61 – -6
Sala y Paruelo, 1994	ГИСС, ЛГГД, МБСК	Аргентина	Маис	-36 – -17
Baethgen y Magrin, 1995	МБСК	Аргентина Уругвай (9 точек)	Пшеница	-5 – -10
Conde *et al.*, 1997a	СССМ, ЛГГД	Мексика (7 точек)	Маис	увеличение— уменьшение
Magrin *et al.*, 1997a	ГИСС, МБСК, ЛГГД, МПИ	Аргентина (43 точки)	Маис Пшеница Подсолнечник Соевые бобы	-16 – +2 -8 – +7 -8 – +13 -22 – +21
Hofstadter *et al.*, 1997	Возрастающий	Уругвай	Ячмень Маис	-10b -8 – +5c -15d -13 – +10[c]

[a] См. справочный список главы 14 для полной исходной информации.
[b] При увеличении на 1 °C.
[c] Изменение осадков в диапазоне -20 – +20 %.
[d] При увеличении на 2 °C.

Таблица TP-12. *Проблемы адаптации к изменению климата в североамериканских субрегионах. Указаны также некоторые уникальные проблемы для определенных мест*

Североамериканские субрегионы	Контекст развития	Варианты и проблемы адаптации к изменению климата
Большинство или все субрегионы	– Меняющиеся рынки сырьевых товаров – Интенсивное развитие водных ресурсов в обширных районах – национальное и трансграничное – Долговременные соглашения о правообладании/заявке на землю – национальные и трансграничные – Расширение городов – Расширение транспортной системы	– Роль водных/экологических рынков – Изменение структуры и операций водных и энергетических систем – Новая технология/практика в области сельского хозяйства и лесного хозяйства – Защита находящихся в опасности экосистем или адаптация к новым ландшафтам – Повышение роли летнего туризма (в теплую погоду) – Риски для качества воды в результате экстремальных событий – Организация здравоохранения в рамках общины применительно к меняющимся факторам риска – Изменение ролей государственной помощи в чрезвычайной ситуации и частного страхования
Арктическая граница	– Зимняя транспортная система – Образ жизни коренных народов	– Проектирование в соответствии с меняющимися условиями вечной мерзлоты и ледового покрова – Роль двух экономик и органы совместного управления
Прибрежные регионы	– Сокращение некоторых видов коммерческих морских ресурсов (треска, лосось) – Интенсивное развитие прибрежной зоны	– Аквакультура, охрана среды обитания, сокращение рыболовецкого флота – Планирование прибрежной зоны в районах высокого спроса
Великие озера	– Чувствительность к колебаниям уровня озера	– Адаптация к снижению средних уровней без усиления вторжения на береговую линию

банки водных ресурсов), однако лишь в немногих случаях анализируется вопрос, каким образом эти стратегии могут быть осуществлены одновременно с продолжающимся изменением регионального климата. Сдвигающиеся пределы температуры, осадков, распространения переносчиков болезней и наличия водных ресурсов потребуют адаптационного реагирования, включая, например, инвестиции в систему защиты от штормов и инфраструктуру водоснабжения, а также медицинское обслуживание общин. [15.3.2, 15.4]

5.6.1 Общины и инфраструктура городов

Потенциальные изменения частоты, суровости и продолжительности экстремальных событий относятся к числу наиболее серьезных рисков, связанных с изменением климата в Северной Америке. Потенциальные последствия изменения климата для городов включают: сокращение периодов экстремальных холодов зимой, повышение частоты экстремальной жары; подъем уровня моря и риск штормовых нагонов; а также изменения в сроках, частоте и суровости наводнений, связанных с экстремальными величинами штормов и осадков. Эти события, особенно повышение волн тепла и изменения в экстремальных событиях, будут сопровождаться последствиями для здоровья.

Общины могут уменьшить свою уязвимость для отрицательных последствий посредством инвестиций в адаптационную инфраструктуру, что может оказаться дорогостоящим. Сельскохозяйственные, бедные и коренные общины могут быть не в состоянии сделать подобные инвестиции. Кроме того, решения относительно инвестиций в инфраструктуру основаны на разноообразных потребностях помимо изменения климата, включая рост населения и старение существующих систем. [15.2.5]

5.6.2 Водные ресурсы и акватические экосистемы

Неясный характер изменений осадков ведет к малой согласованности в отношении изменений общего ежегодного стока по Северной Америке. Определение с помощью моделей последствий повышения температуры для испаряемости озер дает последовательные перспективные оценки понижения уровня озер и оттоков системы Великие озера — река Святой Лаврентий согласно большинству сценариев (средняя достоверность). Расширение масштабов событий, связанных с сильными осадками, приведет к увеличению объема наносов и загрязнения водотоков из общих источников (средняя достоверность). Кроме того, в *тех регионах, где сезонное таяние снега является важным элементом годового гидрологического режима (например, Калифорния, бассейн*

реки Колумбия), более теплые температуры приведут, вероятно, к сезонному сдвигу стока, при этом большая доля общего объема стока придется на зимний период при возможном уменьшении летних потоков (высокая достоверность). Это может иметь неблагоприятные последствия для наличия и качества воды, предназначенной для водопользования на уровне притока и оттока в летний период (средняя достоверность). На рисунке ТР-8 приводятся возможные последствия. [15.2.1]

Варианты адаптационного реагирования на подобные изменения сезонного стока включают изменение управлением емкостью искусственного водохранилища, больший расчет на координированное управление источниками грунтовых и поверхностных вод и добровольную передачу воды между различными водопользователями. Подобные действия могут уменьшить последствия сокращения летних потоков для водопользователей, однако может оказаться трудным или невозможным нейтрализовать отрицательные последствия для многих акватических экосистем, и невозможным может оказаться продолжение обеспечения существующих уровней надежности и качества для всех водопользователей. В некоторых регионах (например западная часть Соединенных Штатов Америки) будет, вероятно, наблюдаться увеличение коммерческих переводов имеющегося водоснабжения из сферы ирригационного сельского хозяйства в города, а также для целей других относительно дорогостоящих видов использования. Подобное перераспределение поднимает вопросы социального приоритета и вызывает расходы по корректировке, которые будут зависеть от институтов на местах.

5.6.3 Морские рыбные промыслы

В настоящее время признано, что связанные с климатом изменения морской/прибрежной окружающей среды играют важную роль в определении производительности нескольких североамериканских рыбных промыслов в Тихом океане, Северной Атлантике, Беринговом море и Мексиканском заливе. Существуют комплексные связи между климатическими изменениями и изменениями в процессах, которые влияют на производительность и пространственное распределение популяций морских рыб (высокая достоверность), а также неопределенности, связанные с будущими моделями коммерческого рыбного промысла. Последний опыт с тихоокеанским лососем и атлантической треской показывает, что для устойчивого управления рыбными промыслами потребуется своевременная и точная научная информация об экологических условиях, влияющих на рыбные запасы, а также институциональная и оперативная гибкость для быстрого реагирования на подобную информацию. [15.2.3.3]

5.6.4 Сельское хозяйство

Небольшое-умеренное изменение климата не создаст опасности для производства продовольствия и клетчатки (высокая достоверность). Будут наблюдаться значительные последствия для производства на региональном уровне, при этом некоторые районы значительно утратят сравнительные преимущества по отношению к другим регионам (средняя достоверность). В целом это приведет к небольшому чистому эффекту. При незначительном потеплении увеличится сельскохозяйственное благосостояние потребителей и производителей. В то же время при дальнейшем потеплении полученная выгода будет сокращаться все большими темпами и, возможно, превратится в чистые потери. Существует потенциал для усиления засухи в районе Великих равнин США/Канадских прерий и возможности для ограниченного сдвига в северном направлении производственных районов в Канаде.

Прогнозируется компенсация потерь увеличения производства благодаря прямым физиологическим воздействиям CO_2, а также адаптации к условиям рынка методов земледелия и ведения сельского хозяйства (например, поведенческих, экономических и институциональных). Экономические исследования, которые включают корректировки на уровне рынка, касающиеся методов земледелия и ведения сельского хозяйства, показывают, что отрицательные последствия изменения климата для сельского хозяйства были, вероятно, переоценены в исследованиях, в которых подобные корректировки не учитываются (средняя достоверность). В то же время способность фермеров адаптировать свои решения к вводимым и итоговым факторам производства с трудом поддается прогнозированию и будет зависеть от рыночных и институциональных факторов. [15.2.3.1]

5.6.5 Леса и защищенные зоны

Ожидается, что в течение ближайших 50—100 лет в результате изменения климата произойдет увеличение площади и производительности лесов (средняя достоверность). В то же время изменение климата вызовет, вероятно, изменения в характере и масштабах нескольких «разрушительных факторов» (например, пожар, нашествие вредных насекомых) (средняя достоверность). Сценарии экстремального или долгосрочного изменения климата указывают на возможность широкомасштабной гибели лесов (низкая достоверность).

Имеется убедительное свидетельство того, что изменение климата может привести к гибели конкретных видов экосистем — таких, как высотные альпийские районы и конкретные виды прибрежных (например соленые болота) и островных (например «впадин» и прерий) сильно увлажненных земель. Существует умеренный потенциал для адаптации в целях предотвращения этих потерь посредством планирования программ сохранения для определения и защиты экосистем, находящихся в особой опасности. Земли, обустроенные для производства древесины, являются, вероятно, менее чувствительными к изменению климата по сравнению с неуправляемыми лесами, поскольку они обладают потенциалом для адаптационного лесоустройства. [15.2.2]

5.6.6 Здоровье человека

Трансмиссивные заболевания, включая малярию и лихорадку Денге, могут расширить свои границы в Соединенных Штатах Америки и распространиться в Канаде. Передаваемая клещами лаймовская болезнь может также расширить границы своего распространения в Канаде. В то же время такие социально-экономические факторы, как мероприятия в области государственного здравоохранения, будут играть важную роль в выявлении наличия и масштабов распространения подобных инфекций. Может произойти более широкое распространение болезней, связанных с водой, по мере повышения

I. Аляска, Юкон и побережье Британской Колумбии

Слабо заселенный/богатый водными ресурсами регион; потенциальные последствия состояния экологии, производства гидроэлектроэнергии и паводков:

- повышенные риски весенних наводнений;
- отступание/исчезновение ледников на юге, их продвижение на севере; последствия для потоков, экологии речного стока;
- ухудшение условий обитания для лосося, других видов рыб;
- затопление прибрежных сильно увлажненных земель;
- изменения солености/экологии эстуариев

V. Субарктика и Арктика

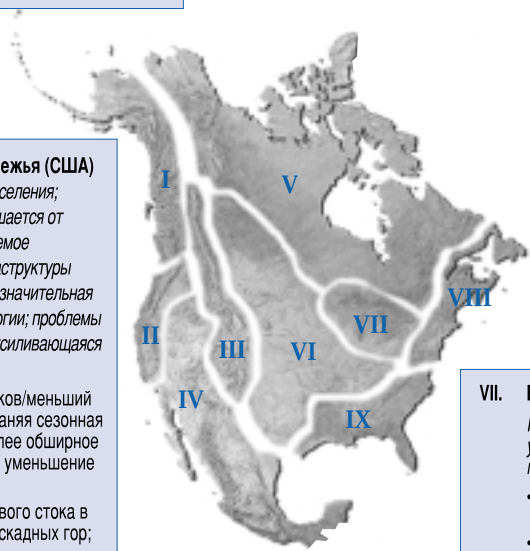
Редкое население (зависит от естественных систем); зимний ледовый покров является важной характеристикой гидрологического цикла:

- более тонкий ледяной покров, увеличение на 1—3 месяца свободного от льда сезона, увеличение протяженности открытой воды;
- повышенная изменчивость уровня озер, возможное полное высыхание некоторых озер в зоне дельты;
- изменения в акватической экологии и распределении видов в результате потепления температуры и удлинения вегетационного периода

VI. Средний запад США и Канадские прерии

Центральный район земледелия — в основном не орошаемый с некоторыми зонами, весьма нуждающимися в орошении:

- годовое уменьшение/увеличение потока; возможное значительное уменьшение летнего потока;
- увеличение вероятности суровых засух;
- возможное повышение аридности в полузасушливых зонах;
- увеличение или уменьшение спроса на орошение и наличие водных ресурсов — неясные последствия для доходов в секторе земледелия, уровней грунтовых вод, потоков и качества воды



II. Штаты тихоокеанского побережья (США)

Значительный и быстрый рост населения; изобилие водных ресурсов уменьшается от севера к югу; интенсивное орошаемое земледелие; значительные инфраструктуры контроля за водными ресурсами; значительная зависимость от гидроэлектроэнергии; проблемы находящихся в опасности видов; усиливающаяся конкуренция за воду:

- больший объем зимних осадков/меньший объем снегопада — более раняя сезонная пиковая величина стока, более обширное осеннее/зимнее наводнение, уменьшение летнего водоснабжения;
- возможное увеличение годового стока в Сьерра-Неваде и районе Каскадных гор;
- возможное повышение солености летом в заливе Сан-Франциско и дельте рек Сакраменто/Сан-Хоакин;
- изменения в экологии озер и потоков — более благоприятные условия для тепловодных видов; нанесение ущерба холодноводным видам (например форель и лосось)

VII. Великие озера

Густонаселенный и промышленно-развитый регион; колебания уровней озер/потоков влияют в настоящее время на производство гидроэлектроэнергии, судоходство, береговые структуры

- возможные увеличения осадков в сочетании с уменьшением стока и понижением уровня озер;
- снижение производства гидроэлектроэнергии, уменьшение глубин судоходных каналов;
- уменьшение протяженности озерного льда — отсутствие ледового покрова в некоторые годы;
- изменения объема биомассы фитопланктона/зоопланктона, миграция видов рыб в северном направлении, возможная гибель холодноводных видов

III. Скалистые горы (США и Канада)

Низкая заселенность на севере, быстрый рост на юге; орошаемое земледелие, возможности для отдыха, расширение городов с усилением конкуренции за водные ресурсы; район главных водосборов для других регионов:

- повышение снеговой линии зимой-весной, возможное увеличение снегопада, более ранее таяние снега, более частые дожди или снегопады — изменения сезонного речного потока, возможное уменьшение летнего речного потока, уменьшение влажности почвы в летний период;
- изменение температуры потока, влияющее на состав видов;
- повышенная изоляция рыб, обитающих в холодных водах

VIII. Северо-восток США и восточная Канада

Значительное, главным образом городское население — как правило, адекватное водоснабжение, значительное количество малых дамб, однако ограниченная общая емкость водохранилищ; густонаселенные поймы

- уменьшение объема и продолжительности снежного покрова;
- возможное существенное уменьшение речного стока;
- ускоренная прибрежная эрозия, вторжение соленой воды в прибрежные водоносные горизонты;
- изменения величины, сроков ледостава/вскрытия ледяного покрова, сопровождаемые последствиями для весеннего паводка;
- возможное уничтожение болотных экосистем;
- сдвиги в распределениях видов рыб, моделей миграции

IV. Юго-запад

Быстрый рост населения, зависимость от ограниченного водоснабжения за счет подземных и поверхностных вод, проблемы с качеством воды в пограничном регионе, проблемы находящихся в опасности видов, уязвимость к внезапным бурным паводкам:

- возможное изменение снежного покрова и стока;
- возможное уменьшение пополнения грунтовых вод — уменьшение водоснабжения;
- повышение температуры воды — дополнительная нагрузка для акватических видов;
- повышение частоты интенсивных осадков — повышенный риск ливневых паводков

IX. Юго-восток, Мексиканский залив и среднеатлантическая часть США

Рост населения — особенно в прибрежных районах, проблемы качества воды/загрязнения из общих источников, нагрузка для акватических экосистем:

- густонаселенным прибрежным поймам угрожает риск затопления в результате экстремальных осадков, ураганов;
- возможное снижение базовых потоков, увеличение пиковых потоков, увеличение продолжительности засух;
- возможное увеличение осадков – возможное увеличение или уменьшение стока/расхода рек, повышенная изменчивость потока;
- возможно существенное расширение северной зоны Мексиканского залива с недостаточным содержанием кислорода – прочие последствия для прибрежных систем, связанные с изменениями осадков/нагрузки в результате загрязнения из общих источников;
- изменения в системах эстуариев и протяженности сильно увлажненных земель, биотических процессов, распределения видов

Рисунок TP-8. Возможные последствия для водных ресурсов в Северной Америке

температуры воздуха и воды, сопровождаемого повышенным объемом стока с поверхности сельскохозяйственных и городских районов. Большая частота конвективных ливней может привести к повышению количества случаев заболевания астмой, связанных с грозовыми явлениями. [15.2.4]

5.6.7 Государственные и частные системы страхования

Потери, связанные с катастрофическими событиями, возросли, с учетом поправки на инфляцию, в Северной Америке в восемь раз за последние три десятилетия (высокая достоверность). Подверженность воздействию и эксцеденты частных страхователей (особенно страхователей имущества) и повторных страхователей увеличиваются и наблюдаются связанные с погодой случаи потери прибыли и неплатежеспособности. Суммы застрахованного ущерба в Северной Америке (59 % глобальной итоговой суммы) резко увеличиваются, в том числе по мере продолжающегося перемещения населения в уязвимые районы. Уязвимость страхователей для этих изменений меняется существенным образом в зависимости от региона.

Последние экстремальные события привели к принятию страховщиками определенных ответных мер, включая уделение большего внимания строительным кодексам и готовности к стихийным бедствиям. Практика страховщиков традиционно основывалась, главным образом, на историческом опыте в области климатических явлений; лишь недавно они начали применять модели для прогнозирования будущих связанных с климатом потерь, поэтому потенциал для неожиданного развития событий является реальным. Правительства играют ключевую роль, выполняя функции компаний по предоставлению страховых услуг или помощи в случае стихийных бедствий, особенно в тех случаях, когда частный сектор считает риски не подлежащими страхованию. [15.2.7]

5.7 Полярные регионы

Ожидается, что изменение климата в полярном регионе будет одним из самых значительных среди всех регионов на Земле. Данные за XX век по Арктике показывают тенденцию потепления на целых 5 °C на значительной территории (весьма высокая достоверность), при этом увеличился объем осадков (низкая достоверность). В восточной части Канады имеются некоторые районы, характеризующиеся похолоданием. Протяженность морского льда уменьшилась на 2,9 % за одно десятилетие, и в период 1978—1996 гг. он стал тоньше (высокая достоверность). С 1915 г. произошло статистически значительное уменьшение весеннего снежного покрова в Евразии (высокая достоверность). Сократилась площадь района с подповерхностным слоем вечной мерзлоты, и температура в этом районе увеличилась (весьма высокая достоверность). В некоторых местах произошло увеличение высоты слоя поверхности, который оттаивает в соответствующий сезон, и появились новые районы с активным таянием вечной мерзлоты. *В Антарктике очевидна явная тенденция потепления на Антарктическом полуострове, сопровождаемого впечатляющей потерей шельфовых ледников (высокая достоверность).* Происходит расширение площади более высокой наземной растительности на Антарктическом полуострове. В других местах потепление является менее определенным. С 1973 г. не отмечалось сколь-либо существенного изменения антарктического морского льда, хотя он явно отступил более чем на 3° широты в период с середины 1950-х и начала 1970-х годов (средняя достоверность). [16.1.3.2]

Арктика является исключительно уязвимой для изменения климата и ожидается быстрое проявление основных физических, экологических и экономических последствий. Целый ряд механизмов обратной связи вызовет повышенное реагирование с последующими воздействиями на другие системы и население. Изменятся составы видов на земле и в море, произойдут сдвиги в полярном направлении ансамблей и видов и серьезное потрясение среди общин, которые ведут традиционный образ жизни. *В развитых районах Арктики и в местах вечной мерзлоты с толстым слоем льда потребуется уделение особого внимания мерам по смягчению разрушительных последствий таяния, таких, как нанесение серьезного ущерба зданиям и транспортной инфраструктуре (весьма высокая достоверность).* Климатическое потепление будет также иметь благоприятные последствия, такие, как снижение спроса на энергию для целей отопления. Существенная потеря морского льда в Северном Ледовитом океане создаст благоприятные возможности для открытия арктических морских путей и экологического туризма, что может иметь значительные последствия для торговли и для жизни местных общин. [16.2.5.3, 16.2.7.1, 16.2.8.1, 16.2.8.2]

В Антарктике прогнозируемое изменение климата вызовет последствия, реализация которых будет идти медленными темпами (высокая достоверность). В то же время, поскольку эти последствия будут реализовываться в течение длительного периода времени, их действие будет продолжаться в течение долгого времени после стабилизации выбросов ПГ. Например, будут наблюдаться медленные, но устойчивые последствия для ледовых щитов и моделей циркуляции глобального океана, которые будут иметь необратимый характер в течение многих веков в будущем и вызовут изменения в других местах земного шара, в том числе подъем уровня моря. Вокруг Антарктического полуострова ожидается дальнейшая значительная потеря шельфовых ледников. Более высокие температуры и уменьшение площади морского льда вызовут, вероятно, долгосрочные изменения в физической океанографии и экологии Южного океана, сопровождаемые повышением биологической активности и увеличением темпов роста популяций рыб. [16.2.3.4, 16.2.4.2]
Полярные регионы характеризуются наличием важных факторов, вызывающих изменение климата. Прогнозируется существенное уменьшение поглощения углерода Южным океаном в результате комплексных физических и биологических процессов. Ожидается увеличение выбросов ПГ из тундры, вызванных изменениями в содержании воды, разложением открытых торфянников и таянием вечной мерзлоты. Сокращение площади снега и льда с высокой отражательной способностью усилит процесс потепления (весьма высокая достоверноять). Охлаждение вод в результате увеличения арктического стока и осадков, таяния антарктических ледников и образование морского льда в меньшем объеме вызовут замедление термогалинных циркуляций в северной части Атлантического океана и ухудшат вентиляцию глубинных вод океана. [16.3.1]

Адаптация к изменению климата в естественных полярных экосистемах будет происходить главным образом посредством

миграции и изменения совокупностей видов. Некоторые виды могут оказаться в опасности (например, моржи, тюлени и полярные медведи), в то время как другие виды могут процветать (например карибу и рыбы). Хотя подобные изменения могут нарушить функционирование многих местных экологических систем и жизнь отдельных видов, сохраняется возможность того, что прогнозируемое изменение климата в конечном итоге может повысить общую производительность естественных систем в полярных регионах. [16.3.2]

Для коренных общин, ведущих традиционный образ жизни, возможности для адаптации к изменению климата являются ограниченными (весьма высокая достоверность). Изменения морского льда, сезонной периодичности выпадения снега, среды обитания и разнообразия, используемых для питания видов, окажут воздействие на практику ведения охоты и сбора урожая и могут создать угрозу для старинных традиций и образа жизни. Технологически развитые общины, вероятно, весьма быстро адаптируются к изменению климата посредством изменения используемых видов транспорта и увеличения инвестиций для использования новых коммерческих и торговых возможностей. [16.3.2]

5.8. Малые островные государства

Изменение климата и подъем уровня моря создадут серьезную угрозу малым островным государствам, разбросанным в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах, а также в бассейнах Карибского и Средиземного морей. К числу характеристик малых островных государств, которые повышают их уязвимость, относятся их малый физический размер по сравнению с большими пространствами океана; ограниченные природные ресурсы; относительная изоляция; исключительно открытый характер малых предприятий, которые являются весьма чувствительными к внешним потрясениям и весьма подверженными стихийным бедствиям и другим экстремальным событиям; быстрый рост населения высокой плотности; слабо развитая инфраструктура; а также ограниченные фонды, людские ресурсы и квалифицированные кадры. Эти характеристики ограничивают способность малых островных государств к принятию мер по смягчению или адаптации к будущему изменению климата и подъему уровня моря. [17.1.2]

Многие малые островные государства уже испытывают последствия нынешних существенных межгодовых колебаний океанических и атмосферных условий. В этой связи самые существенные и более близкие последствия для малых островных государств будут, вероятно, связаны с изменениями режимов выпадения осадков, балансом влажности почвы, доминирующими ветрами (скорость и направление), краткосрочными колебаниями регионального и местного уровней моря, а также моделями волнового процесса. Эти изменения проявляются в прошлых и нынешних тенденциях климата и изменчивости климата, при этом в тропических и океанических регионах, в которых находится большинство малых островных государств, наблюдается тенденция повышения средней температуры на 0,1 °C за десятилетие и подъем уровня моря на 2 мм в год. Анализ данных наблюдений из различных регионов показывает повышение приземной температуры воздуха, которая превышает глобальные показатели потепления, особенно в Тихом океане и Карибском море. Изменчивость показателей осадков на островах Тихого океана и Карибского моря в значительной мере объясняется, вероятно, тесной связью с наступлением ЭНСО. В то же время частично эта изменчивость может также объясняться сдвигами в межтропической и южно-тихоокеанской зоне конвергенции, влияние которых на модели изменчивости осадков требуют лучшего понимания. Толкование существующих тенденций подъема уровня моря также сдерживается ограниченным характером наблюдательных данных, особнно данных геодезически контролируемых футштоков. [17.1.3]

5.8.1. Справедливость и устойчивое развитие

Хотя вклад малых островных государств в глобальные выбросы ПГ является незначительным, прогнозируемые последствия изменения климата и подъема уровня моря для этих государств будут, вероятно, серьезными. Эти последствия будут ощущаться в течение многих поколений из-за низкой адаптационной способности, высокой чувствительности к внешним потрясениям и высокой уязвимости для стихийных бедствий, которыми характеризуются малые островные государства. Большинству малых островных государств будет исключительно трудно осуществить устойчивым образом адаптацию к этим меняющимся условиям. [17.2.1]

5.8.2. Прибрежная зона

Изменение прибрежной зоны, которое в настоящее время наблюдается в малых островных государствах, в значительной мере объясняется деятельностью человека на побережье. Прогнозируемый подъем уровня моря на 5 мм в год в течение последующих 100 лет в сочетании с дальнейшим развитием прибрежной зоны будет иметь негативные последствия для побережья (высокая достоверность). В свою очередь, это повысит уязвимость прибрежной окружающей среды в результате снижения природной жизнеспособности и увеличения стоимости адаптации. С учетом различного характера суровости этого явления в разных регионах, самые серьезные проблемы для некоторых малых островных государств будут заключаться в наличии в них достаточного потенциала для адаптации к подъему уровня моря в пределах их собственных национальных границ. [17.2.2.1, 17.2.3]

5.8.3. Экосистемы и биоразнообразие

Прогнозируемые будущие изменения климата и подъем уровня моря будут иметь последствия для сдвигов в составе видов и конкуренции между ними. Согласно оценкам каждое третье находящееся в опасности растение — это растение, территория распространения которого ограничена пределами острова, при этом в опасности находится 23 % видов птиц, живущих на островах. [17.2.5]

Коралловые рифы, мангровые леса и грунт морской травы, которые часто зависят от стабильности экологических условий, испытают неблагоприятные последствия повышения температуры воздуха и моря и подъема уровня моря (средняя достоверность). Эпизодическое потепление поверхности моря привело к значительному увеличению нагрузки на популяции кораллов, которые подвергаются широкораспространенному обесцвечиванию. Мангровые леса, которые характерны для побережий и заливов в тропиках с низким

уровнем энергии и богатым содержанием питательных веществ/наносов, уже претерпели изменения в результате деятельности человека. Изменения уровня моря повлияют, вероятно, на миграцию в материковом направлении вдоль побережья оставшихся мангровых лесов, которые обеспечивают защиту прибрежных зон и других ресурсов. Повышение ТПМ будет иметь неблагоприятные последствия для сообществ морской травы, которые уже испытывают нагрузку в результате загрязнения с суши и стока вод. Изменения в этих системах будут иметь, вероятно, отрицательные последствия для популяций рыб, которые нуждаются в них в качестве среды обитания и мест нереста. [17.2.4]

5.8.4. Водные ресурсы, сельское хозяйство и рыбные промыслы

Водные ресурсы и сельское хозяйство имеют жизненно важное значение, поскольку большинство малых островных государств располагают ограниченными пахотными землями и водными ресурсами. Общины зависят от дождевой воды из водосборов и ограниченного количества линз пресной воды. Кроме того, полеводство, особенно на низинных островах и атоллах, сосредоточено на побережье или недалеко от него. Изменения в высоте водного зеркала из-за засоления почвы вследствие подъема уровня моря создадут нагрузки для многих ведущих культур, таких, как таро.

Несмотря на то, что рыбный промысел является в основном кустарным или коммерческим в небольших масштабах, он является важным видом деятельности на большинстве малых островов, которая играет значительную роль в снабжении протеином жителей островов. Многим местам нереста и среды обитания рыб, моллюсков и ракообразных, таким, как: мангровые леса, коралловые рифы, грунт морской травы и водоемы с соленой водой — будет угрожать все большая опасность вследствие вероятных последствий прогнозируемого изменения климата. Водные ресурсы, сельское хозяйство и рыбные промыслы уже характеризуются чувствительностью к недавно наблюдаемой изменчивости океанических и атмосферных условий во многих малых островных государствах, и их последствия будут, вероятно, усиливаться в результате будущего изменения климата и уровня моря (высокая достоверность). [17.2.6, 17.2.8.1]

5.8.5. Здоровье человека, поселения, инфраструктура и туризм

Во многих малых островных государствах в результате прогнозируемых изменений климата и уровня моря пострадают, вероятно, несколько антропогенных систем. Главной проблемой является здоровье человека ввиду того, что на многих тропических островах наблюдается большое количество случаев трансмиссивных и передающихся через воду заболеваний, которые объясняются изменениями температуры и осадков, которые, в свою очередь, могут быть связаны с явлением ЭНСО, засухами и наводнениями. Экстремальные климатические явления создают также колоссальную нагрузку на ряд элементов благосостояния человека, и эти нагрузки в будущем, вероятно, усилятся. В малых островных государствах почти все поселения, социально-экономическая инфраструктура и такие виды деятельности, как туризм, находятся в прибрежных районах или рядом с ними. Туризм обеспечивает главный источник доходов и занятости для многих малых островных государств (таблица ТР-13). Изменения температуры и режимов выпадения осадков, а также утрата пляжей могут привести к катастрофическим последствиям для экономики многих малых островных государств (высокая достоверность). Ввиду высокой уязвимости этих районов для будущего изменения климата и подъема уровня моря важное значение имеет защита и питание пляжей и других мест посредством осуществления программ, предусматривающих разумное использование ресурсов. Комплексное управление прибрежной зоной определено в качестве одного из подходов, который окажется полезным для многих малых островных государств в плане устойчивого функционирования отрасли туризма. [17.2.7, 17.2.9]

5.8.6 Социальные, культурные и традиционные активы

Изменение климата и подъем уровня моря создадут также угрозу для определенных традиционных активов островов (товары и услуги). Эти активы включают средства существования и традиционные технологии (навыки и знания), а также связующие общинные структуры, которые в прошлом способствовали поддержанию жизнеспособности этих островов в случае различных катастрофических явлений. Подъем уровня моря и изменение климата в сочетании с другими экологическими нагрузками уже привели к уничтожению уникальных мест, имеющих культурную и духовную ценность, традиционного наследственного достояния и важных защищенных прибрежных районов во многих островных государствах Тихого океана. [17.2.10]

6. Адаптация, устойчивое развитие и справедливость

Адаптация к изменению климата обладает потенциалом существенного уменьшения многих из отрицательных последствий этого изменения и усиления благоприятных последствий, хотя это неизбежно связано с расходами или остаточным ущербом. В естественных системах адаптация носит характер реагирования, в то время как в антропологических системах она также может иметь характер прогнозирования. На рисунке ТР-9 показаны виды и пример адаптации к изменению климата. Опыт в области адаптации к изменчивости климата и его экстремальным величинам показывает, что в частном и государственном секторах имеются факторы, ограничивающие достижение потенциала адаптации. Принятие и эффективность частных или рыночных вариантов адаптации в секторах и регионах ограничиваются действием других сил, институциональными условиями и различными причинами сбоев в функционировании рынка. Имеется мало доказательств, позволяющих предположить, что частные варианты адаптации будут применяться в целях нейтрализации ущерба от изменения климата в естественной окружающей среде. В некоторых случаях адаптационные меры могут иметь неумышленные последствия, включая экологический ущерб. Экологические, социальные и экономические расходы, связанные с принятием варианта независимой адаптации в виде реагирования на аккумулятивные последствия изменения климата являются существенными. Многих из этих расходов можно избежать благодаря запланированной адаптации в виде прогнозирования. В случае их правильной разработки многие стратегии адаптации могли бы дать многочисленные выгоды в ближайшей и

долгосрочной перспективе. В то же время их осуществление и эффективность характеризуются определенными ограничениями. Повышение адаптационного потенциала уменьшает уязвимость секторов и регионов для изменения климата, включая изменчивость и экстремальные явления, и таким образом способствует устойчивому развитию и справедливости. [18.2.4, 18.3.4]

Плановая прогностическая адаптация обладает потенциалом для уменьшения уязвимости и реализации возможностей, связанных с изменением климата, независимо от автономной адаптации. Адаптация при содействии государственных учреждений является важной частью реагирования общества на изменение климата. Осуществление адаптационной политики, программ и мероприятий будет обычно давать незамедлительные будущие выгоды. Варианты адаптации к существующим климатическим и связанным с климатом рискам (например, повторяющиеся засухи, штормы, наводнения и другие экстремальные явления) обычно соответствуют адаптации к меняющимся и изменившимся климатическим условиям. Адаптационные меры будут, вероятно, осуществляться лишь в том случае, если они соответствуют решениям или программам реагирования на неклиматические нагрузки или включены в эти решения. Уязвимость, связанная с изменением климата, редко наблюдается независимо от неклиматических условий. Последствия климатических воздействий ощущаются через экономические или социальные нагрузки, а варианты адаптации к климату (отдельными лицами, общинами и правительствами) оцениваются и осуществляются в свете этих условий. Стоимость адаптации нередко незначительно отличается от стоимости управления или развития. Для того чтобы быть эффективной, адаптация к изменению климата должна учитывать неклиматические нагрузки и соответствовать существующим критериям в области политики, целям развития и управленческим структурам. [18.3.5, 18.4]

Ключевые характеристики изменения климата для уязвимости и адаптации связаны с изменчивостью и экстремальными величинами, а не просто меняющимися усредненными условиями (рисунок TP-10). Общество и отрасли экономики веками занимались осуществлением адаптации к климату. Большинство секторов, регионов и общин способны в разумных пределах адаптироваться к изменениям усредненных условий, особенно, если эти изменения происходят постепенно. В то же

Таблица TP-13. *Важное значение туризма для отдельных малых островных государств и территорий*

Страна	Количество туристов (в тыс. чел.)[a]	Процентное отношение туристов к численности населения[a]	Поступления от туризма[b]	
			% ВВП	% экспорта
Антигуа и Барбуда	232	364	63	74
Багамские острова	1618	586	42	76
Барбадос	472	182	39	56
Вануату	49	27	19	41
Гаити	149	2	4	51
Гренада	111	116	27	61
Доминика	65	98	16	33
Доминиканская Республика	2211	28	14	30
Кабо-Верде	45	11	12	37
Кипр	2088	281	24	49
Коморские острова	26	5	11	48
Куба	1153	11	9	n/a
Маврикий	536	46	16	27
Мальдивские острова	366	131	95	68
Мальта	1111	295	23	29
Папуа-Новая Гвинея	66	2	2	3
Самоа	68	31	20	49
Сент-Винсент	65	55	24	46
Сент-Киттс и Невис	88	211	31	64
Сент-Люсия	248	165	41	67
Сейшельские острова	130	167	35	52
Сингапур	7198	209	6	4
Соломоновы острова	16	4	3	4
Тринидад и Тобаго	324	29	4	8
Фиджи	359	45	19	29
Ямайка	1192	46	32	40

[a] Данные о количестве туристов по отношению к численности населения за 1999 г.

[b] Данные о поступлениях от туризма за 1997 г. для Багамских островов, Кабо-Верде, Маврикия, Мальдивских островов, Мальты, Самоа, Сейшельских островов, Сингапура и Соломоновых островов; 1996 г. для Антигуа и Барбуды, Гаити, Гренады, Доминики, Доминиканской Республики, Кубы, Папуа-Новая Гвинея, Сент-Люсии и Сент-Винсент, Фиджи; 1995 г. для Барбадоса, Вануату, Кипра, Коморских островов, Тринидад и Тобаго; и 1994 г. для Невис и Сент-Киттс.

Рисунок TP-9. Виды адаптации к изменению климата, включая примеры

		Вариант прогнозирования	Вариант реагирования
Естественные системы			• Изменения продолжительности вегетационного периода • Изменения в составе экосистемы • Миграция сильно увлажненных земель
Антропогенные системы	*Частный*	• Приобретение страхования • Строительство домов на сваях • Переконструирование нефтяных вышек	• Изменения в практике ведения сельского хозяйства • Измен-я в системе страх. премий • Покупка кондиционеров
Антропогенные системы	*Общественный*	• Система раннего предупреждения • Новые строительные кодексы, стандарты конструирования • Стимулы для переселения	• Компенсационные выплаты, субсидии • Ужесточение строительных кодексов • Питание пляжей

время потери в результате климатических колебаний и экстремальных явлений являются существенными, а в некоторых секторах возрастающими. Эти потери свидетельствуют о том, что автономная адаптация была недостаточной для нейтрализации ущерба, связанного с временными колебаниями климатических условий. В этой связи общины являются более уязвимыми и в меньшей степени способны адаптироваться к частым изменениям условий и/или масштабу, отличных от средних условий, особенно к экстремальным величинам, которые являются типичными для изменения климата. Та степень, в которой будущие варианты адаптации будут успешными для нейтрализации неблагоприятных последствий изменения климата, будут определяться сообразно успеху в области адаптирования к изменению климата, изменчивости и экстремальным явлениям. [18.2.2]

6.1. Адаптационный потенциал

Адаптационный потенциал существенным образом меняется в зависимости от регионов, стран и социально-экономических групп и будет меняться с течением времени. В таблице TP-14 дается резюме адаптационных мер и возможностей с разбивкой по секторам, а в таблице TP-15 эта информация дается по каждому региону, охваченному в ТДО. Большинство уязвимых регионов и общин являются весьма подверженными разрушительным последствиям изменения климата и обладают ограниченным адаптационным потенциалом. Способность адаптироваться и справляться с последствиями изменения климата зависит от богатства, научно-технических знаний, информации, наличия квалифицированных кадров, инфраструктуры, институтов и справедливости. Страны с ограниченными экономическими ресурсами, низким уровнем технологии, малым информационным потенциалом и немногочисленными квалифицированными кадрами, плохой инфраструктурой, нестабильными или слабыми институтами, а также отсутствием возможности для обеспечения справедливости и доступа к ресурсам, обладают низкой способностью к адаптации и являются весьма уязвимыми. Группы и регионы с адаптационным потенциалом, который ограничивается в соответствии с одним из этих факторов, являются более уязвимыми для ущерба в результате изменения климата, равно как и более уязвимыми для других нагрузок. [18.5, 18.7]

6.2 Развитие, устойчивость и справедливость

Меры, необходимые для повышения способности к адаптации, по сути своей аналогичны мерам по поощрению устойчивого развития. Повышение адаптационного потенциала является необходимым условием для уменьшения уязвимости, особенно для большинства уязвимых регионов, стран и социально-экономических групп. Многие из секторов и регионов, которые являются уязвимыми для изменения климата, испытывают также нагрузку в результате действия таких факторов, как рост населения и истощение ресурсов. Цели в области климатической адаптации и устойчивости могут быть совместно достигнуты посредством внесения изменений в политику, благодаря которым снижается нагрузка на ресурсы, повышается эффективность управления экологическими рисками и повышается адаптационный потенциал. Задачи в области климатической адаптации и справедливости могут совместно осуществляться посредством инициатив, способствующих повышению уровня благосостояния самых бедных слоев населения, например, посредством повышения продовольственной безопасности, облегчения доступа к чистой воде и медицинскому обслуживанию, а также предоставления убежища и доступа к другим ресурсам. Решения, мероприятия и программы в области развития играют важную роль в изменении адаптационного потенциала общин и регионов, однако, при этом они характеризуются тенденцией игнорирования рисков, связанных с изменчивостью климата и его изменением. Учет климатических рисков при разработке и осуществлении инициатив в области развития является необходимым для уменьшения уязвимости и повышения устойчивости. [18.6.1]

7. Глобальные вопросы и синтез

7.1. Определение последствий изменения климата

Данные наблюдений показывают, что изменение климата в XX веке уже отрицательно повлияло на набор разнообразных физических и биологических систем. Примеры наблюдаемых изменений, связанных с климатом, включают уменьшение объема ледников; таяние вечной мерзлоты; сдвиги дат

Рисунок ТР-10. Изменение климата, изменчивость, экстремальные явления и диапазон допустимости

образования и вскрытия ледяного покрова на реках и озерах; повышение объема интенсивности осадков в большинстве районов средних и высоких широт северного полушария; удлинение вегетационных периодов; и более ранние даты цветения деревьев, появления насекомых и кладки яиц птицами. Статистически значимые связи между изменениями регионального климата и наблюдаемыми изменениями в физических и биологических системах документально зарегистрированы в пресноводной среде обитания, наземной и морской окружающей среде на всех континентах. [19.2]

Присутствие многочисленных причинных факторов (например, изменения в землепользовании, загрязнение) превращает объяснение многих наблюдаемых последствий регионального изменения климата в сложную проблему. Тем не менее исследования систем, подверженных значительному изменению регионального климата, а также с известной чувствительностью к этому изменению, выявляют изменения, которые соответствуют хорошо известным связям между климатом и физическими или биологическими процессами (например, сдвиги в энергетическом балансе ледников, сдвиги в границах расселения животных и растений в тех случаях, когда температуры превышают физиологические пороговые значения) почти в 80 % биологических случаев и почти 99 % физических случаев. В таблице ТР-16 показано ~450 изменений в процессах или видах, которые были связаны с изменениями региональной температуры. На рисунке ТР-11 показаны места, в которых в ходе исследований были документально зарегистрированы последствия изменения региональной температуры. Эти соответствия повышают нашу уверенность в наличии связей между изменениями регионального климата и наблюдаемыми изменениями в физических и биологических системах. На основании наблюдаемых изменений существует высокая достоверность того, что изменение климата в XX веке оказало ощутимое воздействие на многие физические и биологические системы. Изменения в биоте и физических системах, наблюдаемые в XX

веке, свидетельствуют о том, что эти системы чувствительно реагируют на изменение климата, которое является незначительным по отношению к изменениям, которые прогнозировались на XXI век. О высокой чувствительности биологических систем к долгосрочному климатическому изменению свидетельствуют также документы прошлых лет. [19.2.2.]

Ожидается, что симптомы последствий регионального изменения климата более четко проявятся в физических и биотических системах по сравнению с социально-экономическими системами, которые одновременно подвергаются многочисленным комплексным, не связанным с климатом нагрузкам, таким, как рост численности населения и урбанизация. Предварительные данные показывают, что некоторые социально-экономические системы пострадали отчасти в результате региональных климатических изменений в XX веке (например повышенный ущерб из-за наводнений и засух в некоторых местах при значительном увеличении страховых последствий). Совпадающие или альтернативные объяснения подобных наблюдаемых региональных последствий приводят лишь к низкой-средней достоверности в отношении определения того, затрагивает ли изменение климата эти системы. [19.2.2.4]

7.2 Пять причин озабоченности

Определенные существующие в настоящее время знания о последствиях изменения климата, уязвимости и адаптации обобщаются в данном документе в рамках пяти причин для озабоченности: уникальные и находящиеся в опасности системы; глобальные совокупные последстия; распределение последствий; экстремальные явления погоды и крупномасштабные необычные события. Рассмотрение этих причин для озабоченности способствует пониманию факторов уязвимости и потенциальных выгод, связанных с изменением климата антропогенного происхождения, которые могут способствовать осмыслению политиками того, что может представлять собой опасное вмешательство в климатическую систему в контексте статьи 2 РКИК ООН. Ни один из отдельных факторов не является в высшей степени приоритетным.

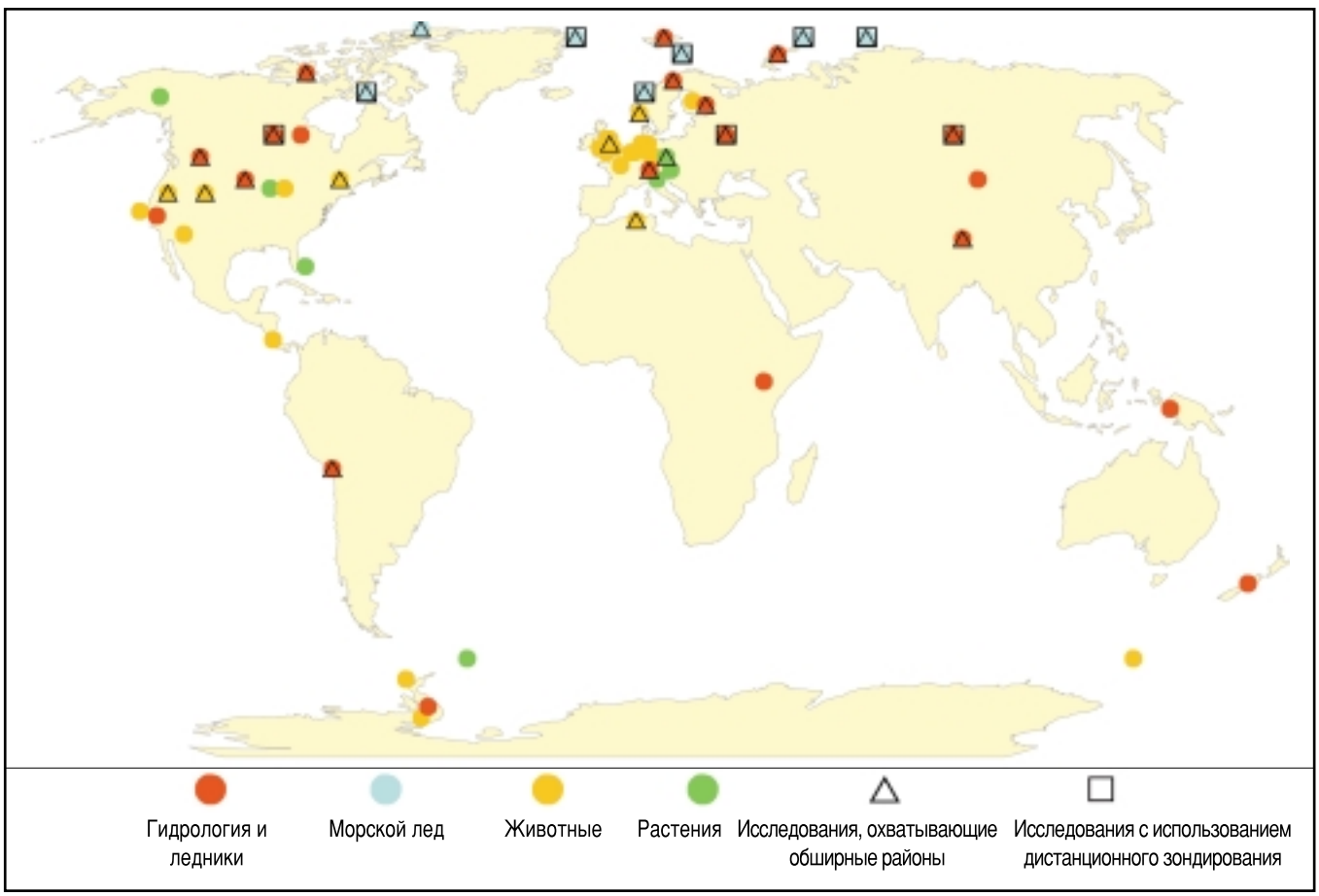


Рисунок TP-11. Места, в которых систематические долгосрочные исследования соответствуют строгим критериям документирования последних связанных с температурой последствий изменения регионального климата для физических и биологических систем. Гидрология, отступание ледников и данные о морском льде характеризуются десятилетними—столетними тенденциями. Данные о наземных и морских экосистемах отражают тенденции как минимум двух десятилетий. Исследования посредством дистанционного зондирования охватывают обширные районы. Данные касаются единичных или многочисленных последствий, которые соответствуют известным механизмам реагирования физических/биологических систем на наблюдаемые региональные изменения, связанные с изменением температуры. Для отражения известных последствий, охватывающих обширные районы, были выбраны репрезентативные местоположения на карте.

Таблица ТР-14. *Адаптация и адаптационный потенциал в секторах (ключевые выводы из глав 4—9)*

Сектор	Ключевые выводы
Водные ресурсы	– Управляющие водными ресурсами имеют опыт адаптации к изменению. Существуют многочисленные методы оценки и осуществления адаптационных вариантов. В то же время убедительный характер изменения климата может помешать некоторым традиционным адаптационным стратегиям, а имеющиеся варианты адаптации часто не используются. – Адаптация может быть связана с управлением со стороны предложения (например меняющаяся инфраструктура или институциональные механизмы) и со стороны спроса (меняющийся спрос или уменьшение риска). Существуют многочисленные варианты политики «без сожаления», которые дадут чистые социальные выгоды независимо от изменения климата. – Изменение климата является лишь одним из многочисленных факторов нагрузки, с которыми сталкиваются управляющие водными ресурсами. Нигде решения, связанные с управлением водными ресурсами, не принимаются исключительно для решения проблем изменения климата, хотя эти проблемы все чаще учитываются в будущих вариантах рационального использования ресурсов. Некоторые виды уязвимости выходят за рамки обычной сферы ответственности управляющих водными ресурсами. – Оценки экономической стоимости последствий изменения климата для водных ресурсов в значительной мере зависят от допущений в отношении адаптации. Экономически оптимальная адаптация может быть не осуществлена в результате ограничений, связанных с неопределенностью, институтами и справедливостью. – Экстремальные события нередко являются факторами, ускоряющими изменение в области управления водными ресурсами, поскольку они показывают уязвимость и повышают информированность о климатических рисках. Изменение климата изменяет показатели экстремальных величин и изменчивости, усложняя тем самым решения в отношении адаптации. – Способность к адаптации подвержена воздействию таких факторов, как институциональный потенциал, богатство, философия управления, временные масштабы планирования, организационная и правовая рамочная основа, технология и мобильность населения. – Управляющие водными ресурсами нуждаются скорее в исследовательских и управленческих механизмах, предназначенных для адаптации при неопределенности изменения, а не совершенствовании сценариев климата.
Экосистемы и их функции	– Адаптация к потере некоторых функций экосистем может быть возможной, особенно в управляемых экосистемах. В то же время адаптация к потерям в диких экосистемах и биоразнообразию может оказаться трудной или невозможной. – Существуют значительный потенциал для адаптации в сельском хозяйстве, включая изменения сельскохозяйственных культур и замену ресурсов, однако, адаптация к меняющемуся изменению климата и межгодовой изменчивости является неопределенной. – Варианты адаптации в сельском хозяйстве являются возможными, однако, они будут осуществлены не без значительных расходов в переходный период и равновесных (или остаточных) расходов. – Более значительные отрицательные последствия ожидаются в районах, где ресурсные возможности яляются самыми бедными, а способности фемеров к адаптации в высшей мере ограничены. – Во многих странах, где пастбища играют важную роль, отсутствие инфраструктуры и инвестиций в управлении ресурсами ограничивают выбор вариантов для адаптации. – Коммерческое лесоводство способно к адаптации, учитывая историю долгосрочных решений в области управления в условиях неопределенности. Ожидается адаптация в области управления землепользованием (лесоводство с селекцией видов) и управлением продукции (обработка – маркетинг). – Адаптация в развитых странах будет осуществляться более легко, в то время как в развивающихся странах и странах с переходной экономикой, особенно в тропиках и субтропиках, она будет более трудной.
Прибрежные зоны	– Без адаптации последствия глобального потепления и подъема уровня моря будут катастрофическими. – Прибрежная адаптация связана не только с простым выбором одного из технических вариантов для реагирования на подъем уровня моря (стратегии могут быть предназначены для защиты, адаптации или отступления). Это скорее комплексный и повторяющийся процесс, а не простой выбор. – Варианты адаптации являются более приемлемыми и эффективными в тех случаях, когда их включают в рамки управления прибрежной зоной, программы мер по смягчению последствий стихийных бедствий, планирование землепользованием и стратегии устойчивого развития. – Выбор варианта адаптации будет обусловлен целями существующей политики и развития, а также потребует от исследователей и политиков проведения работы в направлении разработки приемлемой для всех рамочной основы для адаптации. – Способность прибрежных систем адаптироваться к пертурбациям зависит от жизнеспособности прибрежной зоны, включающей морфологические, экологические и социально-экономические компоненты. Повышенная жизнеспособность, включая технический, институциональный, экономический и культурный потенциал, необходимый для того, чтобы справиться с последствиями, является наиболее подходящей адаптационной стратегией с учетом будущих неопределенностей и желания сохранения возможностей для развития. – Меньше всего пострадают прибрежные общины и связанные с морской деятельностью экономические сектора с низкой уязвимостью или высоким адаптационным потенциалом. Меньшим доступом к вариантам адаптации и большей уязвимостью характеризуются общины с меньшими экономическими ресурсами, худшей инфраструктурой, менее развитыми системами связи и транспорта и слабыми системами социальной поддержки.

Таблица ТР-14. *(продолж.)*

Сектор	Ключевые выводы
Людские поселения, энергия и промышленность	– Более значительные и более дорогостоящие последствия изменения климата наблюдаются в результате изменившихся вероятностей экстремальных явлений погоды, которые превосходят запланированную жизнеспособность антропогенных систем. – Имеются многочисленные варианты адаптации для уменьшения уязвимости поселений. В то же время городские планировщики, особенно в развивающихся странах, обладают столь малыми возможностями для решения существующих проблем (жилищное строительство, санитария, вода и энергоснабжение), что решение проблем, связанных с рисками изменения климата, выходит за пределы имеющихся у них средств. – Основными препятствиями к адаптации в людских поселениях являются отсутствие финансовых ресурсов, слабые институты и неадекватное или неправильное планирование. – Успешная экологическая адаптация невозможна без наличия местного, технически компетентного и пользующегося политической поддержкой руководства. – Неопределенность в отношении наличия потенциала для реагирования и соответствующего желания мешает оценке адаптации и уязвимости.
Страхование и прочие финансовые услуги	– Адаптация в области финансовых и страховых услуг в краткосрочной перспективе коснется, вероятно, меняющейся частоты и интенсивности экстремальных метеорологических событий. – Повышение риска может привести к повышению объема традиционных деловых операций и разработки новых продуктов управления финансовым риском, однако повышенная изменчивость связанных с ущербом событий приведет к повышению страховой неопределенности. – Фирмы по предоставлению финансового обслуживания обладают способностью адаптироваться к внешним потрясениям, однако, имеется мало потдверждений того, что изменение климата учитывается при принятии решений об инвестициях. – Адаптационный потенциал финансового сектора испытывает влияние таких факторов, как механизм регулирования, способность фирм прекращать операции на рисковых рынках, а также фискальная политика в отношении резервов для катастрофических ситуаций. – Адаптация будет связана с изменениями ролей частного и государственного страхования. Изменения в сроках, интенсивности, частоте и/или пространственном распределении связанных с климатом потерь вызовут увеличение спроса на услуги уже перегруженной системы государственного страхования и программ по оказанию помощи в случае стихийных бедствий. – Развивающиеся страны стремятся провести своевременную адаптацию ввиду особых трудностей, включая ограниченное наличие капитала, плохой доступ к технологии и отсутствие правительственных программ. – Варианты адаптации страховых компаний включают повышение цен, политику невозобновления договоров, прекращение осуществления новой политики, ограничение максимальных претензий и повышение франчиз – меры, которые могут серьезно затронуть инвестиции в развивающиеся страны. – Развитые страны, как правило, обладают большим адаптационным потенциалом, включая технологию и экономические средства для несения расходов.
Здоровье человека	– Адаптация включает изменения в обществе, институтах, технологии или поведении, направленные на уменьшение потенциальных негативных последствий или увеличение положительных последствий. Существуют многочисленные варианты адаптации, которые могут быть осуществлены на уровне всего населения, общины или отдельной личности. – Большинство важных и экономически эффективных мер адаптации сводится к перестройке государственной инфраструктуры здравоохранения, которая в большинстве стран мира ухудшилась в последние годы. Многие заболевания и проблемы здравоохранения, которые могут быть усугублены изменением климата, могут эффективно предотвращаться при наличии адекватных финансовых и людских ресурсов для государственного здравоохранения, включая подготовку кадров, надзор и реагирование в чрезвычайной ситуации, а также программы профилактики и контроля. – Эффективность адаптации будет зависеть от ее своевременности. «Первичная» профилактика направлена на снижение рисков до начала болезни, в то время как «вторичное» вмешательство направлено на профилактику повторных случаев. – К числу факторов, определяющих способность адаптации к связанным с климатом опасностям, относятся: уровень материальных ресурсов, эффективность управления и гражданских институтов, качество инфраструктуры государственного здравоохранения, а также уже существущее распространение заболеваний. – Способность к адаптации будет также зависеть от проведения исследования с целью понимания связей, существующих между климатом, погодой, экстремальными событиями и трансмиссивными заболеваниями.

В таблице ТР-12 представлены выводы качественного характера относительно последствий изменения климата, имеющих отношение к причинам для обеспокоенности. При незначительном увеличении средней глобальной температуры[3] некоторые из причин для обеспокоенности характеризуются наличием потенциала для негативных последствий, в то время как другие причины характеризуются незначительным неблагоприятным последствием или риском. При больших повышениях температуры все линии доказательств свидетельствует о наличии потенциала для неблагоприятных последствий, при этом последствия в каждой причине для озабоченности становятся все более негативными по мере повышения температуры. Существует высокая достоверность этой общей связи между последствиями и изменением температуры, однако достоверность, как правило, является низкой при оценках пороговых значений изменения температуры, при которых будут иметь место различные категории последствий. [19.8]

Таблица TP-15. *Адаптация и потенциал в регионах (ключевые выводы из глав 10—17)*

Сектор	Ключевые выводы
Африка	– Адаптационные мероприятия повысят гибкость и дадут чистые выгоды для водных ресурсов (ирригация и повторное использование воды, управление водоносными горизонтами и подводными водами, опреснение), сельского хозяйства (изменение культур, технология, ирригация, земледелие) и лесного хозяйства (восстановление местных видов, энергоэффективные кухонные плиты, устойчивое управление общинами). – Без адаптации изменение климата приведет к значительному сокращению резервной системы дикой природы в результате изменения экосистем, а также миграции и гибели видов. Это является важным экологическим и экономическим фактором уязвимости в Африке. – Подход на основе разделения риска между странами усилит стратегию адаптации, включая принятие мер по уменьшению последствий стихийных бедствий, сообщение о возникшем риске, эвакуацию в чрезвычайной ситуации и коллективное управление водными ресурсами. – Большинство стран в Африке являются особо уязвимыми для изменения климата ввиду ограниченного адаптационного потенциала в результате широко распространенной нищеты, повторяющихся засух, несправедливого распределения земли и зависимости от неорошаемого сельского хозяйства. – Для увеличения адаптационного потенциала требуется наличие полномочий на местном уровне в процессе принятия решений и включения вопросов климатической адаптации в рамки более широких стратегий устойчивого развития.
Азия	– Приоритетными областями для адаптации являются земельные и водные ресурсы, производительность продовольствия, готовность к стихийным бедствиям и планирование, особенно для более бедных и зависящих от ресурсов стран. – Адаптация уже нужна для реагирования на уязвимость, связанную с изменчивостью климата, здоровьем человека, прибрежными поселениями, инфраструктурой и продовольственной безопасностью. Большинство секторов в Азии характеризуются весьма плохой устойчивостью к изменению климата. Во многих странах расширение ирригационной системы будет трудной и дорогостоящей задачей. – Для многих развивающихся стран в Азии изменение климата – это лишь одна из множества проблем, требующих решения, включая более срочные потребности, такие, как голод, водоснабжение, загрязнение и энергия. Ресурсы, имеющиеся для целей адаптации к климату, являются ограниченными. Адаптационное реагирование тесно связано с деятельностью в области развития, которую необходимо учитывать при оценке вариантов адаптации. – Ранние признаки изменения климата уже наблюдались и могут стать более ярко выраженными через одно или два десятилетия. Если это время не будет использовано для разработки и осуществления вариантов адаптации, может оказаться слишком поздно для принятия мер по предотвращению катастроф. Долгосрочная адаптация требует прогностических действий. – На региональном и национальном уровнях имеется широкий перечень мер предосторожности, предназначенных для уменьшения экономических и социальных последствий стихийных бедствий. Эти стратегии включают повышение информированности и расширение страховой отрасли. – Для разработки эффективных стратегий адаптации требуются участие на местном уровне, учет общинных концепций и признание многочисленных факторов нагрузки на устойчивое управление ресурсами. – Адаптационный потенциал меняется в зависимости от страны и зависит от социальной структуры, культуры, экономического потенциала и уровня сбоев в функционировании окружающей среды. К числу ограничивающих факторов относятся слабые ресурсные и инфраструктурные основы, нищета и несоответствие в уровне доходов, слабость учреждений и ограниченная технология. – Проблемы в Азии заключаются в выявлении возможностей для оказания содействия устойчивому развитию при помощи стратегий, которые обеспечивают устойчивость к изменчивости климата чувствительных к климату секторов. – Стратегии адаптации будут усилены благодаря учету в большей степени системного подхода, уделению главного внимания многочисленным интерактивным нагрузкам и меньшей зависимости от сценариев климата.
Австралия и Новая Зеландия	– Адаптация необходима для управления рисками, возникающими в связи с климатической изменчивостью и экстремальными явлениями. Экономика и общины на основе животноводства обладают значительной адаптируемостью, однако, являются чувствительными к любому увеличению частоты или продолжительности засух. – Варианты адаптации включают рациональное использование водных ресурсов, практику и политику в области землепользования, инженерные стандарты для инфраструктуры и медицинское обслуживание. – Адаптация будет жизнеспособной только в том случае, если она совместима с более широким экологическим и социально-экономическим контекстом, дает чистые социально-экономические выгоды и осуществляется заинтересованными участниками. – Адаптационное реагирование может сдерживаться противоречащими друг другу кратко- и долгосрочными задачами в сфере планирования. – Более бедные общины, в том числе многочисленные поселения коренного населения, являются особенно уязвимыми для связанных с климатом опасностей и нагрузок на здоровье, поскольку они часто находятся в подверженных опасности районах и располагают менее адекватными ресурсами с точки зрения жилищного фонда и здравоохранения, а также прочими ресурсами для адаптации.

Таблица ТР-15. *(продолж.)*

Сектор	Ключевые выводы
Европа	– Адаптационный потенциал в социально-экономических системах является относительно высоким вследствие благоприятных экономических условий, стабильного населения (способного мигрировать) и хорошо развитых политических, институциональных и технологических вспомогательных систем. – Реагирование деятельности человека и природной окружающей среды на текущие метеорологические пертурбации служат ориентиром для критической чувствительности в условиях изменения будущего климата. – Адаптация в лесном хозяйстве требует долгосрочного планирования; маловероятно, что адаптационные меры будут осуществляться своевременным образом. – Анализы на уровне земледелия показывают, что в случае полномасштабного осуществления адаптации возможно значительное уменьшение неблагоприятных последствий. – Адаптация естестественных систем, как правило, является слабой. – Более маргинальные и менее богатые районы будут в меньшей степени способны к адаптации; в этой связи, в случае неосуществления надлежащей политики реагирования, изменение климата может привести к большей несправедливости.
Латинская Америка	– Адаптационные меры обладают потенциалом для уменьшения связанных с климатом потерь в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве. – Существуют возможности для адаптации к нехватке воды и наводнениям посредством рационального использования водных ресурсов. – Адаптационные меры в секторе рыбного промысла включают изменение вылавливаемых видов и повышение цен для уменьшения потерь.
Северная Америка	– Напряжение социально-экономических систем в результате быстрых изменений климата и уровня моря усилит необходимость четко сформулированных стратегий адаптации. В некоторых случаях адаптация может принести чистые выгоды, особенно если изменение климата является медленным. – Действующие лица в большинстве секторов полагают, что имеется необходимая для адаптации технология, но при определенной социально-экономической стоимости. – Более успешная адаптация ожидается в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве. В то же время варианты адаптации для водных ресурсов, здравоохранения, продовольствия, энергетики и городов потребуют, вероятно, существенных институциональных и инфраструктурных изменений. – В секторе водных ресурсов варианты адаптации к изменениям сезонного стока включают накопление, совместное управление поставками и передачу воды. Может оказаться невозможным сохранение существующих высоких уровней надежности водоснабжения, особенно учитывая переходы к видам использования с высокой добавленной стоимостью. Адаптационные меры, такие, как «рынки водных ресурсов», могут привести к появлению озабоченности по поводу возможности доступа и конфликтам, вызванным приоритетам и распределения. – Такие виды адаптации, как прирусловые валы и дамбы, нередко являются успешными, для того чтобы справиться почти со всеми колебаниями погоды, однако они могут повысить уязвимость для большинства экстремальных явлений. – Имеется умеренный потенциал для адаптации посредством программ консервации, которые защищают в первую очередь находящиеся в опасности экосистемы, такие, как высокогорные экосистемы и сильно увлажненные земли. Нейтрализация неблагоприятных последствий для акватических систем может оказаться трудной или невозможной.
Полярные регионы	– Адаптация может осуществляться в естественных полярных экосистемах посредством миграции и изменения разнообразия видов. В опасности окажутся такие виды, как моржи, тюлени и полярные медведи; в то же время другие виды, такие, как рыбы, могут оказаться в самых благоприятных условиях. – Потенцил для адаптации является ограниченным в общинах коренного населения, которые придерживаются традиционного образа жизни. – Технологически развитые общины адаптируются, вероятно, весьма быстро, хотя значительный объем необходимых капиталовложений может привести к расходам, связанным с сохранением образа жизни. – Адаптация зависит от технологических достижений, институциональных механизмов, наличия финансовых средств и обмена информацией.
Малые островные государства	– Необходимость адаптации стала гораздо более срочной, даже если идет плавное осуществление глобальных соглашений по уменьшению будущих выбросов. – Большая часть адаптации будет выполняться людьми и общинами, которые живут в островных странах; поддержка со стороны правительств имеет существенное значение для осуществления адаптационных мер. – Для достижения прогресса потребуются интеграция соответствующих стратегий по уменьшению риска с другими секторальными инициативами в области политики по таким направлениям, как планирование устойчивого развития, предотвращение стихийных бедствий и меры по смягчению их последствий, комплексное управление прибрежной зоной и планирование здравоохранения. – Стратегии адаптации к подъему уровня моря включают отступание, приспособление и защиту. Такие меры, как отступание к более высоким местам и строительство защитных сооружений, представляют по-видимому незначительную практическую пользу, особенно, когда этому мешает ограниченный физический размер. – Меры по уменьшению суровости опасности для здоровья включают программы медицинского просвещения, учреждения здравоохранения, канализацию и организацию сбора и удаление твердых отходов, а также планы готовности к стихийным бедствиям. – Жители островов создали определенный потенциал для адаптации посредством применения традиционных знаний, подходящих для местных условий технологий и обычной практики. Однако общий адаптационный потенциал является низким из-за физического размера стран, ограниченного доступа к капиталу и технологии, нехватки квалифицированных людских ресурсов, отсутствия гарантии владения собственностью, перенаселенности и ограниченного доступа к ресурсам для целей строительства. – Многие малые острова нуждаются во внешней финансовой, технической и прочей помощи для адаптации. Адаптационный потенциал может быть увеличен посредством регионального сотрудничества и объединения ограниченных ресурсов.

7.2.1. Уникальные и находящиеся в опасности системы

Незначительные увеличения средней глобальной температуры могут вызвать значительный и необратимый ущерб для некоторых систем и видов, включая возможные потери на местном, региональном или глобальном уровнях. Определенные виды растений и животных, естественные системы и людские поселения являются весьма чувствительными к климату и испытают, вероятно, негативные воздействия изменения климата, связанные со сценариями среднего глобального потепления <1 °C. Неблагоприятные последствия для видов и систем станут более многочисленными и более серьезными в случае климатических изменений, которые будут сопровождать среднее глобальное потепление на 1—2 °C, и весьма вероятно, станут даже еще более многочисленными и серьезными при более высоких температурах. Чем выше будут темпы и величины температуры и других климатических изменений, тем выше будет вероятность того, что критические пороговые значения систем будут превзойдены. Многим из этих находящихся в опасности системам угрожает риск изменения климата, поскольку они сталкиваются с такими неклиматическими нагрузками, как нагрузки, связанные с землепользованием, изменениями в земплепользовании и загрязнением антропогенного происхождения. [19.3]

К числу видов, которым может угрожать опасность гибели в местном или глобальном масштабах в результате изменений климата, которые могут сопровождать незначительное повышение средней глобальной температуры, относятся: находящиеся в критической опасности виды в целом, виды с малой территорией распространения и популяции с низкой плотностью, виды, требующие ограниченной среды обитания, и виды, у которых подходящая среда обитания характеризуется неоднородным распределением, особенно, если они испытывают нагрузку в результате изменений в землепользовании и земного покрова антропогенного происхождения. Примеры видов, которым могут угрожать незначительные изменения, включают лесных птиц в Танзании, Resplendent Quetzal в Центральной Америке, горных горилл в Африке, земноводных, обитающих во влажных тропических горных лесах неотропиков, очкового медведя Анд, бенгальского тигра и другие виды, которые обитают на сильно улажненных землях Сундарбана, и чувствительные к осадкам виды растений, районом распространения которых являются Кейп флорал кингдом в Южной Африке. К числу естественных систем, которые могут оказаться в опасности, относятся: коралловые рифы, мангровые леса и другие прибрежные сильно увлажненные земли; горные экосистемы, распространение которых ограничено высотой до 200—300 м гористых районов; сильно увлажненные земли прерии, оставшиеся естественные лугопастбищные угодья; среда обитания рыб, живущих в холодной воде, и некоторых рыб, обитающих в прохладных водах; экосистемы, расположенные выше слоя вечной мерзлоты и экосистемы вдоль кромки льда, которые обеспечивают среду обитания для полярных медведей и пингвинов. Людские поселения, которые могут оказаться в серьезной опасности в результате изменения климата и уровня моря, связанных со средним потеплением в пределах средних-больших значений, включают некоторые поселения, находящиеся в низинных прибрежных районах и на островах, в поймах и на склонах холмов, особенно поселения с низким социально-экономическим статусом, такие, как скваттерские и прочие неформальные поселения. К числу других поселений, которым угрожает потенциальная опасность, относятся поселения коренных народов, которые в высшей степени зависят от природных ресурсов, чувствительных к изменению климата. [19.3]

7.2.2. Совокупные последствия

При небольшом повышении температуры совокупные последствия для рыночного сектора могут составлять плюс или минус несколько процентов мирового ВВП (средняя достоверность); совокупные последствия для нерыночного сектора могут быть отрицательными (низкая достоверность). Незначительные чистые последствия являются, главным образом, результатом того факта, что развитые страны, многие из которых могли бы иметь позитивные последствия, производят большую часть глобальной продукции. В то же время уделение большего внимания последствиям для более бедных стран в целях учета проблем справедливости может привести к чистым совокупным последствиям, которые являются негативными даже в случае среднего потепления. Возможно также, что большинство людей испытают неблагоприятные последствия в результате сценариев изменения климата в этом диапазоне, даже если чистый совокупный финансовый результат является позитивным. При среднем-значительном повышении температуры произойдет уменьшение выгод и повышение ущерба, в связи с чем чистое изменение в глобальном экономическом благосостоянии станет негативным и по мере усиления потепления — еще более негативным (средняя достоверность). Некоторые сектора, такие, как прибрежные и водные ресурсы, могут иметь отрицательные последствия в развитых и развивающихся странах. Другие сектора, такие, как сельское хозяйство и здоровье человека, могут иметь чистые позитивные последствия в одних странах и чистые негативные последствия в других странах. [19.5]

Результаты чувствительно реагируют на допущения в отношении изменений в региональном климате, уровней развития, адаптационного потенциала, темпов изменения, оценки последствий и методов, использованных для агрегирования потерь и выигрышей, включая выбор учетной справки. Кроме того, в этих исследованиях не учитываются потенциально важные факторы, такие, как изменения в экстремальных событиях, полезные и дополнительные меры реагирования на опасность неклиматических экстремальных событий, быстрое изменение регионального климата (например в результате изменений в циркуляции океана), усугубляющие последствия многочисленных нагрузок или противоположная или дополнительная реакция на эти нагрузки. Поскольку эти факторы еще предстоит учесть в оценках совокупных последствий, а оценки не включают всевозможные категориии последствий, особенно

[3] Интервалы повышения средней глобальной температуры на 0—2, 2—3 и >3 °C относительно 1990 г. именуются, соответственно, незначительными, умеренными и значительными. Результатом этого является относительно широкий диапазон для понятия «незначительный», поскольку в литературе действительно адекватным образом рассматривается потепление на 1—2 °C. Эти величины изменения средней глобальной температуры должны восприниматься в качестве приблизительного показателя того, когда могут, вероятно, наступить последствия; они не предназначены для определения пороговых величин или описания всех соответствующих аспектов последствий изменения климата, таких, как темпы изменения климата и изменения осадков, экстремальные климатические события или запоздалые (скрытые) воздействия, такие, как повышающийся уровень моря.

Таблица TP-16. *Процессы и виды, которые, согласно исследованиям, зависят от изменения региональной температуры*[a]

Регион	Таяние ледников/ снежного покрова, озерный/ речной льдb		Растительность		Беспозвоночные		Земноводные и пресмыкающиеся		Птицы		Млекопитающие	
Африка	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Антарктида	3	2	2	0	—	—	—	—	3	0	—	—
Азия	14	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Австралия	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Европа	29	4	41	3	47	1	7	0	368	92	7	0
Северная Америка	36	4	12	0	—	—	—	—	17	0	3	0
Латинская Америка	3	0	—	—	—	—	22	0	15	0	—	—
Всего	87	10	55	3	47	1	29	0	400	92	10	0

[a] В колонках приводятся данные о количестве видов и процессах в каждом регионе, которые, согласно каждому конретному исследованию, зависят от изменения региональной температуры. Для того чтобы его данные были включены в таблицу, каждое исследование должно показать, что виды или процесс меняются с течением времени и что с течением времения меняется региональная температура; большинство исследований выявили также наличие существенной связи между характером изменения температуры или изменения видов или процессов. Первая цифра указывает на количество видов или процессов, меняющихся таким образом, который предсказан в отношении глобального потепления. Вторая цифра — это количество видов или процессов, меняющихся в направлении, обратном тому, которое было предсказано в связи с потеплением на планете. Пустые клетки означают отсутствие каких-либо исследований по данному региону и категории.

[b] За исключением морского льда.

последствия нерыночного сектора, оценки совокупных последствий изменения климата для экономического благосостояни считаются неполными. С учетом неопределенностей в отношении совокупных оценок нельзя исключать возможности негативных воздействий при незначительном повышении температуры. [19.5]

7.2.3. Распределение последствий

Развивающиеся страны характеризуются большей тенденцией уязвимости для изменения климата по сравнению с развитыми странами (высокая достоверность). Ожидается, что развивающиеся страны в большей мере пострадают от неблагоприятных последствий по сравнению с развитыми странами (средняя достоверность). Незначительное повышение температуры будет иметь чистые негативные последствия для рыночных секторов во многих развивающихся странах (средняя достоверность) и чистые позитивные последствия для рыночных секторов во многих развитых странах (средняя достоверность). Различные результаты объясняются частично различиями в уровне подверженности и чувствительности (например, нынешние температуры ниже оптимальных в средних и высоких широтах для многих сельскохозяйственных культур, однако являются оптимальными или выше оптимальных в низких широтах), и частично меньшим адаптационным потенциалом в развивающихся странах по сравнению с развитыми странами. При среднем повышении температуры чистые позитивные последствия начнут превращаться в негативные, а негативные последствия будут усиливаться (высокая достоверность). Результаты этих исследований не учитывают в полной мере последствия изменения климата для нерыночного сектора, такие, как последствия для естественных систем, которые могут быть чувствительными к незначительному потеплению. К числу особенно уязвимых регионов относятся районы дельт, низинные малые островные государства и многие засушливые районы, где засухи и наличие водных ресурсов уже создают проблемы даже без изменения климата. Ожидается, что в рамках регионов или стран последствия лягут наиболее тяжким бременем (в относительных показателях) на неимущие слои населения. Самые бедные члены общества могут рассматриваться в качестве наиболее уязвимых для изменения климата ввиду отсутствия необходимых ресурсов для адаптации к последствиям, однако лишь в немногих исследованиях специально рассматривался вопрос о распределении последствий для неимущих слоев населения по сравнению с другими группами общества. [19.4]

Последствия для неуправляемых систем, вероятно, усилятся со временем и с точки зрения их суровости, однако последствия для управляемых систем могут усилиться или уменьшиться уже в течение XXI века. На распределение последствий в течение XXI века влияют несколько факторов. По мере возрастания концентраций ПГ будет также происходить увеличение степени подверженности изменению климатических воздействий. Неклиматические факторы нагрузки на естественные и социальные системы, которые повышают уязвимость систем, могут также возрастать с течением времени в результате роста населения и повышения спроса на землю, воду, государственную инфраструктуру и другие ресурсы. Рост населения, доходов и богатства означает также, что большее количество людей и антропогенных ресурсов будут потенциально уязвимы для изменения климата, которое будет характеризоваться

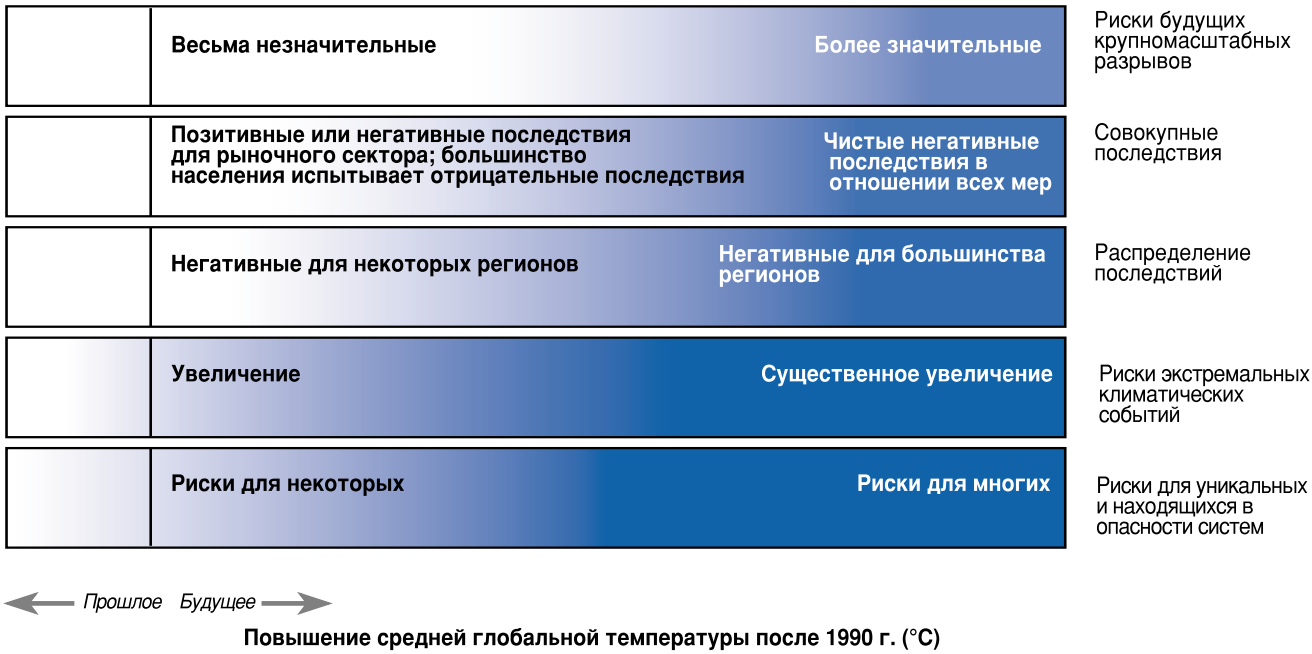


Рисунок TP-12. Последствия или риски изменения климата с разбивкой по причинам для озабоченности. Каждый ряд соответствует причине для озабоченности, а степень затемнения соответствует суровости последствия или риска. Белым цветом показано последствие или риск с нулевым или практически нейтральным значением, голубым цветом — несколько негативные последствия или низкие риски, а синий цвет обозначает более негативные последствия или более высокие риски. Усредненные глобальные температуры повысились в XX веке на 0,6 °C и вызвали определенные последствия. Последствия изображены на фоне увеличений средней глобальной температуры после 1990 г. На рисунке показано только то, каким образом происходит изменение последствий или рисков по мере пересечения границ пороговых величин повышения средней глобальной температуры, а не то, каким образом последствия или риски меняются при различных темпах изменения климата. Эти температуры следует воспринимать в качестве приблизительных показателей последствий, а не абсолютных пороговых величин.

тенденцией увеличения ущерба рыночному сектору в абсолютных показателях в долларовом исчислении; именно так обстояло дело в историческом плане. Этим тенденциям противостоят такие факторы, как повышение уровня богатства и технология, а также эффективность работы учреждений, что может повысить адаптационный потенциал и снизить уязвимость для изменения климата. [8,19.4]

Увеличение или уменьшение последствий и уязвимости с течением времени зависит, вероятно, отчасти от темпов изменения климата и развития, и это увеличение или уменьшение может быть различным для управляемых и неуправляемых систем. Чем выше темпы изменения климата, тем больше будет будущая уязвимость для потенциально неблагоприятных изменений и тем больше будет потенциал для превышения пороговых значений систем. Чем быстрее темпы развития, тем больше ресурсов будет подвержено изменению климата в будущем, но в равной мере также и адаптационный потенциал будущих обществ. Выгоды в результате повышения адаптационного потенциала являются, вероятно, более высокими для активно управляемых систем по сравнению с системами, которые в настоящее время являются неуправляемыми или слабо управляемыми. В силу этой причины, а также ввиду возможности того, что факторы неклиматического давления на естественные системы могут усилиться в будущем, ожидается повышение со временем уязвимости естественных систем (средняя достоверность). [19.4.2, 19.4.3]

Пути будущего развития, устойчивого или иного, будут определять будущую уязвимость для изменения климата, и последствия изменения климата могут пагубно отразиться на перспективах устойчивого развития в различных частях мира. Изменение климата — один из многочисленных факторов стресса, который негативно воздействует на антропогенные и естественные системы. Суровость многих из этих факторов стресса будет определяться частично теми путями развития, по которым пойдут общества людей; ожидается, что те пути, благодаря которым факторы стресса ослабляются, уменьшат уязвимость антропогенных и естественных систем для изменения климата. Развитие может также повлиять на будущую уязвимость путем повышения адаптационного потенциала, благодаря накоплению богатства, технологии, информации, квалифицированных кадров и необходимой инфраструктуры, а также развития эффективных институтов и более высокого уровня справедливости. Последствия изменения климата могут сказаться на перспективах устойчивого развития в результате изменения потенциала для производства продовольствия и клетчатки, водоснабжения и качества воды, обеспечения здоровья человека и переключения финансовых и людских ресурсов на цели адаптации. [18]

7.2.4. Экстремальные явления погоды

Многие климатические последствия связаны с экстремальными явлениями погоды и то же самое относится к последствиям изменения климата. Значительный потенциал ущерба в результате экстремальных явлений объясняется их суровостью, неожиданностью и непредсказуемостью, что делает их сложными для адаптации. Модели развития могут увеличить уязвимость для экстремальных явлений. Например, крупномасштабное развитие вдоль прибрежных районов повышает подверженность

штормовым нагонам и тропическим циклонам, повышая, таким образом, их уязвимость.

Частота и масштабы многих экстремальных климатических событий повышаются даже при незначительном росте температуры и будут становиться еще большими при более высоких температурах (высокая достоверность). К числу экстремальных явлений относятся, например, наводнения, недостаточная увлажненность почвы, тропические циклоны, штормы, высокие температуры и пожары. Последствия экстремальных явлений нередко носят в значительной мере местный характер и могут оказать значительное воздействие на конкретные сектора и регионы. Усиление экстремальных событий может привести к выходу за пределы критических, конструктивных и естественных пороговых значений, после которых начинается быстрое увеличение масштабов последствий (высокая достоверность). Многочисленные последующие неэкстремальные события могут также создать проблемы, поскольку они могут снизить адаптационный потенциал в результате истощения резервов компаний по страхованию и повторному страхованию. [8,19.6.3.1]

Повышение частоты и масштабов экстремальных явлений будет иметь неблагоприятные последствия для всех секторов и регионов. Сельское хозяйство и водные ресурсы могут оказаться особенно уязвимыми для изменений гидрологических и температурных экстремальных величин. Прибрежная инфраструктура и экосистемы могут испытать негативные воздействия вследствие изменений в частоте тропических циклонов и штормовых нагонов. Связанная с жарой смертность, вероятно, повысится вместе с ростом температур; смертность, связанная с холодной погодой, вероятно сократится. Наводнения могут привести к распространению передаваемых через воду и трансмиссивных заболеваний, особенно в развивающихся странах. Многие из финансовых видов ущерба вследствие экстремальных явлений будут иметь последствия для широкого круга финансовых учреждений — от компаний страхования и повторного страхования до инвесторов, банков и фондов по оказанию помощи в случае стихийных бедствий. Изменения в статистике экстремальных явлений имеют последствия для конструктивных норм инженерных применений (например, береговые валы, мосты, проектирование сооружений и районирование), которые основаны на оценках возвратных периодов, а также для оценки экономического функционирования и жизнеспособности конкретных предприятий, подвергающихся воздействию погоды. [19.6.3.1]

7.2.5. Крупномасштабные разовые события

Изменение климата в результате деятельности человека обладает потенциалом для начала крупномасштабных изменений в системах Земли, которые могут иметь серьезные последствия в региональном или глобальном масштабах. Вероятности инициирования подобных явлений недостаточно поняты, однако их не следует игнорировать, учитывая серьезность их последствий. События подобного типа, которые могут быть, вероятно, инициированы, включают полное или частичное прекращение формирования североатлантических и антарктических глубинных вод, распад Западноантарктического и Гренландского ледовых щитов и крупные пертурбации в динамике углерода, регулируемой биосферой. Определение сроков и вероятностей наступления крупномасштабных сбоев является трудным, поскольку эти явления вызываются комплексным взаимодействием между компонентами климатической системы. Практическое воздействие непостоянного характера может вызвать задержку начала процесса на десятилетия—века. Эти инициирующие механизмы чувствительно реагируют на масштабы и темпы изменения климата. Значительное повышение температуры может привести к крупномасштабным сбоям в функционировании климатической системы (средняя достоверность).

Подобные сбои могут вызвать серьезные последствия в региональном и даже глобальном масштабе, однако до сих пор не проведены глубинные анализы последствий. Несколько моделей имитаций климата показывают полное прекращение североатлантической термогалинной циркуляции в случае значительного потепления. Хотя для полного прекращения может потребоваться несколько веков, прекращение конвекции в региональном масштабе и значительное ослабление термогалинной циркуляции могут произойти в течение следующего столетия. Если это случится, данное событие может привести к быстрому изменению регионального климата в Североатлантическом регионе с серьезными последствиями для общества и экосистем. Разрушение западноантарктического ледового щита вызовет глобальный подъем уровня моря на несколько метров, адаптироваться к которому может оказаться весьма трудно. Хотя на подобный распад могут уйти, вероятно, многие сотни лет, подобный процесс может неизбежно начаться в следующем столетии. Относительная величина процессов обратной связи, связанных с прохождением цикла углерода через океаны и земную биосферу, будет нарушена в результате повышения температуры. Достижение предела и уменьшение чистого эффекта поглощения земной биосферой, которые согласно прогнозам произойдут в течение следующего столетия, наряду с аналогичными процессами могут привести к доминированию позитивных обратных связей над негативными и значительному усилению тенденции потепления. [19.6.3.2]

8. Информационные потребности

Несмотря на достигнутый прогресс сохраняются значительные пробелы в знаниях, касающихся воздействия внешней среды, чувствительности, адаптируемости и уязвимости физических, экологических и социальных систем, связанных с изменением климата. Продвижение вперед в этих областях является первоочередной задачей для повышения уровня понимания потенциальных последствий изменения климата для человеческого общества и мира природы, равно как и оказание содействия проведению анализов возможных мер реагирования.

Подверженность воздействию. Требуются более совершенные методы прогнозирования подверженности воздействиям климата и другим неклиматическим факторам стресса при меньших пространственных масштабах, с тем чтобы повысить уровень понимания потенциальных последствий изменения климата, включая региональные различия и воздействия, к

которым необходимо будет, вероятно, адаптировать системы. Работа в этой области должна быть основана на результатах исследований чувствительности, адаптируемости и уязвимости систем для определения тех видов климатических воздействий и неклиматических факторов стресса, которые в наибольшей мере затрагивают эти системы. Подобные исследования особенно необходимы в развивающихся странах, во многих из которых отсутствуют исторические данные, надлежащие системы мониторинга, а также возможности для проведения исследований и развития. Развитие местного потенциала в области оценки и управление экологическими факторами повысят эффективность капиталовложений. Приоритетное значение имеют методы исследования возможных изменений в частоте и интенсивности экстремальных климатических событий, изменчивости климата и крупномасштабных резких изменений в системах планеты Земля, таких, как замедление или прекращение термогалинной циркуляции океанов. Необходимо также проведение работы в целях лучшего понимания того, каким образом социально-экономические факторы влияют на подверженность воздействиям различных типов населения.

Чувствительность. Чувствительность к климатическим воздействиям до сих пор недостаточно определена в количественном отношении для многих естественных и антропогенных систем. Реагирование систем на изменение климата будет включать, как ожидается, значительные нелинейности, непостоянную или резкую реакцию разной продолжитетельности и комплексные взаимодействия с другими системами. В то же время для многих систем отсутствует четкое количественное определение кривизны, пороговых значений и взаимодействий системного реагирования. Требуется проведение работы для разработки и усовершенствования основанных на критериях процесса динамичных моделей естественных, социальных и экономических систем; оценки модельных параметров реагирования систем на переменные климатические величины; и проверки достоверности результатов модельной имитации. Эта работа должна включать использование данных наблюдений, данных более старинных наблюдений в тех случаях, когда они применимы, а также долгосрочного мониторинга систем и тех факторов, которые воздействуют на них. Постоянные усилия в целях выявления последствий наблюдаемого изменения климата являются приоритетной необходимостью для дальнейшего исследования, которое может обеспечить эмпирическую информацию для понимания чувствительности систем к изменению климата.

Адаптируемость. Достигнут прогресс в исследовании адаптационных мер и адаптационного потенциала. В то же время требуется проведение работы для лучшего понимания применимости опыта, полученного в области адаптации к изменчивости климата, к изменению климата, использование этой информации для разработки эмпирически мотивированных оценок эффективности и стоимости адаптации, а также разработка прогнозируемых моделей адаптационного поведения, учитывающих процесс принятия решений в условиях неопределенности. Требуется также проведение работы для лучшего понимания определителей адаптационного потенциала и использование этой информации для повышения уровня понимания различий в адаптационном потенциале в разных регионах, странах и социально-экономических группах, а также того, каким образом потенциал может меняться с течением времени. Ожидается, что достижения в этих областях будут полезными для определения успешных стратегий, направленных на повышение адаптационного потенциала, с тем чтобы он мог стать дополнительным элементом мер по смягчению последствий изменения климата, достижению устойчивого развития и целей в области справедливости.

Уязвимость. Оценки уязвимости для изменения климата носят в основном качественный характер и касаются источников и характера уязвимости. Требуется проведение дальнейшей работы для включения информации относительно подверженности воздействиям, чувствительности и адаптируемости для обеспечения более подробной и количественной информации относительно потенциальных последствий изменения климата и относительной степени уязвимости различных регионов, стран и социально-экономических групп. Достижение прогресса потребует разработки и совершенствования различных критериев или показателей уязвимости, таких, как количество и процентная доля лиц, видов, систем или района земли, испытывающих негативные или позитивные последствия; изменения в производительности систем; денежная стоимость изменения экономического благосостояния в абсолютных и относительных показателях и критерии факторов распределения несправедливости.

Неопределенность. Остаются значительные проблемы в области совершенствования и применения методов для изучения неопределенностей, особенно в отношении предоставления научной информации для процесса принятия решений. Требуются более совершенные варианты выражения вероятности, достоверности и диапазона неопределенности для оценок результатов, а также того, каким образом подобные оценки подходят для широких диапазонов неопределенности. Должны быть усовершенствованы методы, позволяющие обеспечить «поддающиеся отслеживанию свидетельства» того, каким образом готовится любая совокупная оценка на основе разобщенной информации. Необходимы более активные усилия для преобразования суждений в систему распределения вероятностей в моделях комплексной оценки.

Глоссарий

Абляция
Все процессы, в результате которых снег и лед убывают с поверхности ледника, плавающего льда или снежного покрова.

Автотрофные
Организмы, не зависящие от внешних источников органического углерода (соединений), для образования своих собственных органических составляющих, которые они могут образовывать полностью из неорганического вещества. Растения являются автотрофными (фотоавтотрофами), поскольку они используют энергию солнечного света для образования органических углеродных соединений из неорганического углерода и воды в процессе фотосинтеза.

Агрономия
Отрасль сельского хозяйства, занимающаяся теорией и практикой полевого растениеводства и научного земледелия.

Адаптация
Приспособляемость естественных или антропогенных систем в ответ на реальные или ожидаемые климатические *стимулы* или их воздействия, которая позволяет уменьшить ущерб или использовать благоприятные возможности. Можно выделить различные виды адаптации, включая превентивную и ответную адаптацию, личную и общественную адаптацию, а также автономную и планируемую адаптацию, а именно:

— *Превентивная адаптация* — адаптация, которая имеет место до того, как проявятся последствия изменения климата. Также ее называют упреждающей адаптацией.

— *Автономная адаптация* — адаптация, которая не представляет собой сознательную ответную реакцию на климатические стимулы, а вызывается экологическими изменениями в естественных системах и изменениями в деятельности рынков или в благосостоянии в человеческих системах. Также ее называют спонтанной адаптацией.

— *Планируемая адаптация* — адаптация, которая является результатом продуманного решения о политике, основанного на осознании того факта, что условия изменились или вскоре изменятся и что необходимо предпринять определенные действия для возвращения к какому-либо желаемому состоянию, для его сохранения или его достижения.

— *Личная адаптация* — адаптация, которая инициируется и осуществляется отдельными лицами, домашними хозяйствами или частными компаниями. Личная адаптация осуществляется, как правило, в личных практических интересах действующего лица.

— *Общественная адаптация* — адаптация, которая инициируется и осуществляется правительственными органами на всех уровнях. Общественная адаптация направлена, как правило, на удовлетворение общественных нужд.

— *Ответная адаптация* — адаптация, которая осуществляется после того, как были обнаружены последствия изменения климата.

См. также *оценка адаптации, выгоды от адаптации, затраты на адаптацию, адаптивная способность, неправильная адаптация.*

Адаптивная способность
Способность какой-либо системы приспособиться к *изменению климата* (включая изменчивость климата и экстремальные явления) с целью уменьшения потенциального ущерба, использования возможностей или сведения на нет последствий.

Адаптивность
См. *адаптивная способность*.

Аквакультура
Разведение и выращивание рыб, панцирных и т. д. или выращивание растений в качестве продуктов питания в специальных водоемах.

Акклиматизация
Физиологическая адаптация к колебаниям климата.

Активный слой
Верхний слой почвы в вечной мерзлоте, который подвержен, в зависимости от сезона, замерзанию и таянию.

Аласы
Сливающиеся впадины от таяния вечной мерзлоты.

Аллергены
Антигенные вещества, способные вызывать гиперчувствительность немедленного типа.

Альбедо
Часть солнечной радиации, отраженная от поверхности или предмета, часто выражаемая в процентах. Покрытые снегом поверхности обладают высоким альбедо; альбедо различных почв варьируется от высокого до низкого; поверхности, покрытые растительностью, и океаны имеют низкое альбедо. Альбедо Земли меняется в основном вследствие изменений облачности, снега, льда, поверхности листвы и земного покрова.

Альпийская зона
Биогеографическая зона, состоящая из склонов выше границы распространения лесов и характеризующаяся наличием розеточных травянистых растений и низкоствольных медленнорастущих древесных растений.

Альтернативный трансферт рисков
Альтернативные традиционному страхованию варианты на рынке капитала (например гарантии на случай катастроф).

Анадромные виды
Виды рыб, такие, как лосось, которые нерестятся в пресных водах, а затем мигрируют в океан, где растут и развиваются до периода зрелости.

Анализ общего равновесия
Подход, при котором одновременно рассматриваются все рынки в рамках какой-либо экономики и учитываются воздействия обратных связей между отдельными рынками.

Анаэробные
Живущие, активно действующие или происходящие при отсутствии свободного кислорода.

Аноксия
Дефицит кислорода, особенно в такой степени, когда может произойти необратимое повреждение.

Антарктическая придонная вода
Вид воды в морях, окружающих Антарктику, с температурами в диапазоне от 0 до –0,8 °C, соленостью от 34,6 до 34,7 ПЕС и плотностью около 27,88. Это самая плотная вода в свободном океане.

Антарктическая промежуточная вода
Вода, создаваемая крупномасштабным охлаждением и конвергенцией Экмана, в Южном океане.

Антарктическое круговое полярное течение
Течение в Южном океане, которое следует вокруг всего земного шара под воздействием околополярных западных ветров.

Антропогенный
Являющийся результатом деятельности человека.

Апвеллинг
Движение воды с глубины на поверхность, обычно вызываемое горизонтальными перемещениями поверхностных вод.

Арбовирус
Любой из различных вирусов, которые передаются через членистоногих и которые включают возбудителей таких заболеваний, как лихорадка денге, желтая лихорадка и некоторые виды энцефалита.

Аридные (засушливые) регионы
Экосистемы, получающие <250 мм атмосферных осадков в год.

Ассимилят
Продукт фотосинтеза.

Аэроаллергены
Аллергены, находящиеся в воздухе.

Аэрозоли
Совокупность взвешенных твердых или жидких частиц, с характерным размером от 0,01 до 10 мм, сохраняющиеся в атмосфере в течение, как минимум, нескольких часов. Они могут быть либо естественного, либо антропогенного происхождения. Аэрозоли могут влиять на климат двумя путями: непосредственно, рассеивая и поглощая радиацию, и косвенно, действуя в качестве ядра конденсации при образовании облаков или изменяя оптические свойства и срок жизни облаков.

Базис/точка отсчета
Базис (или точка отсчета) — это любые данные, в сравнении с которыми измеряется конкретное изменение. Это может быть «современный базис», когда речь идет о наблюдаемых на сегодняшний день условиях. Это может также быть «будущий базис», который представляет собой прогнозируемую будущую совокупность условий, за исключением рассматриваемого движущего фактора. Альтернативные толкования исходных условий могут давать в результате множество базисов.

Бентические организмы
Биота, обитающая на дне или очень близко ко дну моря, реки или озера.

Бессточное озеро
Озеро, которое не имеет стока; известно также под названием замкнутого озера.

Биологическое топливо
Топливо, производимое из сухого органического вещества или горючих масел, производимых растениями. В качестве примеров биологического топлива можно назвать спирт (из ферментированного сахара), черный раствор от процесса производства бумаги, древесину и соевое масло.

Биом
Совокупность сообществ аналогичных растений и животных в природно-территориальных комплексах, которые образуются в аналогичных условиях окружающей среды.

Биомасса
Общая масса живых организмов на заданной площади или в заданном объеме; недавно погибший растительный материал нередко учитывается в качестве мертвой биомассы.

Биоразнообразие
Количество и относительное содержание различных генов (генетическое разнообразие), видов и экосистем (сообществ) в каком-либо конкретном пространстве. См. также функциональное разнообразие.

Биосфера
Часть системы планеты Земля, представляющая собой совокупность всех экосистем и живых организмов в атмосфере, на суше (наземная биосфера) или в океанах (морская биосфера), включая производное мертвое органическое вещество, такое, как подстилка, органическое вещество почвы и океанический детрит.

Биота
Все живые организмы определенного района; при этом флора и фауна рассматриваются как единое целое.

Бобовые
Растения, которые могут поглощать из воздуха азот, благодаря симбиотической связи с живущими в почве бактериями (например, горох, бобы, люцерна, клевер).

Болезнь Шагаса
Паразитарная болезнь, вызываемая Trypanosoma cruzi и передаваемая трехатаминовыми клопами на территории Америки, с двумя клиническими периодами: острым (лихорадка, опухание селезенки, отеки) и хроническим (пищеварительный синдром, потенциально фатальное состояние сердца).

Болото
Недостаточно дренированная территория, изобилующая накопленным растительным материалом, часто окружающая открытый водоем и обладающая характерной флорой (например, виды осоки, эрики и сфагнума).

Болото
Низколежащие земли, полностью или частично покрытые водой, если только не происходит их искусственного осушения.

Бореальный лес
Сосновые, еловые, пихтовые и лиственничные леса, простирающиеся от восточного побережья Канады на запад до Аляски и продолжающиеся от Сибири на запад территории России до Европейской равнины.

Валовое первичное производство
Установленное количество углерода, изъятого из атмосферы посредством *фотосинтеза*.

«Вентиляция» океана
Опускание воды из близкого к поверхности слоя в глубины океана. См. также *образование глубинной воды*.

Вечная мерзлота
Постоянно замороженный грунт в тех местах, где температура сохраняется ниже нуля градусов Цельсия в течение нескольких лет.

Виды-колонисты
Какой-либо внедренный вид, который активно распространяется в естественных средах обитания.

Внедренные виды
Какой-либо вид, появившийся на территории, за пределами его исторически известного ареала в результате случайного занесения человеком (называемые также «экзотические виды» или «интродуцированные виды»).

Внешние эффекты
Побочные продукты различных видов деятельности, которые влияют на благосостояние людей или на состояние окружающей среды и воздействие которых не отражается в рыночных ценах. Затраты (или выгоды), связанные с внешними эффектами, не включаются в схемы расчета стоимости.

Внешний инкубационный период
У кровососущих переносчиков-антроподов период времени между моментом потребления инфицированной крови и моментом, когда антропод становится способным передавать возбудителя болезни. В случае малярии — стадии жизни паразита-плазмодия, проходящие внутри тела самки комара–переносчика (т. е. вне человека-хозяина).

Водный поток
Вода внутри речного канала, поток которой, обычно, выражается в $м^3 \cdot с^{-1}$.

Водозабор
Количество воды, извлекаемой из водоемов.

Водоносный пласт
Пласт водопроницаемой породы, в которой находится вода. Неограниченный водоносный слой подпитывается непосредственно местными дождями, реками и озерами; при этом степень подпитки зависит от водопроницаемости лежащих выше пород и почв. Водоносный пласт, ограниченный водоупором, характеризуется тем, что над ним находится водонепроницаемый пласт, и поэтому местные дожди не влияют на этот водоносный пласт.

Водопотребление
Количество извлеченной воды, безвозвратно потерянной в ходе ее использования (испарение и производство товаров) на какой-либо заданной территории. Водопотребление равно водозабору минус возвратный поток.

Водосборный бассейн
Территория, на которой происходит сбор и сток дождевой воды.

Воздействия (климата)
Последствия изменения климата для естественных и человеческих систем. В зависимости от учета адаптации можно провести различия между потенциальными воздействиями и остаточными воздействиями.

Воздействия, не связанные с рынком
Воздействия, влияющие на экосистемы или благосостояние человека, но не связанные непосредственно с рыночными сделками — например, повышение риска преждевременной смерти (см. также *воздействия на рынок*).

Воздействия, связанные с рынком
Воздействия, которые связаны с рыночными сделками и прямо влияют на валовый внутренний продукт (ВВП, национальные счета страны), например, вызывая изменения в поставках и ценах сельскохозяйственных товаров. См. также воздействия, не связанные с рынком.

Волнолом
Находящаяся в море на некотором расстоянии от берега структура (такая, как стена или дамба), которая, уменьшая силу волн, защищает гавань, якорную стоянку, пляж или береговую зону.

Волнолом
Сооруженная человеком стена или дамба вдоль берега для предотвращения эрозии берега под воздействием волн.

Волнорез
Низкая узкая дамба, обычно возведенная приблизительно перпендикулярно к береговой линии и предназначенная для защиты берега от эрозии, вызываемой течениями, приливами или волнами, или для захвата песка в целях укрепления или наращивания пляжа.

Волокнистые материалы
Древесина, топливная древесина (как лесного, так и нелесного происхождения).

Восстановление
Возобновление насаждений деревьев либо естественным путем (прорастание семян, упавших на данном месте, или от соседних насаждений, или принесенных ветром, птицами или животными), либо искусственными средствами (посадка саженцев или семян).

Выгоды от адаптации
Стоимость ущерба, которого удалось избежать, или накопленные выгоды в связи с принятием и осуществлением мер *адаптации*.

Вымирание
Полное исчезновение какого-либо целого вида.

Выщелачивание почв
Вымывание элементов почвы или внесенных в почву химических веществ в результате перколяции.

Галоклин
Слой в океане, в котором показатель изменения солености с увеличением глубины является гораздо большим, чем в слоях, находящихся непосредственно выше или ниже него.

Геоморфный
Свойственный форме Земли или характеристикам ее поверхности.

Гетеротрофное дыхание
Выделение CO_2 в результате разложения органического вещества.

Гиполимнион
Часть озера, находящаяся ниже *термоклина* и состоящая из застойной воды с одинаковой, в основном, температурой, за исключением периода перемешивания.

Горная местность
Биогеографическая зона, состоящая из относительно влажных холодных склонов возвышенности ниже границы распространения лесов и характеризующаяся наличием крупных вечнозеленых деревьев в качестве преобладающей формы жизни.

Горячие точки биоразнообразия
Районы с высокими концентрациями *эндемических* видов, в которых происходит чрезвычайно активное разрушение сред обитания.

Граница распространения лесов
Верхняя граница произрастания деревьев в горных районах или на больших высотах.

Движение массы
Применяется ко всем единичным перемещениям материкового материала под воздействием силы тяжести.

Двуокись углерода (CO_2)
Газ естественного происхождения, а также побочный продукт сжигания ископаемых видов топлива и *биомассы* так же, как и изменений в землепользовании и других промышленных процессов. Это основной *антропогенный парниковый газ*, который воздействует на радиационный баланс Земли. Это — эталонный газ, по которому измеряются другие парниковые газы и который имеет соответственно потенциал глобального потепления, равный 1.

Диапазон переносимости
Колебания в климатических *стимулах*, которые та или иная система может перенести без каких-либо существенных последствий.

Диатомеи
Класс одноклеточных водорослей (Bacillariophyceae), которые широко распространены на поверхностях почвы и в пресноводных и морских системах, особенно в холодных водах с относительно низкой соленостью. Размеры их клеток варьируются от 5 до 2000 мкм.

Доиндустриальный
См. *промышленная революция*.

Дыхание
Процесс, в ходе которого живые организмы преобразуют органическое вещество в двуокись углерода, выделяя при этом энергию и поглощая кислород.

Единица наблюдения при изучении подверженности
Вид деятельности, группа, регион или ресурс, которые подвержены воздействиям климатических *стимулов*.

Емкость экологической системы
Количество особей в популяции, жизнедеятельность которых может поддерживаться ресурсами конкретной *среды обитания*.

Заболеваемость
Показатель возникновения болезней или других расстройств здоровья среди населения с учетом повозрастных коэффициентов заболеваемости. Результирующие показатели в отношении здоровья человека включают частоту/ распространенность хронических заболеваний, число госпитализаций, первичных медицинских консультаций, дней нетрудоспособности (т. е. количество дней отсутствия на работе) и распространенность симптомов.

Загрязнение из неточечного источника
Загрязнение из источников, которые не могут быть определены в качестве обособленных точек, таких, как территории для производства сельскохозяйственных культур, лесистые участки,

разработка месторождений открытым способом, места свалок и строительство. См. также *загрязнение из точечного источника.*

Загрязнение из точечного источника
Загрязнение, происходящее из ограниченного, обособленного источника, такого, как дымовая труба, котлован, штольня, водоем, резервуар, откормочная площадка для животных или плывущее судно. См. также *загрязнение из неточечного источника.*

Запас
См. *накопитель.*

Запас углерода в почве
Относится к соответствующему углероду в почве. Сюда входят различные виды органического углерода в почве (гумус) и неорганический углерод в почве и уголь. Не входят: биомасса почвы (например, корни, луковицы и т. д.) и находящаяся в почве фауна (животные).

Заразная болезнь
Инфекционная болезнь, вызываемая передаваемым инфекционным биологическим возбудителем (вирусом, бактерией, простейшими или многоклеточными макропаразитами).

Засоление
Накопление солей в почвах.

Засуха
Явление, которое возникает, когда количество выпавших атмосферных осадков значительно ниже обычно регистрируемых уровней, что ведет к серьезным нарушениям гидрологического баланса, негативно сказывающимся на продуктивности систем ресурсов суши.

Затопление
Повышение уровня воды в отношении суши таким образом, что бывшие сухие территории суши оказываются затопленными. Такое явление происходит в результате либо опускания суши, либо повышения уровня воды.

Затраты на адаптацию
Затраты на планирование, подготовку, содействие осуществлению и само осуществление мер *адаптации*, включая промежуточные затраты.

Землепользование
Совокупность мер, деятельности и средств производства, действующих на определенном типе земного покрова (совокупность деятельности человека). Социально-экономические цели, для которых ведется деятельность на земле (т. е., выпас животных, производство строевого леса, рациональное использование природных ресурсов).

Зооноз
Передача какой-либо болезни человеку от животного, или от вида, не принадлежащего к человеческому роду. При этом природным «резервуаром инфекции» является какое-либо не принадлежащее к человеческому роду животное.

Зоопланктон
Животные формы *планктона*. Они потребляют фитопланктон или другие виды зоопланктона. См. также *фитопланктон*.

Издержки неиспользованных возможностей
Стоимость какого-либо вида экономической деятельности, от которого пришлось отказаться в результате выбора другого вида деятельности.

Излишек для производителя
Добавочная прибыль сверх стоимости производства, которые получают в виде компенсации владельцы дефицитных видов профессионального умения или капитала (например — плодородных сельскохозяйственных земель).

Изменение климата
Изменение климата — это любое изменение в климате в ходе времени, вызываемое либо естественной изменчивостью, либо деятельностью человека. Такое определение этого термина отличается от определения, данного в *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)*, где «изменение климата» определяется как: «изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и которая накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени». См. также изменчивость климата.

Изменчивость климата
Изменчивость климата означает колебания в среднем состоянии и в других статистических данных (таких, как: стандартные отклонения, возникновение экстремальных явлений и т. д.) климата во всех временных и пространственных масштабах, выходящих за пределы отдельных метеорологических явлений. Изменчивость может быть вызвана естественными внутренними процессами в рамках климатической системы (внутренняя изменчивость) или колебаниями естественного или антропогенного внешнего воздействия (изменчивость под внешним воздействием). См. также *изменение климата.*

Иммунодепрессия
Ослабленное функционирование иммунной системы какого-либо индивидума.

Инфекционные болезни
Любая болезнь, которая может передаваться от одного человека к другому. Заражение может происходить при прямом физическом контакте, при общем пользовании какими-либо предметами, на которые попали инфекционные организмы, через переносчика болезни или вследствие вдыхания инфицированных капель, попавших в воздух при кашле или дыхании.

Инфраструктура
Основное оборудование, предприятия общественного пользования, производственные предприятия, установки и службы, существенно необходимые для развития оперативной деятельности и роста какой-либо организации, города или государства.

Испарение
Процесс, в результате которого жидкость становится газом.

Источник
Любой процесс, вид деятельности или механизм, которые выбрасывают в атмосферу *парниковый газ, аэрозоль* или предшествующие парниковому газу или аэрозолю соединения.

Истребление
Исчезновение какого-либо вида из части его ареала; местное вымирание.

Киотский протокол
Киотский протокол был принят на третьей сессии Конференции Сторон (КС) *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)* в 1997 г. в Киото, Япония. Он содержит юридически обязательные положения в дополнение к тем, которые были включены в РКИК ООН. Страны, включенные в приложение B этого Протокола (большинство стран ОЭСР и страны с переходной экономикой), согласились снизить свои антропогенные выбросы парниковых газов (CO_2, CH_4, N_2O, ГФУ, ПФУ и SF_6) по меньшей мере на 5 % по сравнению с уровнями 1990 г. В период действия обязательств с 2008 г. по 2012 г. Киотский протокол еще не вступил в силу (по состоянию на июнь 2001 г.).

Климат
Климат в узком смысле обычно определяется как «средний режим погоды» или в более строгом варианте как статистическое описание с точки зрения средних значений и изменчивости соответствующих количественных показателей за период времени от нескольких месяцев до тысяч лет. Согласно определению Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) классический период составляет 3 десятилетия. Соответствующие количественные показатели в большинстве случаев представляют собой приземные переменные параметры, такие, как температура, атмосферные осадки и ветер. В более широком смысле, климат — это состояние климатической системы, включая его статистическое описание.

Климатическая система
Климатическая система — это весьма сложная система, состоящая из пяти основных компонентов: атмосферы, гидросферы, *криосферы*, земной поверхности и *биосферы*, а также взаимоотношений между ними. Эволюция климатической системы во времени происходит под влиянием ее собственной внутренней динамики и внешних воздействующих факторов, таких, как: извержения вулканов, колебания солнечного излучения и деятельность человека, приводящая к изменениям в составе атмосферы и в *землепользовании*.

Комплексная оценка
Метод анализа, объединяющий результаты и модели из физических, биологических, экономических и общественных наук, также, как и взаимосвязи между этими компонентами, в последовательную общую схему для оценки состояния и последствий изменения в окружающей среде и политики реагирования на него.

Копытные
Копытные, типично травоядные четвероногие млекопитающие, такие, как: жвачные животные, свиньи, верблюды, гиппопотамы, лошади, носороги или слоны.

Кордильеры (скалистая горная цепь)
Отдельная горная цепь с тесносвязанными, но отдельными горными вершинами. В Южной Америке понятие «кордильеры» означает отдельный горный хребет.

Коренные народы
Народы, предки которых проживали в каком-либо месте или в какой-либо стране, когда туда начали прибывать люди другой культуры или этнической принадлежности, захватившие господство над ними, путем завоевания, колонизации или других действий, и которые сегодня живут в большем согласии с их собственными социальными, экономическими и культурными обычаями и традициями, чем обычаями и традициями той страны, частью которой они теперь являются (называемые также «аборигенами», «туземцами» или «племенами»).

Криосфера
Компонент климатической системы, включающий весь снег, лед и *вечную мерзлоту* на поверхности земли и океана и под ними.

Криптоспоридиозис
Условно-патогенная инфекция, вызываемая кишечными паразитами, часто встречающимися у животных. Передача инфекции происходит при потреблении пищевых продуктов или воды, загрязненных фекалиями животных. Этот паразит вызывает очень сильную хроническую диарею, особенно у людей с ВИЧ.

Круговорот углерода
Термин, используемый для описания потока углерода (в различных формах, например в виде двуокиси углерода) через атмосферу, океан, земную биосферу и литосферу.

Крупномасштабные исключительные явления
Резкие и яркопроявляющиеся изменения в системах в ответ на плавные изменения в воздействующих факторах. Например, постепенное повышение концентраций парниковых газов в атмосфере может привести к таким крупномасштабным исключительным явлениям, как замедление или полное прекращение термогалинной циркуляции или разрушение западно-антарктического ледового щита. Предсказать время возникновения и величину крупномасштабного исключительного явления трудно.

Ледник
Масса наземного льда, передвигающаяся в нижнем направлении (в результате внутренней деформации и скольжения в основании) и ограниченная окружающей топографией (например боковыми склонами долины или окружающими пиками гор); основное влияние на динамику и покатость поверхности ледника оказывает топография подстилающих пород. Ледник поддерживается накоплением снега на больших высотах, уравновешивается таянием льда на более низких высотах или сходом льда в море.

Ледниковый купол
Куполообразная масса льда, покрывающая горные районы, и которая по своей протяженности значительно меньше, чем *ледовый щит*.

Ледовый щит
Масса наземного льда, достаточно глубокая для покрытия большей части рельефа коренных пород, в связи с чем ее конфигурация определяется главным образом ее внутренней динамикой (движением льда по мере его внутренней деформации и скольжения в его основании). Ледовый щит движется во внешнем направлении из высокой центральной части плато с незначительным средним уклоном поверхности. Края щита характеризуются резким уклоном, и лед сбрасывается через быстро перемещающиеся потоки льда или ледниковые выходы, в некоторых случаях непосредственно в море или в плавающие в море шельфовые ледники. В современном мире существует лишь два крупных ледовых щита — в Гренландии и в Антарктике, при этом, антарктический ледовый щит делится на восточную и западную части Трансантарктическими горами; во время ледниковых периодов были и другие щиты.

Ледяной затор
Скопление битого морского или речного льда в каком-либо узком канале.

Лес
Тип растительности с преобладанием деревьев. В мире существует много определений понятия *лес*, отражающих значительные различия в биогеофизических условиях, социальной структуре и экономике. Обсуждение термина *лес* и связанных с ним терминов, таких, как: *облесение, лесовозобновление и обезлесивание* — см. в *Специальном докладе МГЭИК «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»* (МГЭИК, 2000 г.).

Лесоводство
Разведение лесов и уход за ними.

Лесовозобновление
Посадка *лесов* на землях, на которых раньше были леса, но которые были преобразованы для других видов использования. Обсуждение термина *лес* и связанных с ним терминов, таких, как: *облесение, лесовозобновление и обезлесивание* — см. в *Специальном докладе МГЭИК «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»* (МГЭИК, 2000 г.).

Лимнология
Изучение озер и их биоты.

Литоральная зона
Прибрежная территория; береговая зона между высокой и низкой отметками уровня воды.

Лихорадка Денге
Инфекционное вирусное заболевание, распространяемое комарами и часто называемое лихорадкой с ломотой в костях, поскольку она характеризуется очень сильными болями в суставах и спине. Последующие заражения этим вирусом могут привести к геморрагической лихорадке Денге (DHF) и к шоковому синдрому Денге (DSS), которые могут привести к фатальному исходу.

Малярия
Эндемическая или эпидемическая паразитарная болезнь, вызываемая видами, принадлежащими к роду Plasmodium (простейшие) и передаваемая комарами рода Anopheles; при этой болезни возникают приступы высокой температуры и систематические расстройства, и от нее ежегодно умирают примерно 2 млн человек.

Малярия на горных высотах
Малярия, которая возникает вокруг высотных пределов ее распространения.

Менингит
Воспаление мозговых оболочек (части оболочки головного мозга).

Местная повестка дня на XXI век
Местная повестка дня на XXI век — это местные планы в отношении развития и окружающей среды, которые, как подразумевается, должны разработать местные власти в ходе консультативного процесса со своим населением, с уделением при этом особого внимания вовлечению в этот процесс женщин и молодежи. Многие власти уже разработали местную повестку дня на XXI век в ходе таких консультативных процессов в качестве средства переориентации своей политики, планов и оперативной деятельности на достижение целей *устойчивого развития*. Данный термин взят из Главы 28 Повестки дня на XXI век — документа, официально одобренного представителями всех правительств, принимавших участие в Конференции ООН по окружающей среде и развитию (известной также как Встреча на высшем уровне по проблемам планеты Земля) в Рио-де-Жанейро в 1992 г.

Микробная петля
Сложная «паутина трофических отношений», в которой участвуют бактерии, одноклеточные животные и растения, вирусы и растворенные и частицеобразные органические вещества. Растворенные и частицеобразные вещества, выделенные организмами, используются бактериями, которые поглощаются простейшими, а те, в свою очередь, поглощаются многоклеточными. Примерно 50 % (а часто и более) первичной продуктивности связано именно с микробной петлей, а не с классической пищевой цепью от фитопланктона до травоядных.

Микроклимат
Локальный климат на поверхности Земли или около нее. См. также *климат*.

Многоклеточные
Какое-либо животное, тело которого состоит из множества клеток. См. также простейшие.

Модель климата (иерархия)
Численное представление климатической системы, основанное на физических, химических и биологических свойствах ее компонентов,

их взаимодействиях и процессах обратных связей, и объясняющее все или некоторые из ее известных свойств. Климатическая система может быть представлена моделями различной сложности (т. е., иерархия моделей может быть определена для любого компонента или совокупности компонентов, различающихся по таким аспектам, как количество пространственных измерений; степень четкости представления физических, химических или биологических процессов; или уровень применения эмпирической параметризации). Всеобъемлющее представление климатической системы обеспечивают совмещенные модели общей циркуляции в системе «атмосфера/ океан/ морской лед» (МОЦАО). Развитие идет в направлении более сложных моделей, учитывающих активные химические и биологические процессы. Модели климата применяются в качестве инструмента исследований для изучения и моделирования климата, но также и для оперативных целей, включая разработку месячных, сезонных и межгодовых предсказаний климата.

Модель общей циркуляции (МОЦ)
См. *модель климата.*

Монреальский протокол
Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, был принят в Монреале в 1987 г., после чего в него вносились коррективы и поправки в Лондоне (1990 г.), Копенгагене (1992 г.), Вене (1995 г.), Монреале (1997 г.) и Пекине (1999 г.). Он регулирует потребление и производство хлоро- и бромосодержащих химических веществ, которые разрушают стратосферный озон, таких, как ХФУ, метилхлороформ, четыреххлористый углерод и многих других веществ.

Морфология
Форма и структура какого-либо организма или любой из его частей.

МОЦАО
См. *модель климата.*

Муссон
Ветер, являющийся частью общей циркуляции атмосферы, для которого характерна устойчивость направления в течение конкретного сезона и резкое изменение этого направления при смене сезонов.

Накопитель
Компонент климатической системы, иной нежели атмосфера, который обладает способностью хранить, накапливать или высвобождать какое-либо из рассматриваемых здесь веществ (например, углерод, *парниковый газ* или прекурсор). Океаны, почвы и леса являются примерами накопителей углерода. Эквивалентом этого термина является понятие «резервуар» (следует отметить, что определение понятия «резервуар» часто включает и атмосферу). Абсолютное количество рассматриваемых здесь веществ, содержащихся в каком-либо накопителе в определенный момент времени, называется «запасом». Этот термин также означает искусственную или естественную емкость для хранения воды, такую, как: озеро, пруд или *водоносный пласт*, из которых вода может забираться для таких целей, как ирригация или водоснабжение.

Нанопланктон
Фитопланктон, размеры которого варьируются в диапазоне 10—50 мкм.

Населенный пункт
Место или территория, на которой проживают постоянные жители.

Наступление/вторжение соленой воды
Замещение пресной поверхностной воды или грунтовой воды соленой водой, проникающей вследствие ее большей плотности, обычно в прибрежных и эстуарных районах.

Недостаточность питания
Результат поглощения такого количества пищи, которое недостаточно для удовлетворения постоянных потребностей в поступающей с пищей энергии, плохого усвоения пищи и/или плохого биологического использования потребленных питательных веществ.

Нелинейность
Процесс именуется «нелинейным», если не существует никакой простой пропорциональной зависимости между причиной и следствием.

Необеспеченность продовольствием
Ситуация, которая возникает, когда люди не имеют надежного доступа к достаточным количествам безопасных и питательных пищевых продуктов, необходимых для нормального роста и развития и активной и здоровой жизни. Причинами такой необеспеченности могут быть отсутствие продовольствия, недостаточная покупательная способность населения, неправильное распределение или неадекватное использование пищевых продуктов на уровне домашних хозяйств. Необеспеченность продовольствием может носить хронический, сезонный или временный характер.

Неопределенность
Выражение степени, в которой какая-либо величина (например будущее состояние климатической системы) является неизвестной. Неопределенность может быть следствием недостатка информации или разногласия о том, что известно или, даже, что познаваемо. Источники неопределенности могут быть самыми разными от поддающихся количественному определению ошибок в данных, до не совсем четко определенных концепций или терминов, или неопределенностей в прогнозах поведения человека. Неопределенность соответственно может быть представлена как количественными показателями (например, диапазоном значений, рассчитанных с помощью разных моделей), так и качественными заявлениями (например, отражающими суждения какой-либо группы экспертов).

Неплатежеспособность
Невозможность выполнить финансовые обязательства; банкротство.

Неправильная адаптация

Любые изменения в естественных или человеческих системах, которые непреднамеренно повышают уязвимость для воздействий климатических стимулов; адаптация, которая не уменьшает уязвимость, а наоборот увеличивает ее.

Обезлесивание

Сведение лесов. Обсуждение термина *лес* и связанных с ним терминов, таких, как: *облесение, лесовозобновление и обезлесивание* — см. в *Специальном докладе МГЭИК «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»* (МГЭИК, 2000 г.).

Обесцвечивание кораллов

Уменьшение яркости цвета кораллов в результате потери живущих в симбиозе с ними водорослей. Обесцвечивание происходит в ответ на физиологическое потрясение, связанное с резкими изменениями в температуре, солености и турбулентности.

Обитающий по берегам водоемов

Относящийся к, проживающий на, или находящийся на берегу естественного водного потока (например реки) или, иногда, на берегу озера или приливной воды.

Облесение

Посадка новых лесов на землях, на которых исторически не было лесов. Обсуждение термина лес и родственных терминов, таких как: *облесение, лесовозобновление и обезлесивание* — см. *Специальный доклад МГЭИК «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»* (МГЭИК, 2000 г.).

Облигатные виды

Виды, жизнь которых ограничивается одним конкретным характерным образом жизни.

Обогащение атмосферы двуокисью углерода

Ускорение роста растений в результате повышения *концентрации двуокиси углерода* в атмосфере. В зависимости от их механизма *фотосинтеза* определенные виды растений являются более чувствительными к изменениям концентрации CO_2 в атмосфере. В частности, C_3 - *растения*, как правило, в большей мере реагируют на CO_2, чем C_4 - *растения*.

Обогащение CO_2

См. *обогащение атмосферы двуокисью углерода*.

Образование глубинной воды

Это явление происходит, когда морская вода замерзает с образованием морского льда. Локальное высвобождение соли и последующее повышение плотности воды ведут к образованию соленой холодной воды, которая опускается ко дну океана. См. *Антарктическая придонная вода*.

Обратная связь

Процесс, который вызывает изменения во втором процессе, который в свою очередь влияет на первоначальный процесс; позитивная обратная связь усиливает первоначальный процесс, а негативная обратная связь уменьшает его.

Озон

Озон, трехатомная разновидность кислорода (O_3), — это газообразный компонент атмосферы. В тропосфере он образуется в результате естественных и фотохимических реакций, в которых участвуют газы антропогенного происхождения (*фотохимический смог*). При высоких концентрациях тропосферный озон может пагубно воздействовать на широкий диапазон живых организмов. Тропосферный озон действует в качестве парникового газа. В стратосфере озон образуется в результате взаимодействия между ультрафиолетовым солнечным излучением и молекулярным кислородом (O_2). Стратосферный озон играет одну из решающих ролей в радиационном балансе стратосферы. Истощение стратосферного озона вследствие химических реакций, которые могут быть усилены *изменением климата*, приводит в результате к увеличению потока ультрафиолетового УФ-В излучения на уровне земли. См. также *Монреальский протокол*.

Океанский «ленточный конвейер»

Теоретический маршрут, по которому циркулирует вода в океане вокруг всего земного шара под воздействием ветров и *термогалинной циркуляции*.

Окислы азота (NO_x)

Любые из нескольких окислов азота.

Олиготрофные

Относительно непродуктивные районы морей, озер и рек с низким содержанием питательных веществ. См. также *евтрофные*.

Оползень

Масса материала, которая смещается вниз по склону под влиянием силы тяжести, часто при насыщении материала водой; быстрое движение массы почвы, горных пород или обломочного материала вниз по склону.

Опустынивание

Деградация земель на засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных территориях в результате действия различных факторов, включая колебания климата и деятельность человека. Кроме того, в Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБО ООН) деградация земель определяется как снижение или потерю биологической экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов, и лесистых участков в засушливых, полузасушливых или сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или совокупности процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами его расселения, таких, как: (i) ветровая и/или водная эрозия почв; (ii) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; (iii) долгосрочная потеря естественного растительного покрова.

Орография

Изучение физической географии гор и горных систем.

Оседание
Внезапное опускание или постепенное оседание вниз поверхности земли при незначительном или вовсе отсутствующем горизонтальном движении.

Основной вид
Какой-либо вид, который играет центральную функциональную роль, влияя на многие другие организмы, и гибель которого может привести к исчезновению ряда других видов и к значительным изменениям в функционировании всей экосистемы.

Основной поток
Непрерывный поток воды в реке или в водотоке, который образуется, прежде всего, в результате подземного стока, подповерхностного (почвенного) стока и/или оттока из озера.

«Остров» тепла
Территория внутри городского района, характеризующаяся более высокими температурами окружающего воздуха, чем температуры окружающих территорий, что объясняется поглощением солнечной энергии такими материалами, как асфальт.

Оценка адаптации
Практика определения вариантов для адаптации к изменению климата и их оценка с учетом таких критериев, как перспективность, выгоды, затраты, эффективность, рентабельность и осуществимость.

Оценка воздействий (климата)
Практика определения и оценки разрушительных и благоприятных последствий изменения климата для естественных и человеческих систем.

Парниковый газ
Парниковые газы — это газообразные составляющие атмосферы как естественного, так и антропогенного происхождения, которые поглощают и испускают излучения с конкретной длиной волны в рамках спектра инфракрасного излучения, испускаемого поверхностью Земли, атмосферой и облаками. Это их свойство приводит к возникновению *парникового эффекта*. Основными парниковыми газами в атмосфере Земли являются: водяной пар (H_2O), двуокись углерода (CO_3), закись азота (N_3O), метан (CH_4) и озон (O_3); кроме того, в атмосфере имеется ряд полностью антропогенных парниковых газов, таких, как галоидуглероды и другие, содержащие хлор и бром вещества, которые рассматриваются в рамках Монреальского протокола. В *Киотском протоколе*, кроме CO_2, N_2O и CH_4 рассматриваются такие парниковые газы, как: гексафторид серы (SF6), гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ).

Парниковый эффект
Парниковые газы эффективно поглощают инфракрасное излучение, испускаемое поверхностью Земли, самой атмосферой из-за присутствия этих газов, а также облаками. Атмосферное излучение идет по всем направлениям, в том числе вниз по направлению к поверхности Земли. Таким образом, парниковые газы являются ловушкой для тепла в системе «поверхность Земли — тропосфера». Это явление носит название «естественного парникового эффекта». Атмосферное излучение в значительной степени связано с температурой на том уровне, из которого оно исходит. В тропосфере температура, обычно, понижается с увеличением высоты. Фактически, инфракрасное излучение, испускаемое в космическое пространство, возникает с высоты, на которой температура составляет –19 °C, в сбалансированном равновесии с чистой приходящей солнечной радиацией, в то время как поверхность Земли сохраняет гораздо более высокую температуру — в среднем +14 °C. Повышение концентрации парниковых газов ведет к увеличению непроницаемости атмосферы для инфракрасного излучения и, соответственно, к фактическому испусканию излучения в космическое пространство с больших высот с более низкой температурой. Это является причиной радиационного воздействия — дисбаланса, который может быть компенсирован лишь за счет повышения температуры в системе «поверхность Земли — тропосфера». Это явление называют «усиленным парниковым эффектом».

Пастбищные угодья
Необработанные земли в виде пастбищ, кустарниковой местности, саванны и тундры.

Пелагический
Относящийся, живущий или происходящий в открытом море.

Первичная энергия
Энергия, содержащаяся в природных ресурсах (например, угле, сырой нефти, солнечном свете, уране), которые не были еще подвержены какому-либо *антропогенному* преобразованию.

Переносчик
Какой-либо организм, например насекомое, передающий болезнетворный организм от одного хозяина к другому. См. также *трансмиссивные болезни* и *способность передавать болезни*.

Перестрахование
Передача части рисков первичного страхования вторичному уровню страховщиков (перестраховщиков); по существу — это «страхование страховщиков».

Перспективная оценка (общая)
Перспективная оценка — это описание возможного будущего развития какой-либо качественной характеристики или совокупности количественных показателей, часто основанное на рассчетах с помощью какой-либо модели. Перспективные оценки отличаются от предсказаний в том смысле, что для выработки перспективных оценок используются предположения относительно будущего социально-экономического и технологического развития, которое может произойти, а может и не произойти, и поэтому перспективные оценки связаны со значительной неопределенностью. См. также *перспективная оценка климата и предсказание климата*.

Перспективная оценка климата
Перспективная оценка реакции климатической системы на сценарии выбросов или концентрации *парниковых газов и аэрозолей*, или на сценарии *радиационного воздействия*, часто основанная на результатах имитаций с использованием моделей климата. Перспективные оценки

климата отличают от *предсказаний климата*, с тем чтобы подчеркнуть, что перспективная оценка климата зависит от используемого сценария выбросов/концентрации/радиационного воздействия, основанного на допущениях относительно, например, будущего социально-экономического и технологического развития, которое может реально произойти, а может и не произойти в будущем, и поэтому для каждого сценария характерна существенная неопределенность.

Планктон
Медленно дрейфующие или плавающие водные организмы. См. также *фитопланктон* и *зоопланктон*.

Поверхностный сток
Вода, которая течет по поверхности почв к ближайшему поверхностному потоку; *сток* какого-либо водосборного бассейна, который после выпадения атмосферных осадков не ушел под поверхность земли.

Повышение уровня моря
Увеличение значения среднего уровня океана. Эвстатическое повышение уровня моря — это изменение в глобальном среднем уровне моря, вызываемое изменениями объема мирового океана. Под относительным повышением уровня моря понимают чистое увеличение уровня океана по отношению к местным перемещениям суши. Разработчики моделей климата сосредотачивают свое внимание, в основном, на оценке эвстатического уровня моря. Исследователи воздействий климата концентрируют свое внимание на относительном изменении уровня моря.

Поглотитель
Любой процесс, вид деятельности или механизм, удаляющий *парниковый газ, аэрозоль* или прекурсор парникового газа или аэрозоля из атмосферы.

Подверженность воздействиям
Характер подверженности и степень, в которой та или иная система подвержена воздействиям значительных климатических колебаний.

Политика, не вызывающая сожалений
Политика, которая принесет чистые общественные выгоды, несмотря на то, будет или не будет происходить антропогенное изменение климата.

Полузасушливые районы
Экосистемы, в которых выпадает >250 мм атмосферных осадков в год, но которые не являются высокопродуктивными; обычно они классифицируются как лугопастбищные угодья.

Полыньи
Участки чистой воды в паковом льде или морском льде.

Пополнение подземных вод
Процесс, в ходе которого вода из внешних источников добавляется в зону насыщения водоносного пласта, либо непосредственно в какой-либо формации, либо косвенно при посредстве другой формации.

Потенциальная продуктивность
Расчетная продуктивность какой-либо сельскохозяйственной культуры при условиях, когда питательные вещества и вода присутствуют в оптимальных количествах для роста и развития растения; другие условия, такие как продолжительность дня, температура, характеристики почвы и т. д., определяются характеристиками конкретного места.

Поток углерода
Переход углерода из одного резервуара углерода в другой резервуар, выраженный в таких единицах измерения, как масса на единицу пространства и времени (например тонна С).

Потребители на вершине пищевых цепей
Организмы, находящиеся на самой вершине пищевых цепей; хищники верхнего ряда.

Предсказание климата
Предсказание климата или прогнозирование климата — это результат попытки дать наиболее вероятное описание или оценку фактической эволюции климата в будущем (например, в сезонном, межгодовом или долгосрочном временном масштабе). См. также *перспективная оценка климата* и *сценарий климата.*

Пресноводные линзы
Линзообразный водоем с пресными грунтовыми водами, который находится под океаническим островом; под ним находится соленая вода.

Прогноз
См. *предсказание климата и перспективная оценка климата.*

Промышленная революция
Период быстрого промышленного роста с далеко идущими социально-экономическими последствиями, который начался в Англии во второй половине XVIII столетия и распространился на Европу, а затем и на другие страны, включая Соединенные Штаты Америки. Промышленная революция знаменует собой начало быстрого роста использования ископаемых видов топлива и соответственно выбросов образующейся при сжигании ископаемого топлива двуокиси углерода. В ТДО понятия «доиндустриальный» и «промышленный» относятся, несколько произвольно, к периодам соответственно до и после 1750 г.

Простейшее
Одноклеточное животное.

Пустыня
Экосистема с <100 мм атмосферных осадков в год.

Радиационное воздействие
Радиационное воздействие — это изменение в вертикальном нетто-излучении [выражаемое в ваттах на квадратный метр (Вт·м$^{-2}$)] в тропопаузе в результате внутреннего изменения в климатической системе или изменения внешнего воздействия на нее, например изменения в концентрации CO_2 или в излучении Солнца. Обычно, радиационное воздействие рассчитывается после того,

как температуры в стратосфере вновь адаптировались к радиационному равновесию, однако, при этом все характеристики тропосферы сохраняются зафиксированными на уровне значений, не измененных возмущениями.

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)

Конвенция была принята 9 мая 1992 г. в Нью-Йорке и подписана в 1992 г. на Встрече на высшем уровне «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро более чем 150 странами и Европейским сообществом. Ее конечная цель заключается в «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». В ней содержатся обязательства всех Сторон. Согласно этой Конвенции Стороны, включенные в приложение I, должны стремиться к снижению к 2000 г. выбросов парниковых газов, не контролируемых Монреальским протоколом, до уровня 1990 г. Конвенция вступила в силу в марте 1994 г. См. также *Киотский протокол*.

Растительноядные насекомые

Насекомые, которые питаются растениями.

Режим нарушений

Частота, интенсивность и виды нарушений, таких, как: пожары, нашествия насекомых или сельскохозяйственных вредителей, наводнений и засух.

Резервуар

См. *накопитель*.

C_3 - растения

Растения, которые в ходе фотосинтеза производят соединения C_3; к ним относятся большинство деревьев и сельскохозяйственные культуры, такие, как рис, пшеница, соевые бобы, картофель и овощи.

C_4 - растения

Растения, которые в ходе фотосинтеза производят соединения C_4; (в основном это растения тропического происхождения), к ним относятся травы и важные для сельского хозяйства культуры, такие, как маис, сахарный тростник, просо и сорго.

Североатлантическое колебание (САК)

Североатлантическое колебание включает противоположные колебания барометрического давления вблизи Исландии и около Азорских островов. Это преобладающий вид изменчивости климата в зимний период в регионе Северной Атлантики, простирающемся от центральной части Северной Америки до Европы.

Силт

Рыхлая или легко рассыпающаяся осадочная порода, составные частицы которой являются более мелкими, чем зерна песка, и более крупными, чем частицы глины.

Синоптический

Относящийся к атмосферным и погодным условиям, существующим одновременно над большой территорией, или представляющий их на картах.

Слой перемешивания

Верхняя область океана, в которой происходит перемешивание в результате взаимодействия с находящейся выше атмосферой.

Смертность

Показатель числа смертей среди населения в течение какого-либо конкретного периода времени; при расчете показателя смертности учитываются повозрастные коэффициенты смертности, что соответственно позволяет установить предполагаемую продолжительность жизни и масштабы преждевременной смерти.

Смягчение воздействий (на климат)

Антропогенное вмешательство с целью сокращения *источников* или увеличения емкости *поглотителей парниковых газов*.

Снежный покров

Сезонное накопление медленно тающего снега.

Совокупные воздействия

Общие воздействия, суммированные по секторам и/или регионам. Суммирование воздействий требует знаний (или предположений) об относительном значении воздействий в разных секторах и регионах. Меры для определения совокупных воздействий включают, например, общее количество подвергшегося воздействиям населения, изменение в чистой первичной продуктивности, количество находящихся в стадии изменения систем или общие экономические затраты.

Способность к восстановлению

Величина изменения, которую какая-либо система может выдержать без изменения своего состояния.

Способность передавать болезни

Количественное понятие, используемое при исследовании динамики передачи малярии, для выражения среднего количества потенциально инфицирующих укусов всех переносчиков, питающихся кровью одного хозяина в течение одних суток, или количества новых заражений какой-либо трансмиссивной болезнью, переданной одним видом переносчика от одного инфицированного хозяина за одни сутки.

Среда обитания

Конкретная среда или место, где обычно обитает какой-либо организм или какие-либо виды; ограниченная в локальном масштабе часть общей окружающей среды.

Стимулы (относящиеся к климату)

Все элементы изменения климата, включая средние климатические характеристики, изменчивость климата и частоту и масштаб экстремальных явлений.

Сток

Та часть атмосферных осадков, которая не испаряется. В некоторых странах под стоком подразумевается только *поверхностный сток*.

Стохастические явления
Явления, характеризующиеся случайной переменной, случайностью или вероятностью.

Сточное озеро
Озеро, из которого происходит отток воды через вытекающие из него реки.

Стратосфера
Слой атмосферы с высокой стратификацией, находящейся над тропосферой, и простирающейся от высоты примерно в 10 км (в среднем от 9 км в высоких широтах и до 16 км в тропиках) до примерно 50 км.

Стресс, вызываемый дефицитом воды
Страна считается испытывающей стресс из-за дефицита воды в случае, если имеющиеся запасы пресной воды, в соотношении с *водозабором*, действуют в качестве фактора, серьезно ограничивающего развитие. Водозаборы, превышающие 20 % возобновляемых водных запасов, считаются показателем стресса из-за дефицита воды.

Субантарктический вид вод (SAMW)
Тип вод в субантарктической зоне Южного океана. SAMW — это глубокий поверхностный слой воды с постоянной температурой и соленостью, возникающий в результате конвективных процессов в зимний период. Его можно определить по температуре, составляющей примерно –1,8 °C, и солености приблизительно в 34,4 ПЕС; этот слой отделен от находящегося выше слоя поверхностных вод галоклином приблизительно в 50 м в летний период. Хотя этот слой не рассматривается в качестве одной из водных масс, он вносит свой вклад в центральные воды южного полушария, и, кроме того, является причиной формирования антарктических промежуточных вод в восточной части южной зоны Тихого океана. Он известен также под названием Зимние воды.

Сукцессия
Смена состава сообществ растений после какого-либо нарушения.

Суточный диапазон температуры
Разница между максимальной и минимальной температурами в течение суток.

Сухоустойчивый
Требующий лишь незначительного количества воды.

Сценарий (общий)
Правдоподобное и часто упрощенное описание того, каким образом может происходить развитие в будущем, основанное на последовательной и внутренне согласованной совокупности предположений о движущих силах и основных взаимосвязях. Сценарии могут быть разработаны на основе перспективных оценок, однако, они часто основаны на дополнительной информации из других источников, иногда объединенных с «повествовательным сюжетом». См. *также сценарий климата* и *сценарий выбросов*.

Сценарий выбросов
Правдоподобное представление будущего развития в области выбросов веществ, которые потенциально являются радиоактивными (например, *парниковые газы*, *аэрозоли*), основанное на последовательной и внутренне согласованной совокупности допущений о воздействующих факторах (таких как, демографическое и социально-экономическое развитие, технологические изменения) и их основных взаимосвязях. В 1992 г. МГЭИК представила совокупность сценариев выбросов, которые были использованы в качестве основы для перспективных оценок климата во Втором докладе об оценках (МГЭИК, 1996 г.). Эти сценарии выбросов упоминаются как сценарии IS92. В *Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов* (Накиченович *и др.*, 2000 г.) были опубликованы новые сценарии выбросов — так называемые сценарии СДСВ.

Сценарий климата
Правдоподобное и часто упрощенное представление будущего *климата*, основанное на внутренне согласованной совокупности климатологических взаимосвязей, которое разработано для использования при изучении потенциальных последствий антропогенного изменения климата и которое часто служит в качестве вводимого фактора для моделей последствий. Исходным материалом для разработки сценариев климата часто служат перспективные оценки климата, однако для сценариев климата обычно требуется дополнительная информация, например, о наблюдаемом в настоящее время климате. «Сценарий изменения климата» — это различие между каким-либо сценарием климата и климатом в настоящее время.

Тайга
Хвойные леса в северной части Северной Америки и Евразии.

Твердые частицы
Очень маленькие твердые частицы, выбрасываемые во время процесса сжигания ископаемых видов топлива и биомассы. Твердые частицы могут состоять из самых разных веществ. Наибольшую опасность для здоровья представляют твердые частицы диаметром менее или равные 10 нм, обычно обозначаемые, как PM_{10}.

Тепловая эрозия
Разрушение насыщенной льдом вечной мерзлоты под совместным воздействием теплового и механического действия движущейся воды.

Тепловое расширение
Применительно *к повышению уровня моря*, это понятие означает увеличение объема (и уменьшение плотности), возникающее вследствие повышения температуры воды. Потепление океана ведет к увеличению объема океана и соответственно к повышению уровня моря.

Термогалинная циркуляция
Крупномасштабная, вызываемая изменением плотности воды, циркуляция в океане, возникающая из-за различий в температуре и солености. В Северной Атлантике термогалинная циркуляция

представляет собой движение теплых поверхностных вод в северном направлении и движение холодных глубинных вод в южном направлении, в результате чего возникает нетто-перенос тепла в направлении полюса. Поверхностные воды опускаются вниз в сильно ограниченных районах опускания вод, находящихся в высоких широтах.

Термокарст
Неровные, провальные формы рельефа на территориях с промерзлым грунтом, возникающие в результате таяния льда.

Термоклин
Слой в мировом океане, обычно на глубине 1 км, в котором температура резко уменьшается с увеличением глубины и который определяет собой границу между поверхностью и океаном.

Торф
Рыхлый почвенный материал, состоящий, в основном, из частично разложившегося органического вещества, накопившегося в условиях избыточного увлажнения или в других условиях, уменьшающих скорость разложения.

Травянистые
Цветущие, недревесные растения.

Трансмиссивные болезни
Болезни, которые передаются между хозяевами организмами-переносчиками (такими, как комары или клещи), например, малярия, лихорадка денге и лейшманиоз.

Транспирация
Высвобождение водяного пара с поверхности листьев или других частей растений.

Тропосфера
Самая нижняя часть атмосферы, начиная от поверхности Земли до высоты примерно в 10 км в средних широтах (в среднем от 9 км в высоких широтах до 16 км в тропиках), где перемещаются облака и происходят метеорологические явления. В тропосфере температура, обычно, понижается с увеличением высоты.

Тундра
Безлесная, плоская или слегка холмистая равнина, характерная для арктических и субарктических регионов.

Удаление углерода
Процесс увеличения содержания углерода в каком-либо накопителе углерода, ином нежели атмосфера.

Ультрафиолетовое (УФ)-В излучение
Солнечное излучение с длинами волн в диапазоне 280—320 нм, большая часть которого поглощается *стратосферным озоном*. Увеличение активности УФ-В излучения подавляет иммунную систему и может оказывать другие негативные воздействия на живые организмы.

Уменьшение масштаба
Уменьшение масштаба какой-либо модели с глобального до регионального уровня.

Уникальные и находящиеся под угрозой системы
Сообщества, которые ограничены сравнительно узким географическим ареалом, но которые могут влиять на другие, часто более крупные сообщества, находящиеся за пределами их ареала; узкий географический ареал указывает на чувствительность к переменным параметрам окружающей среды, включая климат, и соответственно свидетельствует о потенциальной уязвимости для воздействий *изменения климата*.

Урбанизация
Преобразование земель из их естественного состояния или управляемого естественного состояния (например использования для сельского хозяйства) в территории городов. Процесс, происходящий вследствие нетто-миграции населения из сельской местности в города, в результате которого все большая процентная доля населения в любом государстве или регионе имеет местом жительства населенные пункты, определяемые как «городские центры».

«Услуги» экосистемы
Экологические процессы или функции, обладающие определенной ценностью для отдельных лиц или общества в целом.

Устойчивое развитие
Развитие, которое позволяет удовлетворить потребности в настоящее время, не нанося ущерба способности будущих поколений удовлетворять их собственные потребности.

Участники
Лица или субъекты, владеющие субсидиями, концессиями или любыми другими видами ценностей, на которых могут негативно сказаться какие-либо виды действий или политики.

Уязвимость
Степень, с которой какая-либо система подвержена негативным воздействиям изменения климата, включая изменчивость и экстремальные климатические явления, или не способна справиться с ними. Уязвимость — это функция характера, величины и скорости изменения климата, воздействиям которого подвергается система, а также ее чувствительности и способности к адаптации.

Фенология
Изучение возникающих периодически природных явлений (например, цветения растений, миграция животных) и их связи с климатом и сезонными изменениями.

Физиографический
Относящийся к описанию природы или природных явлений, или включающий в себя такое описание.

Фитопланктон
Растительные формы *планктона* (например — *диатомеи*). Фитопланктон — это преобладающие растения в море и основа всей морской «паутины трофических отношений». Эти одноклеточные

организмы являются основными организмами для фиксации углерода в ходе фотосинтеза в океане. См. также *зоопланктон*.

Фотосинтез
Процесс, в ходе которого растения поглощают двуокись углерода из воздуха (или двууглекислую соль в воде) для выработки углеводов, с выделением в ходе этого процесса свободного кислорода. Существует несколько путей фотосинтеза с различной реакцией на концентрации CO_2 в атмосфере. См. также *обогащение* CO_2, C_3 - *растения* и C_4 - *растения*.

Фотохимический смог
Смесь загрязняющих воздух фотооксидантов, образующихся в ходе реакций солнечного света с первичными, загрязняющими воздух веществами, особенно углеводородами.

Функциональное разнообразие
Количество функционально различных организмов в какой-либо экосистеме (называемых также «функциональными типами» и «функциональными группами»).

Хантавирус
Вирус семейства Bunyaviridae, который вызывает заболевания типа геморрагической лихорадки. Считается, что люди заражаются этой болезнью главным образом от инфицированных грызунов, либо при прямом контакте с этими животными, либо при вдыхании или проглатывании пыли, содержащей частицы их высохшей мочи.

Хозяин–носитель
Любое животное, растение, почва или неодушевленная материя, в которых, обычно, живет и размножается какой-либо болезнетворный организм и от которого зависит в основном его выживание (например: лисы являются хозяевами-носителями для возбудителей бешенства). Сами хозяева-носители могут не иметь никаких симптомов болезни.

Холера
Кишечная инфекция, характеризующуюся частым водянистым стулом, схваткообразными болями в животе и в конечном итоге коллапсом из-за обезвоживания.

Цветение воды
Репродуктивное массовое развитие водорослей в озере, реке или океане.

Цунами
Огромная приливная волна, возникающая в результате подводного землетрясения, оползня или извержения вулкана.

Человеческая система
Любая система, в которой основную роль играют организации людей. Часто, но не всегда, это понятие является синонимом таких понятий, как «общество» или «социальная система» (например, сельскохозяйственная система, политическая система, технологическая система, экономическая система); все это — человеческие системы в смысле, применяемом в ТДО.

Чистая первичная продуктивность (ЧПП)
Увеличение растительной биомассы или углерода на единицу ландшафта. ЧПП равна *валовой первичной продуктивности* минус потеря углерода в результате автотрофного дыхания.

Чистая продуктивность биома (ЧПБ)
Суммарное поступление или потеря углерода в каком-либо районе. ЧПБ равна *чистой продуктивности биома* минус потеря углерода в результате какого-либо нарушения (например, лесного пожара или вырубки лесов).

Чистая продуктивность экосистемы (ЧПЭ)
Суммарное поступление или потеря углерода в какой-либо экосистеме. ЧПЭ равна *чистой первичной продуктивности* минус потеря углерода в результате гетеротрофного дыхания.

Чувствительность
Чувствительность — это степень, в которой какая-либо система подвергается влиянию как благоприятному, так и неблагоприятному, со стороны связанных с климатом *стимулов*. Это влияние может быть прямым (например, изменение урожая сельскохозяйственных культур в ответ на изменение среднего значения, диапазона или изменчивости температуры), или косвенным (например, ущерб, наносимый увеличением частоты прибрежных наводнений в результате *повышения уровня моря*).

Шельфовый лед
Плавающий *ледовый щит* значительной толщины, прилегающий к побережью (обычно со значительной горизонтальной протяженности с ровной или слегка волнистой поверхностью); часто является продолжением ледовых щитов в направлении моря.

Щелочность
Мера способности воды нейтрализовать кислоты.

Эвапотранспирация
Суммарный процесс *испарения* с поверхности Земли и *транспирации* растительности.

Эвстатическое повышение уровня моря
См. *повышение уровня моря*.

Эвтрофикация
Процесс, в результате которого какой-либо водоем (часто мелководный) становится (под воздействием либо естественных факторов, либо загрязнения) насыщенным растворенными питательными веществами при одновременой сезонной нехватке растворенного кислорода.

Эвфотическая зона
Верхний слой воды в озерах, реках и море, в который проникает достаточное количество света для поддержания *фотосинтеза*.

Эдафические
Почвенные или относящиеся к почве; факторы, свойственные почве.

Экзотические виды
См. *внедренные виды.*

Экосистема
Отдельная система взаимодействия между живыми организмами и их физической средой обитания. Границы того, что может быть названо экосистемой, являются в определенной мере спорными в зависимости от направленности интереса или исследования. Таким образом, протяженность той или иной экосистемы может находиться в пределах от весьма малых пространственных масштабов до, в конечном итоге, всей планеты Земля.

Экотон
Пограничная область между прилегающими к друг к другу экологическими сообществами (например, между лесами и лугопастбищными угодьями), для которой обычно характерна конкуренция между общими для обоих сообществ организмами.

Экстремальное метеорологическое явление
Явление, которое является редким в рамках его статистического эталонного распределения в каком-либо конкретном месте. Определения понятия «редкое» весьма разнообразны, однако экстремальное метеорологическое явление обычно является столь редким или даже более редким, как десятый или девяностый процентиль. По определению, характеристики того, что называют «экстремальной погодой», могут быть разными в разных местах. «Экстремальное климатическое явление» — это среднее от количества метеорологических явлений за определенный период времени, среднее, которое само является экстремальным (например, количество дождевых осадков в какой-либо сезон).

Эндемические
Распространенные в конкретной местности или регионе или свойственные им. В отношении здоровья человека понятие «эндемические» может относиться к каким-либо болезням или возбудителям, присутствующим или обычно доминирующим во все времена в конкретном сообществе или географическом районе.

Энзоотические
Болезни, поражающие животных на какой-либо территории. Это понятие соответствует *эндемическим* болезням, поражающим людей.

Эпидемические
Возникающие внезапно в количествах, которые явно превышают обычные ожидаемые показатели; в основном это относится к инфекционным болезням, однако применяется также и к любым болезням, травмам или другим, относящимся к здоровью, явлениям, происходящим в виде вспышек.

Эрика
Любые из различных низкорастущих кустарниковых растений на открытых пустошах, обычно произрастающие на кислых, плохо дренированных почвах.

Эрозия
Процесс сноса и перемещения почв и горных пород в результате выветривания, вымывания материала и воздействия потоков, ледников, волн, ветров и грунтовых вод.

Эталонный сценарий
См. *базис/точка отсчета.*

Эффективность использования воды
Количество углерода, произведенного в ходе фотосинтеза на единицу потерь воды в результате эвапотранспирации. Этот показатель может быть выражен на краткосрочной основе как количество полученного в ходе фотосинтеза углерода на единицу потерянной в ходе транспирации воды или на сезонной основе — как отношение *чистой первичной продуктивности* или урожая сельскохозяйственных культур к количеству имевшейся воды.

Эффективные дождевые осадки
Часть общего количества дождевых осадков, которая становится доступной для роста растений.

Южное колебание
Крупномасштабное атмосферное и гидросферное колебание с центром в экваториальной части Тихого океана, демонстрирующее аномалию давления, которое попеременно становится высоким то над Индийский океаном, то над южной частью Тихого океана. Период этого колебания характеризуется некоторой изменчивостью и составляет в среднем 2,33 года. Изменение в давлении сопровождается изменениями в силе ветров, океанских течениях, температуре поверхности моря и в атмосферных осадках в окружающих районах.

Явление Ла-Нинья
См. *явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО).*

Явление Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО)
Эль-Ниньо в своем первоначальном значении — это теплое водное течение, которое периодически возникает вдоль берегов Эквадора и Перу, нарушая состояние местных рыбных запасов. Это океаническое явление связано с колебанием в структуре межтропического поверхностного давления и циркуляции в Индийском и Тихом океанах, называемом *южным колебанием*. Это явление совмещения систем «атмосфера–океан» известно под общим названием явления Эль-Ниньо/южное колебание. В ходе явления Эль-Ниньо преобладающие пассаты ослабевают, а дующие в противоположном направлении экваториальные ветры усиливаются, заставляя теплые поверхностные воды в районе Индонезии перемещаться в восточном направлении, где они создают верхний слой над холодными водами Перуанского течения. Это явление оказывает значительное влияние на ветер, температуру поверхности моря и осадкообразующие системы в тропической зоне Тихого океана. Оно воздействует на климат во всем тихоокеанском регионе и во многих других районах земного шара. Явление, обратное Эль-Ниньо, называют Ла-Нинья.

Яровизация
Действие или процесс по ускорению цветения и плодоношения растений путем обработки семян, луковиц или саженцев с целью сокращения вегетационного периода.

Источники:

МГЭИК, 1996 г.: *Изменение климата, 1995 г.: Научные аспекты изменения климата. Вклад рабочей группы I во Второй доклад об оценках Межправительственной группы экспертов об изменении климата* [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp.

МГЭИК, 1998 г.: *Последствия изменения климата для регионов: Оценка уязвимости. Специальный доклад рабочей группы II МГЭИК* [Р. Г. Уотсон, М. К. Зиниовера и Р. Г. Мосс (ред.)] Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 517 pp.

МГЭИК, 2000 г.: *Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство. Специальный доклад МГЭИК* [Р. Г. Уотсон, Я. Р. Нобел, Б. Болин, Н. Х. Равиндранат, Д. Дж. Верардо и Д. Дж. Доккен (ред.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 377 pp.

Н. Накиченович, Дж. Алкамо, Ж. Дэвис, Б. де Вриэ, Дж. Фенхан, С. Граффин, К. Грегори, А. Грубер, Т. Ю. Цзюнь, Т. Крам, Э. Л. ла Ровере, П. Шукла, Л. Михаэлис, С. Мори, Т. Морита, У. Пеплер, Х. Питчер, Л. Прайс, К. Раихи, А. Роэхрл, Х-Х Рогнер, А. Санковский, М, Шлезингер, С. Смит, Р. Сварт, Н. Виктор, Ч. Дади, 2000 г.: (*Сценарии выбросов. Специальный доклад рабочей группы III Межправительственной группы экспертов по изменению климата*). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.

Jackson, J. (ed.), 1997: *Glossary of Geology. American Geological Institute*, Alexandria, Virginia.

Moss, R.H. y S.H. Schneider, 2000: Uncertainties in the IPCC TAR: recommendations to lead authors for more consistent assessment and reporting. In: *Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC* [Pachauri, R., K. Tanaka, and T. Taniguchi (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, pp. 33–51. Available online at http://www.gispri.or.jp. Можно ознакомиться в оперативном режиме на сайте http://www.gispri.or.jp.

United Nations Environment Programme, 1995: Global Biodiversity Assessment. (Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, 1995 г.: «Оценка мирового биоразнообразия»). [Heywood, V.H. and R.T. Watson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1140 pp.

Изменение климата, 2001 г.
Смягчение воздействий

Резюме рабочей группы III

Резюме для лиц, определяющих политику

Доклад рабочей группы III Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Техническое резюме доклада рабочей группы III

Доклад, принятый в целом рабочей группой III Межправительственной группы экспертов по изменению климата, но не одобренный построчно

Вклад рабочей группы III в Третий доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Содержание

Резюме для лиц, определяющих политику **III-1**

Техническое резюме **III-15**

1. Цели доклада **III-17**
1.1. Справочная информация III-17
1.2 Расширение контекста смягчения воздействий на изменение климата III-17
1.3 Интеграция различных перспектив III-19

2. Сценарии выбросов парниковых газов **III-20**
2.1 Сценарии III-20
2.2. Сценарии смягчения воздействий выбросов парниковых газов III-20
2.3 Глобальные сценарии будущего III-21
2.4 Специальный доклад о сценариях выбросов III-21
2.5 Обзор сценариев смягчения воздействий, созданных после СДСВ III-22

3. Технологический и экономический потенциал вариантов смягчения воздействий **III-25**
3.1. Ключевые достижения после Второго доклада об оценках в области знаний о технологических вариантах смягчения воздействий выбросов ПГ в период до 2010—2020 гг. III-25
3.2 Тенденции в области использования энергии и связанных с ними выбросов парниковых газов III-26
3.3 Экономико-отраслевые технологические варианты смягчения воздействий III-27
3.3.1 Основные варианты смягчения воздействий в строительном секторе III-28
3.3.2 Основные варианты смягчения воздействий в транспортном секторе III-37
3.3.3 Основные варианты смягчения воздействий в промышленном секторе III-37
3.3.4 Основные варианты смягчения воздействий в сельскохозяйственном секторе III-38
3.3.5 Основные варианты смягчения воздействий в секторе сбора и удаления отходов III-38
3.3.6 Основные варианты смягчения воздействий в секторе энергоснабжения III-38
3.3.7 Основные варианты смягчения воздействий выбросов гидрофторуглеродов и перфторуглеродов III-40
3.4 Технологический и экономический потенциал смягчения воздействий выбросов парниковых газов: резюме III-40

4. Технологический и экономический потенциал вариантов увеличения, сохранения и рационального использования биологических накопителей углерода и геоинженерия **III-41**
4.1. Смягчение воздействий через наземную экосистему и землеустройство III-41
4.2 Соображения относительно социально-экономических аспектов III-42
4.3 Варианты смягчения воздействий III-43
4.4 Критерии выбора биологических вариантов смягчения воздействий выбросов углерода III-43
4.5 Экономические расходы III-44
4.6 Морская экосистема и геоинженерия III-44

5. Барьеры, возможности и рыночный потенциал технологий и практических методов **III-44**
5.1 Введение III-44
5.2 Источники барьеров и возможностей III-45
5.3 Барьеры и возможности, специфичные для данного сектора и данной технологии III-48

6. Политика, меры и инструменты III-50
6.1 Программные инструменты и возможные критерии их оценки III-50
6.2 Национальная политика, меры и инструменты III-51
6.3 Международная политика и меры III-52
6.4 Осуществление национальных и международных программных инструментов III-52

7. Методологии калькуляции расходов III-53
7.1 Концептуальная база III-53
7.2 Аналитические подходы III-53
7.2.1 Совместные выгоды и затраты и дополнительные выгоды и затраты III-53
7.2.2 Расходы, связанные с осуществлением III-54
7.2.3 Дисконтирование III-54
7.2.4 Расходы на адаптацию и смягчение воздействий и существующая между ними связь III-54
7.3 Границы системы: проект, сектор и макроуровень III-54
7.3.1 Базовые условия III-55
7.3.2 Рассмотрение «беспроигрышных» вариантов III-55
7.3.3 Гибкость III-56
7.3.4 Вопросы развития, справедливости и устойчивости III-56
7.4 Особые вопросы, касающиеся развивающихся стран и стран с переходной экономикой III-56
7.5 Подходы к моделированию оценки расходов III-56

8. Глобальные, региональные и национальные издержки и дополнительные выгоды III-57
8.1 Введение III-57
8.2 Общие расходы на реализацию мер по борьбе с сокращением ПГ в технологически детализированных моделях III-57
8.3 Расходы, связанные с проведением внутренней политики по сокращению выбросов углерода III-58
8.4 Эффект распределения налогов на выбросы углерода III-60
8.5 Аспекты международной торговли выбросами III-60
8.6 Дополнительные преимущества уменьшения воздействий выброса парниковых газов III-61
8.7 «Побочное» воздействие мер, принимаемых в странах, включенных в приложение B, на страны, не включенные в приложение B III-62
8.8 Резюме основных результатов, полученных на основе целевых показателей Киотского протокола III-63
8.9 Расходы на достижение разных целевых показателей по стабилизации III-65
8.10 Вопрос о вызванных необходимостью технологических изменениях III-66

9. Секторальные расходы на деятельность по смягчению воздействий на изменение климата и дополнительные преимущества такой деятельности III-67
9.1 Различия между национальной и секторальными оценками расходов на смягчение воздействий на изменение климата III-67
9.2 Оценки расходов на осуществление мер по смягчению воздействий на изменение климата в разбивке на отдельные сектора III-68
9.2.1 Уголь III-68
9.2.2 Нефть III-68
9.2.3 Газ III-69
9.2.4 Электроэнергия III-70
9.2.5 Транспорт III-70
9.3 Дополнительные выгоды, которые получат отдельные сектора в результате принятия мер по смягчению воздействий выбросов парниковых газов III-70
9.4 Влияние мер по смягчению воздействий на изменение климата на конкурентоспособность секторов III-70
9.5 Причина различий в результатах исследований III-71

10. Аналитические рамки принятия решений III-71
10.1 Возможности анализа в рамках принятия решений по проблеме изменения климата и новые результаты в этой области III-71
10.2 Международные режимы и варианты политики III-73
10.3 Взаимосвязь с возможными вариантами устойчивого развития на национальном и местном уровнях III-73
10.4 Основные научные вопросы, связанные с политикой III-74

11. Пробелы в знаниях III-75

Глоссарий III-79

Изменение климата, 2001 г.
Смягчение воздействий

Резюме для лиц, определяющих политику

Доклад рабочей группы III Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Настоящее резюме, одобренное построчно на шестой сессии рабочей группы III МГЭИК (Аккра, Гана, 28 февраля — 3 марта 2001 г.), является официально согласованным заявлением МГЭИК относительно смягчения воздействий на изменение климата.

Основан на проекте, подготовленном следующими авторами:

Тарик Банури, Терри Баркер, Игорь Башмаков, Корнелис Блок, Даниэль Буилле, Рената Крист, Огунгулад Дэвидсон, Дже Эдмондс, Кен Грегори, Михаэль Грабб, Кирстен Халснаес, Том Хеллер, Жан-Шарль Уркад, Катринус Джепма, Пекка Кауппи, Аниль Маркандия, Берт Метц, Уильям Мумау, Хосе Роберто Морейра, Цунеюки Морита, Небойса Накиченович, Линн Прайс, Ришар Ришель, Джон Робинсон, Ганс Холджер Рогнер, Джаянт Сатайе, Роджер Седьо, Приярадши Шукла, Лина Шривастава, Роб Суорт, Ференц Тот, Джон Вейант

1. Введение

1. В настоящем докладе оцениваются научные, технические, экологические, экономические и социальные аспекты смягчения воздействий на изменение климата. После публикации Второго доклада об оценках МГЭИК (ВДО) продолжались исследования в области смягчения воздействий[1] на изменение климата с учетом имевших место политических изменений, таких, как соглашение по Киотскому протоколу Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) в 1997 г., о которых сообщается в докладе. Настоящий доклад также опирается на ряд специальных докладов МГЭИК, а именно: Специальный доклад об авиации и глобальной атмосфере, Специальный доклад о методологических и технологических вопросах передачи технологии (СДПТ), Специальный доклад о сценариях выбросов (СДСВ) и Специальный доклад о землепользовании, изменениях в землепользовании и лесном хозяйстве (СДЗИЗЛХ).

Характер проблемы смягчения воздействий

2. *Изменение климата[2] является проблемой с уникальными характеристиками.* Она является глобальной, долгосрочной (до нескольких столетий) и охватывает комплекс взаимодействий между климатическими, экологическими, экономическими, политическими, институциональными, социальными и технологическими процессами. Это может иметь значительные последствия для международных отношений и связей между поколениями в контексте более широких целей общества, таких, как справедливость и устойчивое развитие. Разработка мер реагирования на изменение климата характеризуется принятием решений в условиях неопределенности и риска, включая возможность нелинейных и/или необратимых изменений. [1.2.5, 1.3, 10.1.2, 10.1.4, 10.4.5][3]

3. *Альтернативные пути развития[4] могут в конечном итоге привести к весьма различным выбросам парниковых газов.* СДСВ и сценарии мер по смягчению воздействий, которым дается оценка в настоящем докладе, предполагают, что характер, порядок величины, сроки и стоимость мер по смягчению воздействий зависят от различных национальных условий и социально-экономических и технологических путей развития, а также от желаемого уровня стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере (см. *рисунок РП-1* как пример общего объема выбросов CO_2). Пути развития, ведущие к низким выбросам, зависят от широкого выбора политических решений и требуют крупных политических изменений в других областях помимо тех, которые относятся к изменению климата. [2.2.2, 2.3.2, 2.4.4, 2.5]

4. *Меры по смягчению воздействий на изменение климата будут не только подвержены влиянию широкого спектра социально-экономической политики и тенденций, но и воздействовать на них, например, в связи с развитием, устойчивостью и справедливостью.* Политика смягчения воздействий на изменение климата может содействовать устойчивому развитию, если она согласуется с такими широкими целями общества. Некоторые меры по смягчению воздействий могут привести к крупным выгодам в других, неклиматических областях. Например, они могут уменьшить заболеваемость людей, увеличить занятость, сократить негативные воздействия на окружающую среду (например загрязнение воздуха), защитить и обогатить леса, почвы и водоразделы, снизить субсидии и налоги, которые ведут к увеличению выбросов парниковых газов и внедрить изменение и распространение технологии, способствующее достижению более широких целей устойчивого развития. Аналогично этому, пути развития, удовлетворяющие целям устойчивого развития, могут в конечном итоге привести к более низким уровням выбросов парниковых газов. [1.3, 1.4, 2.2.3, 2.4.4, 2.5, 7.2.2, 8.2.4]

5. *Неравномерное распределение технологических, природных и финансовых ресурсов между нациями и регионами и внутри них, а также между поколениями, наряду с неравенством расходов на смягчение воздействий, часто являются ключевыми соображениями при анализе альтернатив смягчения воздействий на изменение климата.* Значительная часть полемики относительно будущих различий во вкладах стран в смягчение воздействий и связанных с этим проблем справедливости также посвящена этим обстоятельствам[5]. В ходе анализа изменения климата возникает важная проблема справедливости, а именно, в какой степени воздействия на изменение климата или политика смягчения воздействий создают или усугубляют несправедливость как внутри наций и регионов, так и между ними. Сценарии стабилизации парниковых газов, проанализированные в настоящем докладе (за исключением тех из них, при которых стабилизация происходит без участия новой политики в области климата, например B1), предполагают, что развитые страны и

---

[1] Смягчение воздействий определено здесь как антропогенное вмешательство с целью ослабления источников парниковых газов или усиления их поглотителей.

[2] *Изменение климата* в понимании МГЭИК означает любое изменение климата в течение времени как в силу естественной изменчивости, так и в результате деятельности человека. Это понимание отличается от определения, содержащегося в РКИК ООН, в соответствии с которым изменение климата означает изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени.

[3] Номера разделов относятся к основному тексту доклада.

[4] В настоящем докладе «альтернативные пути развития» относятся к ряду возможных сценариев, содержащих понятия общественных ценностей и режима производства и потребления во всех странах, включая, но при этом не будучи ограниченными продолжением тенденций сегодняшнего дня. Эти пути не включают дополнительные инициативы в области климата, что означает, что не включаются никакие сценарии, которые явным образом предполагают осуществление РКИК ООН или контрольных цифр выбросов, предусмотренных Киотским протоколом, но включают в себя предположения относительно другой политики, которая может косвенно влиять на выбросы парниковых газов.

[5] Подходы к справедливости классифицируются по различным категориям, включая те из них, которые основаны на ассигнованиях, выходной продукции, процессе, правах, обязанностях, бедности и благоприятных возможностях, отражающих различные ожидания справедливости, используемые для суждений о политических процессах и соответствующих конечных результатах. [разделы 1.3, 10.2]

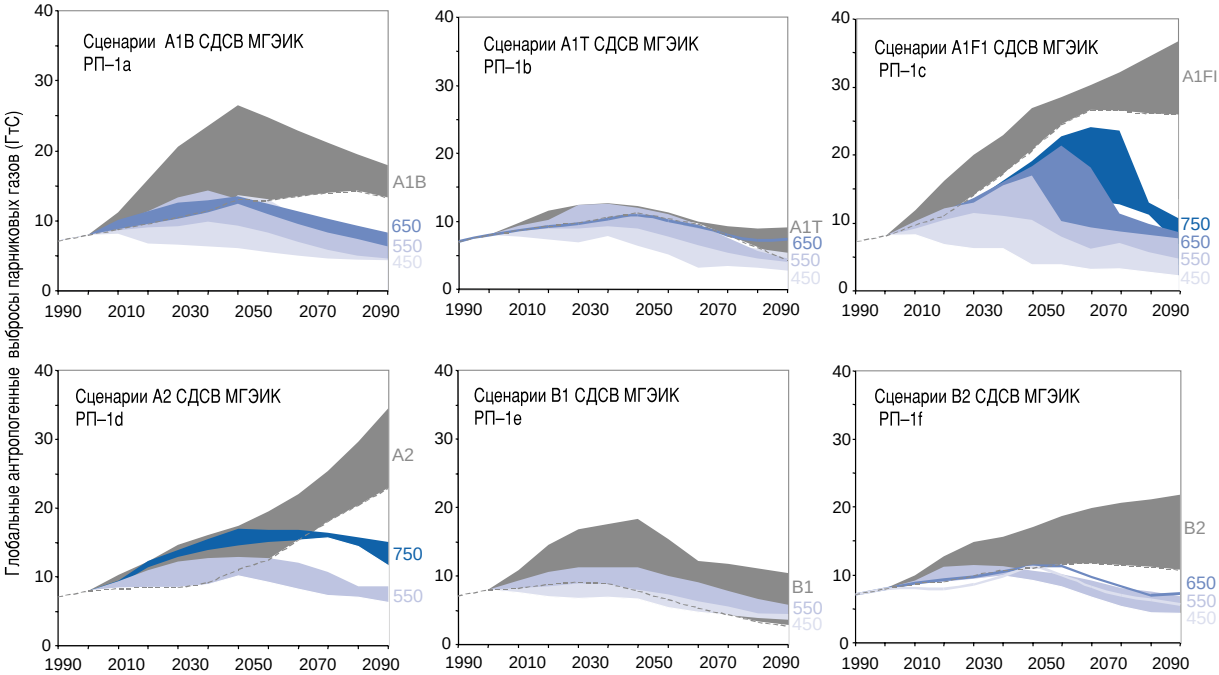


Рисунок РП-1. Сравнение опорных сценариев и сценариев стабилизации. Рисунок разделен на шесть частей, по одному на каждую группу опорных сценариев из специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ, см. текстовой блок РП-1). Каждая часть рисунка показывает диапазон общих глобальных выбросов CO_2 (гигатонны углерода (ГтС)) из всех антропогенных источников для группы опорных сценариев СДСВ (затемнение серым цветом) и диапазоны для различных сценариев смягчения последствий, оцененных в ТДО и ведущих к стабилизации концентраций CO_2 на различных уровнях (затемнение цветом). Сценарии представлены для семейства A1, подразделенного на три группы (равновесная группа A1B (рисунок РП-1a), интенсивного использования неископаемых видов топлива A1T (рисунок РП-1b) и интенсивного использования ископаемых видов топлива A1FI (рисунок РП-1c)) и стабилизации концентраций CO_2 на уровнях 450, 550, 650 и 750 ppmv; для группы A2 со стабилизацией на уровнях 550 и 750 ppmv на рисунке РП-1d, группы B1 со стабилизацией на уровнях 450 и 550 ppmv на рисунке РП-1e и группы B2 со стабилизацией на уровнях 450, 550 и 650 ppmv на рисунке РП-1f. В литературе не имеется оценок сценариев стабилизации на уровне 1000 ppmv. Рисунок иллюстрирует тот факт, что чем ниже уровень стабилизации и чем выше исходные уровни выбросов, тем больше расхождение. Различие между выбросами в различных группах сценариев могут быть такими же большими, как и расхождение между опорными сценариями и сценариями стабилизации внутри одной группы сценариев. Пунктирные линии обозначают границы диапазонов, где они перекрывают друг друга.

страны с переходной экономикой первыми ограничат и сократят свои выбросы парниковых газов.[6]

6. *Сценарии более низких выбросов требуют различных моделей освоения энергетических ресурсов.* На *рисунке РП-2* сравниваются суммарные выбросы углерода за период между 1990 г. и 2100 г. для различных сценариев СДСВ с количеством углерода, содержащегося в глобальных запасах и ресурсах ископаемых видов топлива[7]. Этот рисунок показывает, что существуют обильные ресурсы ископаемого топлива, которые не ограничат выбросы углерода в течение XXI столетия. Однако, в отличие от относительно крупных залежей угля и нетрадиционных нефти и газа, количество углерода в доказанных обычных запасах нефти и газа или в обычных ресурсах нефти значительно ниже суммарных выбросов углерода, связанных со стабилизацией двуокиси углерода на уровнях 450 ppmv и выше (ссылка на конкретный уровень концентрации не означает согласованной желательности стабилизации на этом уровне). Эти данные о ресурсах могут предполагать изменение в структуре энергетики и внедрение новых источников энергии в течение XXI века. Выбор структуры энергетики и связанные с ним капиталовложения будут определять, возможна ли стабилизация парниковых газов и если возможна, то на каком уровне и при каких расходах. В настоящее время большая часть таких капиталовложений

[6] Выбросы от всех регионов в некоторой точке отклоняются от базисных. Глобальные выбросы отклоняются раньше и в большей степени, поскольку либо уровни стабилизации ниже, либо базовые сценарии выше. Такие сценарии несут в себе неопределенности, не обеспечивают информацией о последствиях для справедливости и о том, каким образом можно добиться таких изменений или кто может понести любые связанные с этим расходы.

[7] Запасы — это такие месторождения, которые определяются и оцениваются как промышленные с точки зрения экономической и технической при существующих технологиях и ценах. Под ресурсами понимаются такие месторождения, характеристики которых с геологической и/или экономической точки зрения являются менее определенными, но которые считаются потенциально промышленными при технологических и экономических достижениях, которые могут иметь место в обозримом будущем. Ресурсная база включает в себя обе эти категории. Помимо этого есть дополнительное количество месторождений, недостаточно разведанных и о которых не известно, имеют ли они экономическое значение в обозримом будущем и на которые ссылаются как на «дополнительные месторождения» (ВДО, рабочая группа II). Примерами необычных ресурсов ископаемых видов топлива являются битуминозные песчаники и сланцевые масла, другие виды тяжелой нефти, метан в угольных пластах, сжатый глубокими геологическими породами газ, газ в водоносных слоях и т. д.

Текстовой блок РП-1. Сценарии выбросов Специального доклада МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ)

A1. Сюжетная линия и семейство сценариев A1 содержат описание будущего мира, характеризуемого очень быстрым экономическим ростом, глобальным населением, показатели которого достигают пиковых значений в середине века с последующим уменьшением, а также быстрым внедрением новых и более эффективных технологий. Основополагающими темами являются постепенное сближение разных регионов, создание потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей при значительном уменьшении региональных различий в доходе на душу населения. Семейство сценариев A1 разделяется на три группы, дающие описание альтернативных вариантов технологического изменения в энергетической системе. Три группы A1 отличаются своим центральным технологическим элементом: значительная доля ископаемых видов топлива (A1FI), неископаемые источники энергии (A1T) и равновесие между всеми источниками (A1B) (где равновесие определяется в качестве не слишком большой зависимости от одного конкретного источника энергии, исходя из того, что аналогичные темпы повышения эффективности применяются в отношении всех технологий энергоснабжения и конечного использования).

A2. В сюжетной линии и семействе сценариев A2 дается описание очень неоднородного мира. Основополагающей темой является самообеспечение и сохранение местной самобытности. Показатели рождаемости в разных регионах очень медленно сближаются, результатом чего является постоянный рост общей численности населения. Экономическое развитие имеет главным образом региональную направленность, а экономический рост в расчете на душу населения и технологические изменения являются более фрагментарными и медленными по сравнению с другими сюжетными линиями.

B1. Сюжетная линия и семейство сценариев B1 содержат описание движущегося в одном направлении мира с тем же самым глобальным населением, которое достигает максимальной численности в середине века, а затем уменьшается, как и в сюжетной линии A1, однако при быстрых изменениях в экономических структурах в направлении сервисной и информационной экономики с уменьшением материальной интенсивности и внедрением чистых и ресурсосберегающих технологий. Главное внимание уделяется глобальным решениям экономической, социальной и экологической устойчивости, включая большую справедливость, но без дополнительных инициатив, связанных с климатом.

B2. Сюжетная линия и семейство сценариев B2 содержит описание мира, в котором главное внимание уделяется локальным решениям проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно увеличивающимся глобальным населением при темпах ниже, чем A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрыми и более разнообразными технологическими изменениями по сравнению с сюжетными линиями B1 и A1. Хотя данный сценарий также ориентирован на охрану окружающей среды и социальную справедливость, главное внимание в нем уделяется местным и региональным уровням.

Был избран иллюстративный сценарий для каждой из шести сценарных групп A1B, A1FI, A1T, A2, B1 и B2. Их все следует рассматривать в качестве одинаково обоснованных.

Сценарии СДСВ не включают дополнительных климатических инициатив, что означает, что ни один из сценариев в явном виде не предполагает осуществления Рамочной конвенции ООН об изменении климата или контрольных цифр выбросов, предусмотренных Киотским протоколом.

направляется на открытие и освоение более традиционных и нетрадиционных ресурсов ископаемого топлива. [2.5.1, 2.5.2, 3.8.3, 8.4]

Альтернативы ограничения или сокращения выбросов парниковых газов и увеличения их поглотителей

7. *Существенный технический прогресс в области сокращения выбросов парниковых газов со времени опубликования ВДО в 1995 г. был более быстрым, чем ожидалось.* Достижения имеют место в широком диапазоне технологий на различных этапах разработок, например внедрение на рынок ветровых электрогенераторов, быстрое улавливание газов, сопутствующих производственным процессам, таких, как выбросы N_2O при производстве адипиновой кислоты и перфторуглеродов при производстве алюминия, автомобили с эффективными гибридными двигателями, достижения в области технологий топливных ячеек и демонстрация подземного хранения двуокиси углерода. Технологические альтернативы сокращения выбросов включают повышение эффективности устройств конечного пользования и технологий преобразования энергии, сдвиг в сторону использования низкоуглеродных топлив и топлив на базе возобновляемой биомассы, безвыбросные технологии, совершенствование управления энергетикой, сокращение выбросов газов, сопутствующих производственным процессам, и удаление и хранение углерода. [3.1, 4.7]

В таблице РП-1 кратко изложены результаты многих отраслевых исследований, главным образом на уровне проекта, страны и региона, а некоторые — на глобальном уровне, и содержатся оценки потенциальных сокращений выбросов парниковых газов

во временных рамках 2010—2020 гг. Некоторыми ключевыми результатами являются следующие:

- сотни технологий и практика для достижения эффективности конечного использования энергии в зданиях, на транспорте и в обрабатывающей промышленности обеспечивают более половины этого потенциала; [3.3, 3.4, 3.5]
- по крайней мере до 2020 г. в энергетике по-прежнему будут доминировать относительно дешевые и имеющиеся в большом объеме ископаемые виды топлива. Природный газ, если его транспортировка экономически оправдана, будет играть важную роль в сокращении выбросов наряду с повышением эффективности преобразования и большим использованием парогазовых и/или парогенераторных установок; [3.8.4]
- низкоуглеродные системы энергоснабжения могут внести важный вклад в энергетику за счет использования энергии биомассы из побочных продуктов и отходов сельского и лесного хозяйства, а также из бытовых и промышленных отходов, специальных плантаций биомассы при наличии пригодных земель и запасов воды, метана, образующегося на мусорных свалках, использования энергии ветра и гидроэлектроэнергии, а также за счет использования и увеличения срока службы ядерных электростанций. После 2010 г. выбросы от электростанций, работающих на ископаемом топливе и/или биомассе, могут быть значительно сокращены за счет удаления и хранения углерода, выделяющегося перед или после сжигания. Соображения охраны окружающей среды, безопасности, надежности и нераспространения могут ограничить использование некоторых из этих технологий; [3.8.4]
- в сельском хозяйстве могут быть сокращены выбросы метана и закиси азота от желудочной ферментации домашнего скота, от рисовых чеков, использования азотных удобрений и отходов животноводства; [3.6]
- в зависимости от применения выбросы фторированных газов могут быть сведены к минимуму за счет изменений в процессах, улучшения улавливания, рециклирования и локализации или их можно будет избежать путем использования альтернативных соединений и технологий. [3.5 и глава 3 приложения]

Потенциалы сокращения выбросов, приведенные в *таблице РП-1* для отдельных отраслей, были просуммированы для получения оценки глобального потенциала сокращения выбросов, принимая во внимание возможное перекрытие между отраслями и технологиями и внутри них и максимально учитывая информацию, имеющуюся в основных исследованиях. Половина этих потенциальных сокращений выбросов может быть достигнута к 2020 г. при прямой выгоде (экономия энергии), превышающей прямые затраты (чистые капитальные затраты, издержки производства и эксплуатационные расходы), а другая половина — при прямых чистых затратах до 100 долл. США/т$C_{экв}$ (в ценах 1998 г.). Эти оценки расходов получены с использованием нормы дисконта в диапазоне 5—12 %, согласующейся с нормами дисконта государственного сектора. Частные внутренние нормы прибыли значительно разнятся и, как правило, намного выше, что влияет на темпы принятия на вооружение этих технологий частными предприятиями.

В зависимости от сценария выбросов это может позволить сократить глобальные выбросы ниже уровня 2000 г. в 2010—2020 гг. при таких чистых прямых затратах. Реализация этих сокращений потребует дополнительных расходов на осуществление, которые в некоторых случаях могут быть значительными, потребует возможной политической поддержки (такой, например, как описано в пункте 18), усиления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, эффективной передачи технологии и преодоления других барьеров (пункт 17). Эти вопросы, наряду с затратами и выгодами, не включены в данную оценку и описаны в пунктах 11, 12 и 13.

Различные глобальные, региональные, национальные и секторальные исследования, оцененные в настоящем докладе, имеют разные сферы охвата и предположения. Не для всех секторов и регионов существуют исследования. Диапазон сокращений выбросов, о которых сообщается в *таблице РП-1*, отражает неопределенности основных исследований, на которых они базируются. [3.3-3.8]

8. *Леса, сельскохозяйственные угодья и другие экосистемы суши располагают значительным потенциалом смягчения воздействий. Консервация и улавливание углерода, хотя и не всегда постоянные, могут дать время для дальнейшей разработки и внедрения других альтернатив.* Биологическое смягчение воздействий может быть реализовано посредством трех стратегий: a) консервация существующих резервуаров углерода; b) улавливание посредством увеличения размеров резервуаров углерода; и c) замена на устойчиво производимые биологические продукты, например, энергоемких строительных материалов на дерево и ископаемого топлива на биомассу. Консервация находящихся под угрозой резервуаров углерода может помочь избежать выбросов, если удастся предотвратить утечку, но может стать устойчивой только в том случае, если будут анализироваться социально-экономические факторы, обусловливающие обезлесение и другие потери резервуаров углерода. Улавливание, которое отражает биологическую динамику роста, часто начинается медленно, проходит через максимум и затем снижается до нуля в период от десятилетий до столетий. [3.6, 4.3]

Консервация и улавливание в конечном итоге дают более высокие накопления углерода, что может привести к более высоким будущим выбросам углерода, если эти экосистемы серьезно нарушатся под влиянием либо природных возмущений, либо прямых/косвенных результатов деятельности человека. Даже если природные возмущения будут, как правило, сменяться последующим улавливанием, деятельность по борьбе с такими возмущениями может сыграть важную роль в ограничении выбросов углерода. Выгоды от замены могут, в принципе, продолжаться постоянно. Соответствующее землеустройство под сельскохозяйственные культуры, строевой лес и устойчивое производство биоэнергии могут увеличить выгоды для смягчения воздействий на изменение климата. Принимая во внимание конкуренцию за землепользование, а также оценки, содержащиеся в ВДО и в СДЗИЗЛХ, потенциал биологических альтернатив смягчения последствий определяется к 2050 г. величиной порядка 100 ГтС (суммарно), хотя имеются существенные неопределенности, связанные с этой оценкой, что будет эквивалентно примерно 10—20 % прогнозируемых выбросов от

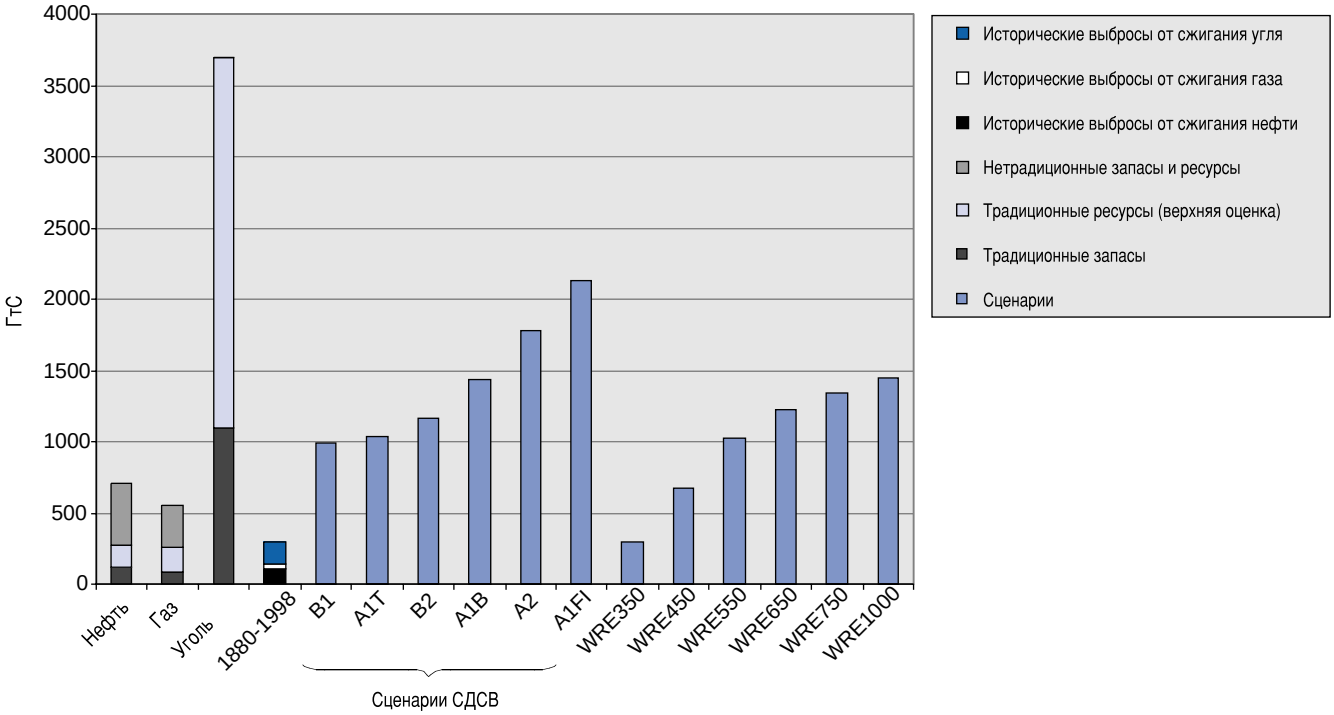


Рисунок РП-2. Углерод в запасах и ресурсах нефти, газа и угля в сравнении с историческими выбросами от сжигания ископаемого топлива за 1860—1998 гг. и с суммарными выбросами углерода, согласно набору сценариев СДСВ и сценариев стабилизации ТДО до 2100 г. Данные для запасов и ресурсов показаны в колонках с левой стороны (раздел 3.8.2). Нетрадиционные нефть и газ включают битуминозные песчаники, сланцевые масла, прочие виды тяжелой нефти, метан, сопровождающий залежи угля, спрессованный глубинный газ, газ в водоносных слоях и т. д. Газовые гидраты (клатраты), которые достигают, согласно оценкам, 12 000 ГтС, не показаны. Колонки сценариев показывают как опорные сценарии СДСВ, так и сценарии, которые ведут к стабилизации концентраций на различных уровнях. Отметим, что если к 2100 г. суммарные выбросы, связанные со сценариями СДСВ, будут равны или меньше суммарных выбросов при сценариях стабилизации, то это не означает, что эти сценарии также ведут к стабилизации.

сжигания ископаемых видов топлива в течение этого периода. Реализация этого потенциала зависит от наличия земельных и водных ресурсов, а также от темпов принятия на вооружение различной практики землеустройства. Самый большой биологический потенциал смягчения воздействия атмосферного углерода существует в субтропических и тропических регионах. Сообщаемые в настоящее время оценки расходов на биологическое смягчение воздействий значительно различаются и составляют от 0,1—20 долл. США/тС в некоторых тропических странах до 20—100 долл. США/тС в нетропических странах. Методы финансового анализа и подсчета углерода не- сопоставимы. Кроме того, во многих случаях подсчеты расходов не охватывают, среди прочего, стоимость инфраструктуры, соответствующее дисконтирование, мониторинг, сбор данных и расходы на осуществление, вмененные издержки на землю и обслуживание или другие непериодические издержки, которые часто исключаются или не учитываются. Нижние границы этих диапазонов предвзято занижены, но понимание и учет расходов со временем улучшаются. Эти биологические альтернативы смягчения воздействий могут иметь социальные, экономические и экологические выгоды помимо сокращения содержания CO_2 в атмосфере, если они осуществляются надлежащим образом (например: сохранение биоразнообразия, охрана водоразделов, расширение практики устойчивого землеустройства и повышение занятости сельского населения). Однако при разумном осуществлении они могут создать риск негативных воздействий (например: потеря биоразнообразия, разрушение коммун и загрязнение подземных вод). Биологические альтернативы смягчения могут сократить или увеличить выбросы других газов, помимо CO_2. [4.3, 4.4]

9. *Не существует какого-то единого пути для будущего с низкими выбросами, и страны и регионы должны сами выбирать свой собственный путь. Большинство расчетов на моделях показывает, что известные технологические альтернативы*[8] *могут обеспечить достижение весьма разнообразных уровней стабилизации CO_2 в атмосфере, например 550 pptv, 450 pptv или ниже на протяжении предстоящих 100 лет и более, но осуществление потребует соответствующих социально-экономических и институциональных* изменений. Сценарии предполагают, что для достижения стабилизации на этих уровнях потребуются весьма значительные сокращения выбросов углерода в мире на единицу ВВП от уровней 1990 г. Технологические усовершенствования и передача технологии играют центральную роль в сценариях стабилизации, оцененных в настоящем докладе. Для критически важного энергетического сектора почти все сценарии смягчения воздействия парниковых

[8] «Известные технологические альтернативы» относятся к технологиям, которые уже действуют сегодня или находятся на этапе экспериментального внедрения, как указано в сценариях смягчения, описанных в настоящем докладе. Они не включают каких-либо технологий, которые потребуют радикального технологического прорыва. Таким образом, их можно рассматривать как консервативные оценки, учитывая продолжительность периода сценария.

Таблица РП-1. *Оценки потенциальных сокращений выбросов парниковых газов в 2010 г. и 2020 г. (разделы 3.3—3.8 и приложение к главе 3)*

Сектор		Исторические выбросы в 1990 г. ($МтС_{экв}$/г)	Исторические темпы ежегодного роста $C_{экв}$(%), 1990—1995 гг.	Потенциал сокращения выбросов в 2010 г. ($МтС_{экв}$/г)	Потенциал сокращения выбросов в 2020 г. ($МтС_{экв}$/г)	Устранимые чистые прямые издержки на тонну углерода
Строительство[a]	только CO_2	1650	1,0	700—750	1000—1100	Большинство сокращений достигается при отрицательных чистых прямых издержках.
Транспорт	только CO_2	1080	2,4	100—300	300—700	В большинстве исследований указываются чистые прямые издержки ниже 25 долл. США/тС, а в двух из них предполагаются чистые прямые издержки, превышающие 50 долл. США/тС.
Промышленность	только CO_2	2300	0,4			
— энергоэффективность:				300—500	700—900	Более половины достигается при отрицательных чистых прямых издержках.
— материалоэффективность:				~200	~ 600	Издержки не определены.
Промышленность	не CO_2	170		~100	~100	Издержки на сокращение выбросов N_2O составляют 0—10 долл. США/$тС_{экв}$.
Сельское хозяйство[b]	только CO_2	210				
	не CO_2	1250—2800	n.a.	150—300	350—750	Большинство сокращений будет стоить между 0 и 100 долл. США/$тС_{экв}$ с ограниченными благоприятными возможностями для альтернатив отрицательных чистых издержек.
Обработка отходов[b]	только CH_4	240	1,0	~200	~200	Около 75 % экономии за счет улавливания метана на мусорных свалках при отрицательных чистых издержках; 25 % при издержках в 25 долл. США/$тС_{экв}$.
Применения заменяющих веществ согласно Монреальскому протоколу	не CO_2	0	n.a.	~100	n.a.	Около половины сокращений обусловлено различием в исходных уровнях исследований и базовых величин СДСВ. Остальная половина сокращений достигается при издержках ниже 200 долл. США/$тС_{экв}$.
Энергоснабжение и преобразование[c]	только CO_2	(1620)	1,5	50—150	350—700	Существуют ограниченные альтернативы для достижения отрицательных чистых издержек; многие варианты достигаются при издержках менее 100 долл. США/$тС_{экв}$.
Итого		**6900—8400d**		**1900—2600e**	**3600—5050e**	

[a] Строительство включает оборудование здания, само здание и облицовку здания.

[b] Разброс для сельского хозяйства вызывается главным образом крупными неопределенностями в отношении выбросов CH_4 и NC_2O и выделений из почвы CO_2. В отходах доминирует метан из мусорных свалок. Другие секторы можно оценить с большей точностью, поскольку в них доминирует ископаемый CO_2.

[c] Включены в вышеперечисленные секторальные величины. Сокращения включают только альтернативы выработки энергии (переключение с газа на ядерную энергетику, улавливание и хранение CO_2, повышение эффективности электростанций и использование возобновляемых источников энергии).

[d] Итоговая цифра включает все секторы, рассмотренные в главе 3 по всем шести газам. В нее включены неэнергетические источники CO_2 (производство цемента 160 МтС; сжигание газа 60 МтС; изменение землепользования 600—1400 МтС) и итоговые цифры энергии, используемой для конверсии топлив в секторе конечного пользователя (630 МтС). Если к этому добавить переработку нефти и коксовый газ, то глобальные выбросы CO_2 за 1990 г. в размере 7100 МтС возрастут на 12 %. Следует отметить, что выбросы от лесного хозяйства и альтернативы смягчения последствий за счет поглощения им углерода в расчеты не включены.

[e] Базовые сценарии СДСВ (для шести газов, включенных в Киотский протокол) предполагают диапазон выбросов в 11 500—14 000 $МтС_{экв}$ для 2010 г. и 12 000—16 000 $МтС_{экв}$ для 2020 г. Приведенные выше оценки наиболее совместимы с тенденциями выбросов исходного уровня в сценарии B2 СДСВ. Потенциальные сокращения учитывают регулярный оборот основного капитала. Они не ограничены экономически эффективными альтернативами, но исключают альтернативы при стоимости выше 100 долл./$тС_{экв}$ (исключая газы Монреальского протокола) и альтернативы, которые не могут быть приняты на вооружение посредством использования в целом приемлемой политики.

Текстовой блок РП-2. Подходы к оценке стоимости и выгод и их неопределенности

По разнообразным причинам конкретные количественные оценки стоимости и выгод от мер по смягчению воздействий окружены значительными различиями и неопределенностями. В ВДО описаны две категории подходов для оценки затрат и выгод: подходы в восходящем направлении, которые строятся на оценках конкретных технологий и секторов, например тех, которые описаны в пункте 7, и исследования на моделях в нисходящем направлении, которые исходят из макроэкономических соотношений, например тех из них, которые описаны в пункте 13. Эти два подхода дают расхождения в оценках затрат и выгод, которые были сужены с тех пор, как вышел ВДО. Но даже если эти различия будут преодолены, останутся другие неопределенности. Потенциальное воздействие этих неопределенностей может быть с пользой оценено путем изучения влияния изменения в любом данном предположении на суммарные результирующие затраты при условии, что должным образом учтена любая корреляция между переменными.

газов и стабилизации их концентрации характеризуются внедрением эффективных технологий как в энергопользовании, так и в энергоснабжении, и низкоуглеродной или безуглеродной энергетики. Однако ни одна из технологических альтернатив в отдельности не обеспечит необходимых сокращений всех выбросов. Альтернативы сокращения выбросов из неэнергетических источников и парниковых газов, помимо, CO_2, также обеспечат важный потенциал сокращения выбросов. Передача технологий между странами и регионами расширит выбор альтернатив на региональном уровне, а экономия на масштабах и получаемые знания снизят расходы на принятие на вооружение этих технологий. [2.3.2, 2.4, 2.5]

10. *Познания и нововведения в социальной сфере и изменения в институциональной структуре могут внести вклад в смягчение воздействий на изменение климата.* Изменения в коллективных правилах и поведении отдельных лиц могут оказать существенное воздействие на выбросы парниковых газов, но происходят в рамках сложных институциональных, регламентных и юридических реалий. В некоторых исследованиях проводится мысль, что нынешние системы стимуляции могут поощрять схемы ресурсоемкого производства и потребления, что увеличивает выбросы парниковых газов во всех секторах, например в транспорте и жилищном строительстве. В более краткосрочном плане имеются благоприятные возможности социальных нововведений, которые изменят поведение отдельных лиц и организаций. В более долгосрочном плане такие нововведения в сочетании с технологическим изменением могут еще более усилить социально-экономический потенциал, особенно если произойдет сдвиг предпочтений и культурных норм в направлении более низких выбросов и устойчивого поведения. Эти нововведения часто встречают сопротивление, которое можно преодолеть путем стимулирования более активного участия граждан в процессе принятия решений. Это поможет внести вклад в новые подходы к устойчивости и справедливости. [1.4.3, 5.3.8, 10.3.2, 10.3.4]

Стоимость и дополнительные выгоды[9] от мер по смягчению воздействий

11. *Оценки затрат и выгод от мер по смягчению воздействий различаются, поскольку зависят от: (i) того, каким образом измеряется благосостояние; (ii) сферы охвата и методологии анализа; и (iii) предположений, лежащих в основе анализа. В конечном итоге сметные оценки затрат и выгод могут не отражать фактических затрат и выгод от осуществления мер по смягчению воздействий.* В отношении пунктов (i) и (ii) оценки затрат и выгод, помимо прочего, зависят от рециклирования доходов и от того, учитываются ли и каким образом следующие соображения: стоимость осуществления и трансакционные издержки, ограниченные воздействия, газовые смеси, альтернативы изменения землепользования, выгоды от несостоявшегося изменения климата, дополнительные выгоды, меры, проводимые «без сожаления»[10] и оценка внешних и нерыночных воздействий. Предположения включают в себя, помимо прочего:

- демографические изменения, темпы и структуру экономического роста; повышение личной мобильности, технические нововведения, как-то: повышение эффективности энергетики и наличие недорогих источников энергии, гибкость капиталовложений и рынков труда, цены, фискальные искажения в случае сценария, когда не проводится какая-либо политика (исходный уровень);
- уровень и сроки достижения контрольных цифр смягчения воздействий;
- предположения, касающиеся механизмов осуществления, например степень распространения торговли выбросами, механизм чистого развития (МЧР) и совместное осуществление (СО), регулирование и добровольные соглашения[11] и связанные с этим трансакционные издержки;
- нормы дисконта: длительные временные масштабы обусловливают критическую важность предположений в отношении дисконтирования, и пока еще не существует консенсуса по соответствующим долгосрочным нормам, хотя литература

[9] Дополнительные выгоды представляют собой добавочные или побочные результаты воздействия политики, направленной исключительно на смягчение воздействий на изменение климата. Такая политика оказывает воздействие не только на выбросы парниковых газов, но также на эффективность использования ресурсов, подобно сокращению выбросов местных и региональных загрязняющих воздух веществ, связанных с использованием ископаемых видов топлива, и на такие аспекты, как транспорт, сельское хозяйство, практика землепользования, занятость и топливная безопасность. Иногда эти выгоды называют «дополнительными воздействиями» с целью отразить то обстоятельство, что в некоторых случаях выгоды могут быть отрицательными.

[10] В настоящем докладе, как и в ВДО, альтернативы по мерам, проводимым «без сожаления», определяются как альтернативы, выгоды от которых, такие как сокращение расходов на производство энергии и сокращение выбросов локальных/региональных загрязняющих веществ, равны или превышают их стоимость для общества, исключая выгоды от несостоявшегося изменения климата.

отражает возрастающее внимание к нормам, которые снижаются во времени, и отсюда большой вес придается выгодам, которые будут иметь место в долгосрочном плане. Эти нормы дисконта следует отличать от более высоких норм, обычно используемых частными агентами при рыночных операциях. [7.2, 7.3, 8.2.1, 8.2.2, 9.4]

12. *Некоторые источники выбросов парниковых газов могут быть ограничены при отсутствии расходов или при отрицательных чистых социальных расходах в той степени, в которой политика может использовать меры, проводимые «без сожаления».* [7.3.4, 9.2.1]

- *Несовершенство рынка*. Сокращение суще»ствующего рынка или институциональная несостоятельность и другие барьеры, которые препятствуют принятию на вооружение экономически эффективных мер по сокращению выбросов, могут снизить частные затраты по сравнению с существующей практикой. Это также может сократить полные частные затраты.
- *Дополнительные выгоды.* Меры по смягчению воздействий на изменение климата будут влиять на другие социальные вопросы. Например, сокращение выбросов углерода во многих случаях в итоге приведет к одновременному сокращению загрязнения воздуха на локальном и региональном уровнях. Стратегии смягчения воздействий, вероятно, повлияют также на транспорт, сельское хозяйство, практику землепользования и отведение и очистку сточных вод, а также окажут воздействие на другие проблемы социального характера, такие, как занятость и энергетическая безопасность. Однако не все воздействия будут иметь позитивный характер; тщательный отбор политики и планирование могут лучше обеспечить позитивный эффект и свести к минимуму отрицательные воздействия. В некоторых случаях величина дополнительных выгод от смягчения может быть сопоставима с расходами по мерам смягчения, что даст прибавку к потенциалу мер, проводимых «без сожаления», несмотря на то что проведение оценок затруднено и их результаты широко варьируют. [7.3.3, 8.2.4, 9.2.2—9.2.8, 9.2.10]
- *Двойной дивиденд.* Инструменты денежной политики (такие, как поступления в виде налогов или от продаваемых с аукциона разрешений) обеспечивают доход в бюджет государства. Если он используется для финансирования снижения существующих налогов за нанесение экологического ущерба («рециклирование доходов»), то это снижает оптимальные издержки по достижению сокращения выбросов парниковых газов. Величина этой компенсации зависит от существующей налоговой структуры, видов сокращения налогов, условий рынка труда и методов рециклирования. При некоторых обстоятельствах имеется возможность превышения экономической выгоды над стоимостью мер по смягчению воздействий. [7.3.3, 8.2.2, 9.2.1]

13. *Оценки расходов по осуществлению Киотского протокола для стран, включенных в приложение B, различаются в разных исследованиях и по разным регионам, как указано в пункте 11, и в большой степени зависят от предположений в отношении использования киотских механизмов и их взаимодействий с внутренними мерами.* В значительном большинстве глобальных исследований, в которых сообщаются и сравниваются эти расходы, используются международные энергоэкономические модели. В девяти из этих исследований сообщается о следующих последствиях для ВВП[12] [7.3.5, 8.3.1, 9.2.3, 10.4.4]

Страны приложения II[13]: в случае отсутствия международной торговли выбросами между странами приложения B[14], в большинстве глобальных исследований предполагаются потери ВВП, составляющие приблизительно от 0,2 до 2 % для различных районов приложения II. При торговле выбросами в полном объеме между странами приложения B, потери, как ожидается, составят в 2010 г. от 0,1 до 1,1 предполагаемого ВВП[15]. Эти исследования охватывают широкий круг предположений, перечисленных в пункте 11. Расчеты на моделях, результаты которых сообщаются в данном пункте, предполагают полное использование торговли выбросами без трансакционных издержек. Результаты для случаев, в которых не допускается торговля выбросами между странами приложения B, предполагают полную внутреннюю торговлю в пределах каждого региона. Модели не учитывают поглотителей или других парниковых газов, помимо CO_2. Они не включают МЧР, альтернативы с отрицательными издержками, дополнительные выгоды или контрольные цифры рециклирования дохода.

Для всех регионов издержки также подвергаются влиянию следующих факторов:

- ограничения на использование торговли выбросами между странами приложения B, высокие трансакционные издержки при реализации механизмов и неэффективное осуществление внутри страны могут сделать эти издержки более высокими;
- включение во внутреннюю политику мер, выполняемых «без сожаления»[10], определенных в пункте 12, использование МЧР, поглотителей и включение других парниковых газов, помимо CO_2, могло бы снизить расходы. Расходы для отдельных стран могут различаться весьма значительно.

Эти модели показывают, что киотские механизмы имеют важное значение при учете факторов риска неожиданно высоких расходов в конкретных странах и, таким образом, могут дополнить механизмы внутренней политики. Аналогичным образом они могут свести к минимуму риски несправедливых

[11] Добровольным соглашением является соглашение между правительственным органом и одной или несколькими частными структурами, а также одностороннее обязательство, которое признается государственным органом, для достижения экологических целей или для улучшения экологических характеристик свыше установленных требований.

[12] Многие другие исследования, более точно учитывающие специфику стран и разнообразие целенаправленной политики, дают более широкий диапазон оценок чистой стоимости. [8.2.2]

[13] Страны приложения II: группа стран, внесенных в приложение II к РКИК ООН, включающее все развитые страны Организации экономического сотрудничества и развития.

[14] Страны приложения B: группа стран, включенных в приложение B к Киотскому протоколу, которые договорились о контрольных цифрах своих выбросов парниковых газов, включая все страны приложения I (с поправкой 1998 г.), кроме Турции и Беларуси.

[15] Для представления расходов могут быть использованы многие показатели. Например, если ежегодные издержки развитых стран, связанные с достижением контрольных цифр Киотского протокола при торговле выбросами в полном объеме между странами приложения B, составляют порядка 0,5 % ВВП, то это представляет собой 125 млрд долл. США в год или 125 долл. США на человека в год к 2010 г. в странах приложения II (предположение СДСВ). Это соответствует воздействию на темпы экономического роста за 10 лет в размере менее чем 0,1 %.

международных воздействий и помочь уравнять предельные издержки. Глобальные исследования на моделях, о которых сообщается выше, показывают, что национальные предельные расходы для достижения целей Киото составляют от около 20 долл. США/тС до 600 долл. США/тС без торговли, но только до 150 долл. США/тС при торговле в странах приложения B. Сокращение издержек в результате внедрения этих механизмов может зависеть от деталей их осуществления, включая совместимость внутренних и международных механизмов, ограничений и трансакционных издержек.

Страны с переходной экономикой: для большинства этих стран последствия для ВВП имеют диапазон от пренебрежимо малых величин до увеличения на несколько процентов. Это отражает благоприятные возможности для повышения эффективности энергетики, которые отсутствуют в странах приложения II. При условии резкого повышения эффективности энергетики и/или продолжающегося экономического спада в некоторых странах установленные величины могут превысить предполагаемые выбросы в течение первого периода действия обязательств. В этом случае модели показывают увеличение ВВП ввиду поступлений от торговли установленными объемами выбросов. Однако для ВВП некоторых стран с переходной экономикой осуществление Киотского протокола будет иметь аналогичные последствия, что и для стран приложения II.

14. *По оценке, полученной в результате исследований экономической эффективности в масштабе столетия, стоимость стабилизации концентраций CO_2 в атмосфере повышается по мере того, как снижается уровень стабилизации концентрации. Различные исходные уровни могут оказывать сильное влияние на абсолютные расходы.* При переходе уровней стабилизации концентрации от 750 ppmv до 550 ppmv имеет место умеренное увеличение расходов, а при переходе от 550 ppmv к 450 ppmv наблюдается более значительный рост расходов, если только выбросы в исходном сценарии не являются слишком низкими. Однако эти результаты не включают улавливания углерода, другие газы, помимо CO_2, и не учитывают возможного влияния более жестких контрольных цифр на вынужденные технологические изменения[16]. Расходы, связанные с каждым уровнем концентрации зависят от многочисленных факторов, включая норму дисконта, распределение сокращений выбросов во времени, проводимую политику и реализуемые меры и, в особенности, от выбора исходного сценария: например, для сценариев, характерных тем, что они сосредоточены на локальном и региональном устойчивом развитии, общие издержки для стабилизации на конкретном уровне значительно ниже, чем для других сценариев[17]. [2.5.2, 8.4.1, 10.4.6]

15. *При любых усилиях, направленных на смягчение воздействий выбросов парниковых газов, оптимальные издержки и выгоды распределяются между секторами экономики неравномерно; в различной степени затраты на меры по смягчению воздействий могут быть снижены за счет соответствующей политики.* В целом легче выявить деятельность, которая понесет экономические потери по сравнению с той деятельностью, которая потенциально выиграет, причем экономические потери носят более непосредственный, более сконцентрированный и более точный характер. В рамках политики смягчения воздействий угольный и, возможно, нефтяной и газовый секторы, а также некоторые энергоемкие секторы, например производство стали, вполне вероятно, потеряют какую-то часть своего объема производства. Другие отрасли, включая отрасли и услуги, использующие возобновляемую энергию, как ожидается, могут выиграть в долгосрочном плане от изменений цен и наличия финансовых и других ресурсов, которые в противном случае были бы направлены в углеродоемкие секторы. Такие виды политики, как ликвидация субсидий для ископаемых видов топлива, могут увеличить общую выгоду для общества за счет выигрыша в экономической эффективности, тогда как использование киотских механизмов, как ожидается, может сократить чистые оптимальные издержки на достижение контрольных цифр в странах приложения B. Другие виды политики, например освобождение от налогов углеродоемких отраслей, перераспределят расходы, но в то же время увеличат общие расходы для всего общества. Большая часть исследований показывает, что эффекты распределения налогов на углерод могут иметь негативные последствия для групп населения с низким доходом, за исключением тех случаев, когда поступления от налогов используются прямо или косвенно для того, чтобы компенсировать такие последствия. [9.2.1]

16. *Ограничения по выбросам в странах приложения I имеют хорошо установленный, хотя и различный эффект «перелива»[18] для стран, не включенных в приложение I.* [8.3.2, 9.3]

- *Страны-экспортеры нефти, не включенные в приложение I: в анализах по-разному сообщается о затратах, включая, помимо прочего, вероятное сокращение ВВП и сокращение предполагаемых доходов от нефти*[19]. В исследованиях, сообщающих о самых низких затратах, говорится о сокращении на 0,2 % предполагаемого ВВП при отсутствии торговли выбросами и менее 0,05 % предполагаемого ВВП при торговле выбросами странами приложения B в 2010 г.[20] В исследовании, сообщающем о наивысших расходах, показано сокращение на 25 % предполагаемых доходов от нефти при отсутствии торговли выбросами и на 13 % предполагаемых доходов от нефти при торговле выбросами странами приложения B в 2010 г. Эти

[16] Вынужденные технологические изменения являются новой формирующейся областью исследований. Ни в одном из проанализированных в настоящем докладе литературных источников, описывающих взаимосвязи между концентрациями CO_2 и расходами в масштабе столетия, не сообщается о результатах моделирований с применением вынужденных технологических изменений. Модели с вынужденными технологическими изменениями при определенных условиях демонстрируют, что концентрации в масштабе столетия могут быть различными при аналогичном росте ВВП, но при различных политических режимах. [8.4.1.4]

[17] См. *рисунок РП-1* для иллюстрации влияния опорных сценариев на величину требуемых усилий по смягчению последствий с целью достижения данного уровня стабилизации.

[18] Эффект перелива включает в себя только экономические эффекты и не включает экологических эффектов.

[19] Подробности рассматриваемых шести исследований можно найти в таблице 9.4 основного доклада.

[20] Эти оценки расходов можно выразить в виде различий в темпах роста ВВП за период 2000—2010 гг. При отсутствии торговли выбросами темпы роста ВВП сокращаются на 0,02 %/год; при торговле выбросами стран приложения B темпы роста сокращаются менее чем на 0,005 %/год.

исследования не учитывают политику и меры[21], помимо торговли выбросами странами приложения B, которые могли бы снизить воздействие на страны-экспортеры нефти, не включенные в приложение I, и поэтому имеют тенденцию к завышению как расходов этих стран, так и общих расходов.

Воздействия на эти страны могут быть еще более сокращены путем ликвидации субсидий на ископаемые виды топлива, реструктуризацию налогообложения энергетики в соответствии с содержанием углерода в топливе, повышения использования природного газа и диверсификации экономики в странах-экспортерах нефти, не включенных в приложение I.

- *Другие страны, не включенные в приложение I: на них могут неблагоприятно сказаться сокращение спроса на их экспорт в страны ОЭСР и повышение цен на углеродоемкую и другую продукцию, которые они будут продолжать импортировать. Эти страны могут получить выгоду от снижения цен на топливо, увеличения экспорта углеродоемкой продукции и передачи экологически обоснованных технологий и ноу-хау.* Чистый остаток для конкретной страны зависит от того, какой из этих факторов является доминирующим. Ввиду этих сложностей классификация на выигрывших и проигравших остается неопределенной.
- *Утечка углерода[22]. Возможное перемещение некоторых углеродоемких видов промышленности в страны, не включенные в приложение I, и более глубокие последствия для торговых потоков в ответ на изменяющиеся цены могут привести к утечке порядка 5—20 %. [8.3.2.2]* Например, освобождение от налогообложения энергоемких видов промышленности делает маловероятной верхнюю границу оценки утечки углерода, полученную с помощью моделей, но повышает совокупные расходы. Передача экологически обоснованных технологий и ноу-хау, не учтенная в моделях, может привести к снижению утечки, особенно в долгосрочном плане, когда это может более чем скомпенсировать такую утечку.

Пути и средства смягчения воздействий

17. *Успешное осуществление альтернатив смягчения воздействий выбросов парниковых газов потребует преодоления многих технических, экономических, политических, культурных, социальных, поведенческих и/или институциональных барьеров, которые препятствуют использованию в полной мере благоприятных технических, экономических и социальных возможностей, содержащихся в этих альтернативах смягчения воздействий.* Потенциальные благоприятные возможности для смягчения воздействий и типы барьеров варьируют по регионам и секторам, а также во времени. Это вызывается широким разнообразием потенциала для смягчения воздействий. Малоимущие в любой стране располагают ограниченными благоприятными возможностями для принятия на вооружение технологий или изменения своего социального поведения, в особенности если они не вовлечены в экономику сделок с уплатой наличными, при этом большинство стран может извлечь пользу из новаторских финансовых и институциональных реформ и из устранения барьеров в торговле. В индустриализованных странах будущие благоприятные возможности лежат главным образом в сфере устранения социальных и поведенческих барьеров, в странах с переходной экономикой — в рационализации цен, а в развивающихся странах — в рационализации цен, повышении доступа к данным и информации, наличии современных технологий, финансовых ресурсах и в подготовке кадров и наращивании потенциала. Однако благоприятные возможности для любой конкретной страны можно отыскать в устранении любого сочетания барьеров. [1.5, 5.3, 5.4]

18. *Реагирование стран на изменение климата может быть более эффективным, если оно будет вестись на базе портфеля политических документов по ограничению или сокращения выбросов парниковых газов.* Этот портфель документов, определяющих национальную политику в области климата, в зависимости от национальных условий может включать налогообложение выбросов/углерода/энергии, коммерческие или некоммерческие лицензии, предоставление и/или лишение субсидий, системы залогов/выплат, стандарты технологий и нормы рабочих параметров, требования к структуре энергетики, запреты на продукцию, добровольные соглашения, правительственное финансирование и инвестиции, а также поддержку научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Каждое правительство может применять различные критерии оценок, которые могут привести к различным портфелям политических документов. В литературе, как правило, не отдается предпочтения какому-либо отдельному политическому документу. Во многих случаях экономически эффективными могут быть документы, основанные на рыночных отношениях, особенно если разработан механизм соблюдения их выполнения. Широко используются и могут быть эффективными во многих странах стандарты энергоэффективности и нормы рабочих параметров, которые иногда предшествуют рыночным инструментам. Добровольные соглашения в последнее время используются более часто, иногда в преддверии принятия более жестких мер. Все более подчеркивается важность информационных кампаний, экологической экспертизы и маркетинга экологически чистой продукции, отдельно или в сочетании со стимулирующими субсидиями для информации и формирования поведения потребителя или производителя. Важную роль играют научно-исследовательские и опытно-конструкторские

[21] Эти политика и меры включают: все, что касается других газов, помимо CO_2, и неэнергетических источников всех газов; компенсацию поглотителями; перепрофилирование промышленности (с производства энергии на поставщика энергетического сектора); использование рыночных сил ОПЕК; и действия (например стран приложения B), связанные с финансированием, страхованием и передачей технологий. Кроме того, исследования, как правило, не включают следующие политику и эффекты, которые могут сократить общие расходы на смягчение последствий: использование доходов от налогообложения для сокращения налогового бремени или для финансирования других мер по смягчению последствий; дополнительные экологические выгоды от сокращения использования ископаемых видов топлива; и вынужденные технологические изменения в результате политики смягчения последствий.

[22] Утечка углерода определяется здесь как увеличение выбросов в странах, не включенных в приложение B, в результате осуществления мер по сокращению выбросов в странах, включенных в приложение B, и выражается в процентах от сокращения выбросов в странах, включенных в приложение B.

работы, поддерживаемые правительством или частным сектором, для развития долгосрочных применений и передачи технологии смягчения последствий за пределы существующего рынка или экономического потенциала. [раздел 6.2]

19. *Эффективность смягчения воздействий на изменение климата может быть усилена, если политика в области климата будет объединяться с неклиматическими целями развития в национальной и отраслевой политике и превратится в широкую переходную стратегию для достижения долгосрочных социальных и технологических изменений, требующихся как для устойчивого развития, так и для смягчения воздействий на изменение климата.* Подобно тому, как политика в области климата может принести дополнительные выгоды, которые повысят материальное благосостояние, так и неклиматическая политика может принести дополнительные климатические выгоды. Вполне возможным будет значительно сократить выбросы парниковых газов, добиваясь климатических целей посредством общей социально-экономической политики. Во многих странах углеродоемкость энергетических систем может варьироваться в зависимости от более широких программ развития энергетической инфраструктуры, политики ценообразования и налогообложения. Принятие на вооружение современных экологически обоснованных технологий открывает особо благоприятную возможность для экологически безопасного развития, избегая при этом деятельности с интенсивными выбросами парниковых газов. Особого внимания заслуживает передача этих технологий малым и средним предприятиям. Кроме того, учет дополнительных выгод во всеобъемлющих национальных стратегиях развития может снизить политические и институциональные барьеры для действий климатического характера. [2.2.3, 2.4.4, 2.4.5, 2.5.1, 2.5.2, 10.3.2, 10.3.4]

20. *Скоординированные действия между заинтересованными странами и секторами могут помочь сократить расходы на смягчение воздействий, проанализировать вопросы конкурентоспособности, избежать потенциальных коллизий с правилами международной торговли и утечки углерода. Группа стран, желающих ограничить свои совокупные выбросы парниковых газов, может договориться об осуществлении хорошо разработанных международных документов.* Документами, проанализированными в настоящем докладе и разрабатываемыми в рамках Киотского протокола, являются: торговля выбросами, совместное осуществление (СО), механизм чистого развития (МЧР); другие международные документы, также проанализированные в настоящем докладе, включают скоординированные и согласованные налоги на выбросы/углерод/энергию, налог на выбросы/ углерод/энергию, технологические и производственные стандарты, добровольные соглашения с промышленностью, прямую передачу финансовых ресурсов и технологий и скоординированное создание благоприятных условий, например сокращение субсидий на ископаемые виды топлива. Некоторые из них рассматриваются в настоящее время только в нескольких регионах. [6.3, 6.4.2, 10.2.7, 10.2.8]

21. *Принятие решений в отношении изменения климата является в значительной степени последовательным процессом, находящимся под влиянием общих неопределенностей.* В литературе проводится мысль о том, что осторожная стратегия учета факторов риска требует тщательного рассмотрения последствий (как для окружающей среды, так и для экономики), их вероятностей и отношения общества к факторам риска. Последнее, по всей вероятности, варьирует от страны к стране и, пожалуй, даже от поколения к поколению. В связи с этим в настоящем докладе подтверждается вывод ВДО о том, что ценность улучшенной информации о процессах и последствиях изменения климата и реакции общества на них, по всей вероятности, будет огромной. Решения в отношении политики в области климата на ближайшее будущее находятся в процессе принятия, в то время как контрольные цифры стабилизации все еще обсуждаются. В литературе проводится мысль о поэтапном решении проблемы стабилизации концентраций парниковых газов. Это также повлечет за собой уравновешивание риска между недостаточными и чрезмерными действиями. Актуальный вопрос состоит не в том, «каким будет наилучший курс на предстоящие 100 лет», а «каков будет наилучший курс на ближайшее время с учетом ожидаемого долгосрочного изменения климата и сопровождающих его неопределенностей». [10.4.3]

22. *В настоящем докладе подтверждается вывод ВДО о том, что заблаговременные действия, включая портфель действий по смягчению воздействий выбросов, развитие технологий и сокращение научных неопределенностей, повышают гибкость при движении в направлении стабилизации концентраций парниковых газов. Желаемое сочетание вариантов варьирует по времени и месту.* Исследования с помощью экономических моделей, завершенные уже после ВДО, показывают, что постепенный отказ в недалеком будущем от нынешней мировой энергетической системы в пользу менее углеродоемкой структуры сводит к минимуму расходы, связанные с преждевременным изъятием из обращения существующего основного капитала. Он также обеспечивает время для технологического развития и позволяет избежать преждевременного замыкания на начальных версиях быстро развивающихся технологий низких выбросов. С другой стороны, более быстрые действия, предпринятые в ближайшее время, сократят факторы риска для окружающей среды и человека, связанные с быстрым изменением климата.

Это также будет содействовать более быстрому развертыванию существующих технологий низких выбросов, обеспечит мощные краткосрочные стимулы для будущих технологических изменений, которые помогут избежать замыкания на углеродоемких технологиях и позволят впоследствии ужесточить контрольные цифры стабилизации, если это окажется желательным в свете развития научных знаний. [2.3.2, 2.5.2, 8.4.1, 10.4.2, 10.4.3]

23. *Существует взаимосвязь между экологической эффективностью международного режима, экономической эффективностью политики в области климата и справедливостью соглашения.* Любой международный режим можно спроектировать таким образом, чтобы повышалась как его эффективность, так и справедливость. В литературе о формировании коалиций в международных режимах, проанализированной в настоящем докладе, представлены различные стратегии, поддерживающие

эти цели, включая вопрос о том, как сделать более привлекательным присоединение к режиму посредством соответствующего распределения усилий и предоставления стимулов. При анализе и обсуждении в центре внимания часто стоит сокращение стоимости систем, причем в литературе также признается, что при разработке эффективного режима в отношении изменения климата повышенное внимание должно уделяться устойчивому развитию и неэкономическим вопросам. [1.3, 10.2]

Пробелы в знаниях

24. *Со времени предыдущих оценок МГЭИК достигнуты подвижки в области понимания научных, технических, экологических, экономических и социальных аспектов смягчения воздействий на изменение климата. Однако требуются дальнейшие исследования, подкрепляющие будущие оценки и максимально сокращающие неопределенности, с тем чтобы в распоряжении политиков было достаточно информации о реакциях на изменение климата, включая научные исследования в развивающихся странах.*

Ниже приведены высокоприоритетные темы исследований для дальнейшего сокращения разрыва между существующими знаниями и потребностями в знаниях для принятия политических решений:

- *Дальнейшее изучение региональных, национальных и секторальных потенциалов технологических и социальных вариантов нововведений.* Сюда включаются: исследования кратко-, средне- и долгосрочного потенциала неэнергетических альтернатив смягчения воздействий как в отношении CO_2, так и не CO_2; изучение распространения технологии на примере различных регионов; определение благоприятных возможностей в области социальных нововведений, ведущих к сокращению выбросов парниковых газов; всесторонний анализ последствий мер смягчения для потоков углерода внутри земной системы и за ее пределами, а также некоторые основные вопросы в области геоинженерии.
- *Экономические, социальные и институциональные вопросы, связанные со смягчением воздействий на изменение климата во всех странах.* Приоритетные области включают: анализ региональной специфики альтернатив смягчения воздействий и барьеров; последствия оценок справедливости; соответствующие методологии и улучшенные источники данных для смягчения воздействий на изменение климата и наращивания потенциала в области комплексной оценки; укрепление будущих научных исследований и оценок, особенно в развивающихся странах.
- *Методологии анализа потенциала альтернатив смягчения воздействий и их стоимости, обращая особое внимание на сопоставимость результатов.* Примеры включают: описание и измерение барьеров, препятствующих действиям по сокращению выбросов парниковых газов; достижение большей согласованности, воспроизводимости и доступности методов моделирования смягчения воздействий; обучение технологиям моделирования; улучшение аналитических инструментов для оценки дополнительных выгод, например определения стоимости борьбы с выбросами парниковых газов и других загрязняющих веществ; систематический анализ зависимости расходов от исходных предположений для различных сценариев стабилизации парниковых газов; разработка аналитических рамок для учета неопределенностей, а также социально-экономического и экологического риска при принятии решений о политике в области климата; совершенствование глобальных моделей и исследований, их исходных предположений и согласованности при рассмотрении и учете в странах и регионах, не включенных в приложение I.
- *Оценка альтернатив смягчения воздействий на изменение климата в контексте развития, устойчивости и справедливости.* Примеры включают: изучение альтернативных путей развития, в том числе моделей устойчивого потребления во всех секторах, включая транспорт; комплексный анализ смягчения воздействий и адаптации; определение благоприятных возможностей для совместной деятельности между чисто климатической политикой и общей политикой, содействующей устойчивому развитию; включение вопросов справедливости внутри поколений и между ними в анализ смягчения воздействий на изменение климата; последствия оценок справедливости; анализ научных, технических и экономических последствий вариантов в условиях широкого разнообразия режимов стабилизации.

Изменение климата, 2001 г.
Смягчение воздействий

Техническое резюме

Доклад, принятый в целом рабочей группой III МГЭИК, но не одобренный построчно

«Принятие» докладов МГЭИК на сессии рабочей группы или группы экспертов означает, что конкретный материал не обсуждался и не согласовывался построчно, но тем не менее в нем представлен всеобъемлющий, объективный и сбалансированный взгляд на существо вопроса.

Ведущие авторы
Тарик Банури (Пакистан), Терри Баркер (СК), Игорь Башмаков (Российская Федерация), Карнелис Блок (Нидерланды), Джон Кристенсен (Дания), Огунладе Дэвидсон (Сьерра-Леоне), Майкл Грабб (СК), Кирстен Халснаес (Дания), Катринус Джепма (Нидерланды), Эберхард Джохем (Германия), Пекка Кауппи (Финляндия), Ольга Кранкина (Российская Федерация), Алан Крупник (США), Ламберт Кейперс (Нидерланды), Снорре Квенрндокк (Норвегия), Анил Маркандия (СК), Берт Метц (Нидерланды), Уильям Р. Мумау (США), Жозе Роберто Морейра (Бразилия), Цунеюки Морита (Япония), Цзяхуа Пан (Китай), Линн Прайс (США), Ричард Ришелс (США), Джон Робинсон (Канада), Джеянт Сатай (США), Роб Суарт (Нидерланды), Канако Танака (Япония), Томихиру Танигучи (Япония), Ференц Тот (Германия), Тим Тейлор (СК), Джон Вейянт (США)

Редакторы обзора:
Раджендра Пачаури (Индия)

1. Цели доклада

1.1. Справочная информация

В 1998 г. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) на своем пленарном заседании, посвященном Третьему докладу об оценках (ТДО), поручила своей рабочей группе (РГ III) подготовить оценку научных, технических, экологических, экономических и социальных аспектов смягчения воздействий на изменение климата. Таким образом, мандат рабочей группы был изменен и основное внимание стало уделяться не дисциплинарной оценке экономических и социальных факторов изменения климата (включая адаптацию), как это делалось во Втором докладе об оценках (ВДО), а междисциплинарной оценке вариантов контроля за выбросами парниковых газов (ПГ) и/или повышению качества их поглотителей.

После публикации ВДО осуществлялось постоянное исследование в области смягчения воздействий на изменение климата, на которое частично повлияли такие политические события, как принятие Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) в 1997 году, о чем сообщается в настоящем документе. Доклад составлен также на основе ряда специальных докладов МГЭИК[1] и совместно финансируемых МГЭИК совещаний и встреч экспертов, которые были проведены в 1999 и 2000 гг., особенно с целью поддержки подготовки ТДО МГЭИК. За данным Резюме следуют десять глав доклада.

1.2 Расширение контекста смягчения воздействий на изменение климата

В этой главе вопросы смягчения воздействий на изменение климата, политики в области смягчения воздействий и содержания остальной части доклада рассматриваются в более широком контексте развития, справедливости и устойчивости. Этот контекст отражает четкие условия и принципы, изложенные в РКИК ООН, связанные с достижением конечной цели стабилизации концентраций парниковых газов. РКИК ООН выдвигает три условия в отношении цели стабилизации, а именно, что она должна быть достигнута в сроки, достаточные для «естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе» (статья 2). В ней также конкретно сформулировано несколько принципов по руководству этим процессом: справедливость, общая, но дифференцированная ответственность, предупредительные, экономически эффективные меры, право на устойчивое развитие и поддержка установления открытой международной экономической системы (статья 3).

Суть предыдущих докладов об оценках МГЭИК заключалась в облегчении достижения этой цели посредством всеобъемлющего описания, классификации и сравнения технологий и политических инструментов, которые можно было бы использовать для достижения смягчения воздействий выбросов парниковых газов экономически эффективным и действенным образом. Настоящая оценка активизирует этот процесс посредством включения последних результатов изменения климата, в которых политические оценки рассматриваются в контексте устойчивого развития. Подобное расширение рамок соответствует как эволюции литературы по изменению климата, так и тому важному значению, которое придается в РКИК ООН устойчивому развитию, включая признание того, что «Стороны имеют право на устойчивое развитие и должны ему содействовать» (статья 3.4). В этой связи это расширение в определенной мере способствует заполнению пробелов, существующих в более ранних оценках.

Изменение климата связано со сложными взаимодействиями между климатическими, экологическими, экономическими, политическими, институциональными, социальными и технологическими процессами. Его невозможно рассматривать или понять в изоляции от более широких социальных задач (таких, как справедливость или устойчивое развитие) или других существующих или вероятных будущих источников стресса. В соответствии с этими сложными взаимодействиями появились многочисленные подходы к анализу изменения климата и связанных с ним проблем. Многие из них включают проблемы, связанные с развитием, справедливостью и устойчивостью (РСУ), (как частично, так и полностью) в свои рамки и рекомендации. В каждом подходе подчеркиваются определенные элементы данной проблемы, и основное внимание уделяется определенным категориям реагирования, включая, например, разработку оптимальной политики, укрепление потенциала для разработки и осуществления политики, укрепление синергии между смягчением воздействий на изменение климата и/или адаптацией и другими социальными целями, а также политике, направленной на лучшее осознание этой ситуации в обществе. Подобные подходы являются поэтому скорее дополняющими, а не взаимоисключающими.

В этой главе сводятся воедино три широких класса анализа, которые не очень значительно отличаются с точки зрения их конечных целей в плане их исходных пунктов и предпочтительных аналитических инструментов. В начале всех трех подходов выражается озабоченность, связанная, соответственно, с действенностью и экономической эффективностью, справедливостью и устойчивым развитием, а также глобальной устойчивостью и осознанием в обществе. Различие между тремя избранными подходами заключается в их отправной точке, а не их конечных целях. Независимо от исходной точки анализа, во многих исследованиях предпринимается попытка по-своему учесть другие проблемы. Например, во многих аналитических работах, в которых вопросы смягчения воздействий на изменение климата рассматриваются с точки зрения перспективы экономической эффективности, делается попытка учесть факторы справедливости и устойчивости посредством их собственного толкования вопросов стоимости, выгод и благосостояния. Аналогичным образом, класс исследований, в значительной мере

[1] А именно: Специальный доклад об авиации и глобальной атмосфере, Специальный доклад о методологических и технических аспектах передачи технологии, Специальный доклад о сценариях выбросов и Специальный доклад о землепользовании, изменениях в землепользовании и лесном хозяйстве.

мотивированных соображениями межнациональной справедливости, характеризуется утверждением о том, что справедливость необходима для обеспечения того, чтобы развивающиеся страны могли осуществлять свои внутренние задачи устойчивого развития — концепция, которая включает косвенные компоненты устойчивости и эффективности. Аналитические работы, сосредоточенные на проблемах глобальной устойчивости, также диктовались своей собственной логикой глобальной эффективности, нередко моделируемой на основе отделения производства от материальных потоков, и социальной справедливости. Иными словами, каждая из трех перспектив вела авторов к поиску путей к включению проблем, которые выходили за пределы их первоначальной исходной точки. Во всех трех классах анализ а рассматриваются вопросы связи смягчения воздействий на изменение климата со всеми тремя целями — развитием, справедливостью и устойчивостью, — хотя и различным и зачастую весьма взаимодополняющим образом. Тем не менее, в них по-разному определяются проблемы, внимание сосредоточено на различных совокупностях причинных взаимосвязей, используются различные инструменты анализа, и зачастую делаются несколько иные выводы.

Нет никакого основания предполагать, что какая-либо конкретная перспектива анализа является наиболее целесообразной на любом уровне. Кроме того, все три перспективы рассматриваются в данном документе в качестве способствующих объединению в наибольшей степени. Наиболее важные изменения коснулись главным образом типов вопросов, которые задаются, и вида информации, которую стремятся получить. На практике литература стала охватывать новые дополнительные вопросы и новые инструменты, скорее резюмируя, нежели исключая анализ, учтенный в других перспективах. Диапазон и основу анализов политики в области климата можно рассматривать в качестве постепенного расширения видов и масштабов неопределенностей, которыми аналитики хотели и могли заняться.

Первая перспектива в отношении анализа политики в области климата заключается в экономической эффективности. Она представляет собой традиционный анализ политики в области климата, который хорошо изложен в Первом—Третьем докладах об оценках. В основе этого анализа, как правило, прямым или косвенным образом был вопрос о том, что является наиболее экономически эффективным пределом смягчения воздействий для глобальной экономики, начиная с конкретной перспективной оценки исходных выбросов ПГ, отражающим конкретный набор социально-экономических оценок. В рамках этой основы важные вопросы включают измерение функционирования различных технологий и ликвидацию барьеров (таких, как существующие субсидии) на пути к осуществлению этих альтернативных видов политики, которые будут, вероятно, в наибольшей мере способствовать сокращениям выбросов. В определенном смысле центральным элементом анализа в настоящем документе является определение эффективного пути с учетом взаимодействия между политикой в области смягчения воздействий и экономическим развитием, обусловленных соображениями справедливости и устойчивости, но не определяемых изначально этими факторами. На этом уровне политический анализ почти всегда охватывал существующие институты и мнения отдельных лиц как таковых; предположения могут, вероятно, оставаться в силе в течение одного-двух десятилетий, однако могут стать более сомнительными через многие десятилетия.

Стимулом для расширения рамок анализа и концепции политики в области климата с целью включения соображений справедливости является не просто рассмотрение воздействий на изменение климата и политики по смягчению этих воздействий для глобального благосостояния в целом, но также и воздействий на изменение климата и политики по смягчению этих воздействий для той несправедливости, которая существует между странами и в самих странах. За последние два десятилетия наблюдалось значительное увеличение количества публикаций по вопросам справедливости и изменения климата, однако не существует какого-либо консенсуса в отношении того, что представляет собой справедливость. Тем не менее, после того, как вопросы справедливости появились в повестке дня оценки, они стали важными компонентами при определении путей поиска эффективных мер по смягчению воздействий выбросов. Актуальной стала значительная литература, в которой указывалось то, каким образом экологическая политика может сдерживаться или даже блокироваться теми, кто считает подобную политику несправедливой. В свете этих результатов стало ясно, каким образом и почему любое широко распространенное мнение о том, что стратегия в области смягчения воздействий является несправедливой, поставит, вероятно, под угрозу позицию тех, кто не согласен с подобной стратегией вплоть, вероятно, до признания подобной политики неоптимальной (или даже неосуществимой, как это может быть в случае полного неучастия стран, не включенных в приложение I). Некоторые аналитические работы экономической эффективности заложили фактически основу для применения подобной литературы в результате демонстрации чувствительного характера некоторых мер по обеспечению справедливости в отношении разработки политики, перспектив национального развития или регионального контекста. Действительно, анализ экономической эффективности выявили даже аналогичную чувствительность по отношению к другим мерам развития и устойчивости. Как уже упоминалось, аналитические работы, которые начинались с проблем справедливости, в целом были сосредоточены на потребностях развивающихся стран, и в частности на обязательстве, сформулированном в статье 3.4 РКИК ООН об осуществлении устойчивого развития. Различия, существующие между странами, имеют серьезные последствия для основных исходных условий сценариев и диапазона вариантов смягчения воздействий, которые могут быть рассмотрены. Политика в области климата, которая является реально осуществимой и/или желательной, в конкретной стране в значительной мере зависит от имеющихся у нее ресурсов и учреждений, а также от ее общих целей, включая изменение климата в качестве практически одного компонента. Признание этой гетерогенности может таким образом вести к иному диапазону вариантов политики по сравнению с теми, которые были, вероятно, рассмотрены до настоящего времени, и может выявить различия в потенциалах различных секторов, которые могут также способствовать пониманию того, что может быть сделано негосударственными участвующими лицами в целях усиления их способности смягчать воздействий.

Третьей перспективой является глобальная устойчивость и познание на социальном уровне. В то время как вопрос устойчивости включался в анализ многочисленными способами, в целом ряде исследований рассматривается вопрос глобальной устойчивости в качестве их отправной точки. Эти исследования сосредоточены на альтернативных путях достижения глобальной устойчивости и рассматривают такие вопросы, как отделение роста от потоков ресурсов, например посредством: экоинтеллектуальных производственных систем, инфраструктуры с незначительными ресурсами и соответствующих технологий, а также разделение благосостояния и производства, например посредством: промежуточных уровней деятельности, районирования производственных систем и меняющегося образа жизни. Один из популярных методов выявления препятствий и возможностей в рамках этой перспективы заключается в определении будущих устойчивых состояний и последующем анализе возможных путей перехода к этим состояниям с точки зрения осуществимости и желательности. В случае развивающихся стран это ведет к ряду возможных стратегий, отправной точкой которых в значительной мере могут быть те стратегии, которые осуществлялись в прошлом развитыми странами.

1.3 Интеграция различных перспектив

Расширение рамок обсуждений с охватом таких вопросов, каким образом страны могли бы реагировать на проблему смягчения воздействий, с тем чтобы учитывались аспекты экономической эффективности и действенности, распределения в узком смысле слова и справедливости в более широком определении, а также устойчивости, резко повышает сложность проблемы формулирования того, как наилучшим образом реагировать на угрозу изменения климата. Действительно, признание важного характера этих многочисленных областей усложняет задачу, возложенную на лиц, принимающих политические решения, и международных посредников, в результате расширения сферы их деятельности и включения вопросов, которые лежат за пределами проблемы изменения климата как таковой. Признание с их стороны подчеркивает, таким образом, важное значение комплексного научного подхода по всему широкому спектру нового политически обусловленного контекста, однако не только в силу лишь определенного абстрактного научного или узко ограниченного интереса, возникшего у небольшой группы исследователей или стран. Экономическая эффективность, справедливость и устойчивость — все эти элементы были определены в качестве особо важных вопросов РКИК ООН, и они являются неотъемлемой частью задачи, поставленной перед авторами ТДО. В этой связи интеграция в рамках таких областей, как: экономическая эффективность, справедливость и устойчивость — тесно связана с соображениями политического характера согласно букве и духу самой РКИК ООН.

В литературе, посвященной вопросам смягчения воздействий на изменение климата, во все большей мере показывается, что политика, выходящая за пределы лишь уменьшения выбросов ПГ от конкретных исходных условий в целях сведения к минимуму расходов, может быть исключительно эффективной при борьбе с выбросом ПГ. В этой связи «портфельный» подход к политике и проведению анализа будет более эффективным, чем исключительная ставка на узкий набор политических инструментов или аналитических средств. Помимо той гибкости, которую более широкий спектр политических инструментов и аналитических средств может предоставить в распоряжение лиц, принимающих политические решения, для достижения целей в области климата, четкое включение дополнительных политических целей также повышает вероятность «покупки» политики в области климата большим количеством участников. В частности, она расширит диапазон вариантов, которые «не вызовут сожалений»[2] . И наконец, она может способствовать разработке конкретной политики применительно к кратко-, средне- и долгосрочным целям.

Однако для того чтобы быть эффективным «портфельный» подход требует взвешивания стоимости последствий более широкого набора видов политики в соответствии с более длинным списком целей. При обсуждении вопросов климата необходимо учитывать климатические последствия политики, направленной в первую очередь на решение широкого спектра проблем, включая развитие, справедливость и устойчивость (РСУ), а также вероятные последствия политики в области климата для достижения этих целей. В качестве части этого процесса альтернативные издержки и последствия использования каждого инструмента измеряются в сравнении с многосторонними критериями, установленными этими многосторонними целями. Кроме того, количество лиц, принимающих решения, или участников данного процесса, которых необходимо учитывать, выходит за пределы национальных политических деятелей и международных посредников и включает участников на государственном, местном, общинном или семейном уровне, а также неправительственные организации (НПО).

Термин «дополнительные выгоды» нередко используется в литературе для обозначения дополнительных или вторичных воздействий политики смягчения воздействий на изменение климата, связанных с проблемами, отличными от выбросов ПГ, такими, как уменьшение загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях, имеющих отношение к уменьшению использования ископаемых видов топлива, а также косвенными последствиями для таких факторов, как: транспортировка, сельское хозяйство, практика землепользования, сохранение биоразнообразия, занятость и топливная безопасность. В некоторых случаях их также называют «дополнительными последствиями» для отражения того факта, что в некоторых случаях выгоды могут быть негативными[3]. Концепция «потенциала смягчения

[2] В этом докладе, как и в ВДО, варианты, которые «не вызовут сожалений», определяются в качестве вариантов, выгоды от которых, такие, как снижение стоимости энергии и уменьшение выбросов загрязнителей на местном/региональном уровнях, равны или превосходят их стоимость для общества, включая выгоды в результате предотвращенного изменения климата. Они известны также под названием вариантов негативной стоимости.

[3] В этом докладе в некоторых случаях термин «совместные выгоды» используется также для обозначения дополнительных выгод от вариантов политики, которые осуществляются по различным причинам в одно и то же время, при этом признается, что большинство видов политики, предназначенных для смягчения последствий ПГ, характеризуется также другими, нередко, как минимум, в равной мере важными основополагающими причинами, например, связанными с целями развития, устойчивости и справедливости. Выгоды от предотвращенного изменения климата не охвачены в рамках дополнительных или совместных выгод. См. также раздел 7.2.

воздействий» также введена в качестве возможного варианта учета результатов, полученных благодаря применению указанных трех перспектив в будущем. К числу факторов, определяющих потенциал смягчения воздействий на изменение климата, относится наличие технологических и политических вариантов, а также доступ к ресурсам для гарантирования осуществления этих вариантов. Значительная часть ТДО посвящена главным образом этим определяющим факторам. В то же время перечень этих факторов более длинный. Потенциал смягчения воздействий зависит также от конкретных характеристик страны, которые способствуют осуществлению устойчивого развития, например: распределение ресурсов, относительные полномочия различных слоев населения, степень доверия к лицам, уполномоченным принимать решения, та степень, в которой цели в области климата дополняют другие цели, доступ к достоверной информации и анализам, готовность действовать в соответствии с этой информацией, способность распределять риск в рамках поколений или между ними и т. д. Учитывая, что эти определяющие факторы потенциала смягчения воздействий по существу аналогичны факторам похожей концепции адаптационного потенциала, представленной в докладе РГ II, данный подход может обеспечить комплексную основу для оценки обоих наборов вариантов.

2. Сценарии выбросов парниковых газов

2.1 Сценарии

Необходим долгосрочный обзор многостороннего характера будущих возможностей для рассмотрения конечных рисков изменения климата, оценки критических взаимодействий с другими элементами антропогенной и экологической систем, а также определения политического реагирования. В сценариях предлагаются структурированные средства организации информации и подборка фактов относительно перспективных возможностей.

В каждом сценарии смягчения воздействий дается описание конкретного будущего мира с конкретными экономическими, социальными и экологическими характеристиками, и в этой связи в них косвенным или непосредственным образом содержится информация о РСУ. Поскольку различие между сценариями справочных примеров и сценариями стабилизации смягчения воздействий заключается лишь в добавлении целевой политики в области климата, может случиться так, что различия в выбросах между различными сценариями справочных примеров значительно больше различий между любым из подобных сценариев и его вариантом стабилизации или смягчения воздействий.

В этом разделе дается общий обзор литературы по трем сценариям: сценарии общего смягчения воздействий, подготовленные после ВДО; тематические сценарии, описанные в литературе общих будущих ситуаций; и сценарии смягчения воздействий, основанные на новых справочных сценариях, разработанных в СДСВ МГЭИК.

2.2 Сценарии смягчения воздействий выбросов парниковых газов

В этом докладе рассматриваются результаты 519 количественных сценариев выбросов из 188 источников, появившихся главным образом после 1990 года. Обзор сосредоточен на 126 сценариях смягчения воздействий, которые охватывают глобальные выбросы и временные рамки которых охватывают очередное столетие. Ключевым элементом всех сценариев общего смягчения воздействий являются технологические достижения.

В зависимости от вида смягчения воздействий сценарии делятся на четыре категории: сценарии стабилизации концентрации, сценарии стабилизации выбросов, сценарии безопасного коридора выбросов и прочие сценарии смягчения воздействий. Все рассмотренные сценарии включают выбросы двуокиси углерода (CO_2), связанные с использованием энергии; несколько сценариев включают также выбросы CO_2 в результате изменений в землепользовании и промышленных процессов, а также других важных ПГ.

Варианты политики, использованные в рассмотренных сценариях смягчения воздействий, учитывают энергетические системы, промышленные процессы и землепользование, а также зависят от определяющей модельной структуры. В большинстве сценариев вводятся налоги на простой углерод или ограничения выбросов, или уровней концентрации. Региональные задачи вводятся в моделях с разбивкой данных на региональном уровне. В последней работе введено понятие разрешения на торговлю выбросами. В некоторых моделях используется политика технологии поставок, в то время как в других основное внимание уделяется эффективной технологии спроса.

Спорным вопросом является распределение сокращения выбросов между регионами. Лишь в некоторых исследованиях, особенно последних, делаются четкие предположения в отношении подобных распределений в их сценариях. В некоторых исследованиях предлагается глобальная торговля выбросами в качестве механизма для снижения стоимости смягчения воздействий.

Технологически достижения являются ключевым элементом во всех сценариях общего смягчения воздействий.

Подробный анализ характеристик 31 сценария по стабилизации концентраций CO_2 на уровне 550 ppmv [4] (и их сценариев исходных условий) дали несколько результатов:

- Имеется широкий диапазон исходных условий, отражающих разнообразие предположений, главным образом в отношении экономического роста и энергоснабжения с низким содержанием углерода. Сценарии высокого экономического роста характеризуются тенденцией предполагать высокие уровни прогресса в области эффективности технологий конечного использования; в то же время была определена значительная независимость

[4] Ссылка на конкретный уровень концентрации не подразумевает согласованной желательности стабилизации на этом уровне. Выбор уровня в 550 ppmv основан на том факте, что в большинстве исследований, содержащихся в литературе, анализируется этот уровень, и не подразумевается какого-либо одобрения этого уровня в качестве цели политики в области смягчения последствий изменения климата.

снижения содержания углерода от предположений, связанных с экономическим ростом. Диапазон тенденций будущего показывает более значительное совпадение в сценариях, которые сосредоточены на развивающихся странах по сравнению со сценариями, предназначенными для развитых стран. Существует незначительный консенсус в отношении будущих направлений в развивающихся регионах.

- Рассмотренные сценарии стибилизации на уровне 550 ppmv меняются в зависимости от сроков сокращения и распределения сокращений выбросов между регионами. В некоторых сценариях предполагается, что торговля выбросами может снизить общую стоимость смягчения воздействий, а также привести к большему смягчению в странах, не являющихся членами ОЭСР. Диапазон допускаемых видов политики в области смягчения воздействий является весьма широким. В целом сценарии, в которых предполагается принятие весьма эффективных мер на уровне исходных условий, характеризуются меньшими возможностями для дальнейшего внедрения эффективных мер в сценариях смягчения воздействий. Отчасти это является результатом исходных предположений модели, в которых не допускаются крупные технологические достижения. И наоборот, исходные сценарии со значительными снижениями содержания углерода показывают большие сокращения содержания углерода в своих сценариях смягчения воздействий.

Лишь в небольшом наборе исследований сообщалось о сценариях по смягчению воздействий газов, отличных от CO_2. В этой литературе делается предположение о том, что небольшие сокращения выбросов ПГ могут быть достигнуты при меньших расходах в результате включения газов, отличных от CO_2; что необходимо будет контролировать выбросы как CO_2, так и других газов, с тем чтобы замедлить рост температуры атмосферы в достаточной мере для достижения целей в области климата, поставленных в этих исследованиях; и что смягчение воздействий метана (CH_4) может быть осуществлено быстрее с более непосредственными последствиями для атмосферы по сравнению со смягчением воздействий CO_2.

В целом очевидно, что сценарии смягчения воздействий и политика в области смягчения воздействий тесно связаны с их сценариями исходных условий, однако не было опубликовано ни одного систематического анализа, касающегося взаимосвязи между сценариями смягчения воздействий и исходных условий.

2.3 Глобальные сценарии будущего

В глобальных сценариях будущего не рассматриваются конкретно или исключительно выбросы ПГ. Вместо этого они представляют собой более общие «истории» возможного будущего мира. Они не могут являться дополнением к более количественным сценарным оценкам выбросов, поскольку в них рассматриваются факторы, не связанные с количественным определением, такие, как управленческие и социальные структуры и институты, но которые тем не менее являются важными для успешного осуществления политики по смягчению воздействий. Рассмотрение этих вопросов является отражением различных перспектив, представленных в разделе 1: экономическая эффективность и/или действенность, справедливость и устойчивость.

Из обзора этой литературы следует ряд предположений, касающихся сценариев выбросов ПГ и устойчивого развития. Во-первых, аналитики будущего определили широкий диапазон будущих условий, лежащих в пределах от вариантов устойчивого развития до полного разрушения социальных, экономических и экологических систем. Поскольку будущая значимость исходных социально-экономических факторов выбросов может быть весьма различной, важно, чтобы политика в области климата разрабатывалась с учетом возможности продолжения ее в меняющихся будущих условиях.

Во-вторых, глобальные сценарии будущего, показывающие уменьшение выбросов ПГ, характеризуются тенденцией более совершенного управления, повышенной справедливости и политического участия, снижения конфликтов и повышения качества окружающей среды. Для них также характерна тенденция повышения эффективности использования энергии, сдвигов в направлении неископаемых источников энергии и/или сдвигов в сторону постиндустриальной (основанной на сервисном обслуживании) экономики; тенденция роста населения стабилизируется на относительно низких уровнях во многих случаях благодаря возросшему благосостоянию, более широкому применению планирования семьи, а также прав и возможностей для женщин. Ключевое последствие заключается в том, что политика в области устойчивого развития может внести значительный вклад в уменьшение выбросов.

В-третьих, различные комбинации определяющих факторов соответствуют сценариям низких выбросов, что согласуется с выводами СДСВ. Последствием этого является, вероятно, важное значение учета связи между политикой в области климата и другими видами политики, а также условий, в общем связанных с выбором будущих путей.

2.4 Специальный доклад о сценариях выбросов

Шесть новых справочных сценарных групп по выбросам ПГ (не включая конкретные политические инициативы в области климата), сгруппированные в четыре сценарных «семьи», были разработаны МГЭИК и опубликованы в качестве Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ). В сценарных семьях A1 и A2 основное внимание уделяется вопросам экономического развития, однако они отличаются с точки зрения степени экономической и социальной конвергенции; в B1 и B2 центральным элементом являются вопросы устойчивого развития, однако они также отличаются по степени конвергенции (см. *текстовой блок TP-1*). В целом было использовано шесть моделей для создания 40 сценариев, охватывающих шесть сценарных групп. Для иллюстрации всего набора сценариев было отобрано шесть из них, которые следует считать в равной степени обоснованными. В число этих шести сценариев входят сигнальные сценарии для каждой сценарной семьи, а также два сценария — A1FI и A1T, которые иллюстрируют события в области альтернативной технологии энергоснабжения в семье A1 (см. *рисунок TP-1*).

Текстовой блок TP-1. Сценарии выбросов, содержащиеся в Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ)

A1. Сюжетная линия и сценарная семья A1 содержат описание будущего мира, характеризуемого очень быстрым экономическим ростом, глобальным населением, показатели которого достигают пиковых значений в середине века с последующим уменьшением, а также быстрым внедрением новых и более эффективных технологий. Основополагающими темами являются: постепенное сближение разных регионов, наращивание потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей при значительном уменьшении региональных различий в доходе на душу населения. Сценарная семья A1 разделяется на три группы, дающие описание альтернативных вариантов технологического изменения в энергетической системе. Три группы A1 отличаются своим центральным технологическим элементом: значительная доля ископаемых видов топлива (A1FI), неископаемые источники энергии (A1T) или равновесие между всеми источниками (A1B) (где равновесие определяется в качестве не слишком большой зависимости от одного конкретного источника энергии, исходя из того, что аналогичные темпы повышения эффективности применяются в отношении всех технологий энергоснабжения и конечного использования).

A2. В сюжетной линии и сценарной семье A2 дается описание очень неоднородного мира. Основополагающей темой является самообеспечение и сохранение местной самобытности. Показатели рождаемости в разных регионах очень медленно сближаются, результатом чего является постоянный рост общей численности населения. Экономическое развитие имеет главным образом региональную направленность, а экономический рост в расчете на душу населения и технологические изменения являются более фрагментарными и медленными по сравнению с другими сюжетными линиями.

B1. Сюжетная линия и сценарная семья B1 содержат описание движущегося в одном направлении мира с тем же самым глобальным населением, которое достигает максимальной численности в середине века, а затем уменьшается, как и в сюжетной линии A1, однако при быстрых изменениях в экономических структурах в направлении сервисной и информационной экономики с уменьшением материальной интенсивности и внедрением чистых и ресурсосберегающих технологий. Главное внимание уделяется глобальным решениям экономической, социальной и экологической устойчивости, включая большую справедливость, но без дополнительных инициатив, связанных с климатом.

B2. Сюжетная линия и сценарная семья B2 содержат описание мира, в котором главное внимание уделяется локальным решениям проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно увеличивающимся глобальным населением при темпах ниже, чем в A1, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрыми и более разнообразными технологическими изменениями по сравнению с сюжетными линиями B1 и A1. Хотя данный сценарий также ориентирован на охрану окружающей среды и социальную справедливость, главное внимание в нем уделяется местным и региональным уровням.

Иллюстративный сценарий был выбран для каждой из шести сценарных групп A1B, A1FI, A1T, A2, B1 и B2. Все они должны рассматриваться в качестве в равной степени обоснованных.

Сценарии СДСВ не включают дополнительные связанные с климатом инициативы, что означает исключение любого сценария, в котором четко предполагается осуществление Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата или целей по выбросам, установленным в Киотском протоколе.

Сценарии СДСВ приводят к следующим выводам:

- Альтернативные сочетания определяющих переменных могут приводить к аналогичным уровням и структуре использования энергии, моделям землепользования и выбросам.
- В рамках каждой сценарной семьи существуют широкие возможности для последующих разветвлений тенденций будущего развития.
- Профили выбросов характеризуются динамичным характером по всему диапазону сценариев СДСВ. Они отражают возможность развития тенденции в обратном направлении и указывают на возможные и частичные совпадения данных выбросов среди различных сценариев.
- Описание потенциальных будущих событий неизбежно связано с наличием неясностей и неопределенностей. Одного и единственно возможного пути развития (который приводится, например, в таких концепциях, как «сценарий бизнеса, как обычно») просто не существует. Наличие многомодельного подхода повышает ценность набора сценариев СДСВ, поскольку неопределенности при выборе модельных исходных допущений могут быть более четко отделены от конкретного поведения модели и связанных с этим неопределенностей моделирования.

2.5 Обзор сценариев смягчения воздействий, созданных после СДСВ

Учитывая важное значение многочисленных исходных условий при оценке стратегии по смягчению воздействий, в последних исследованиях проводится анализ и сравнение сценариев смягчения

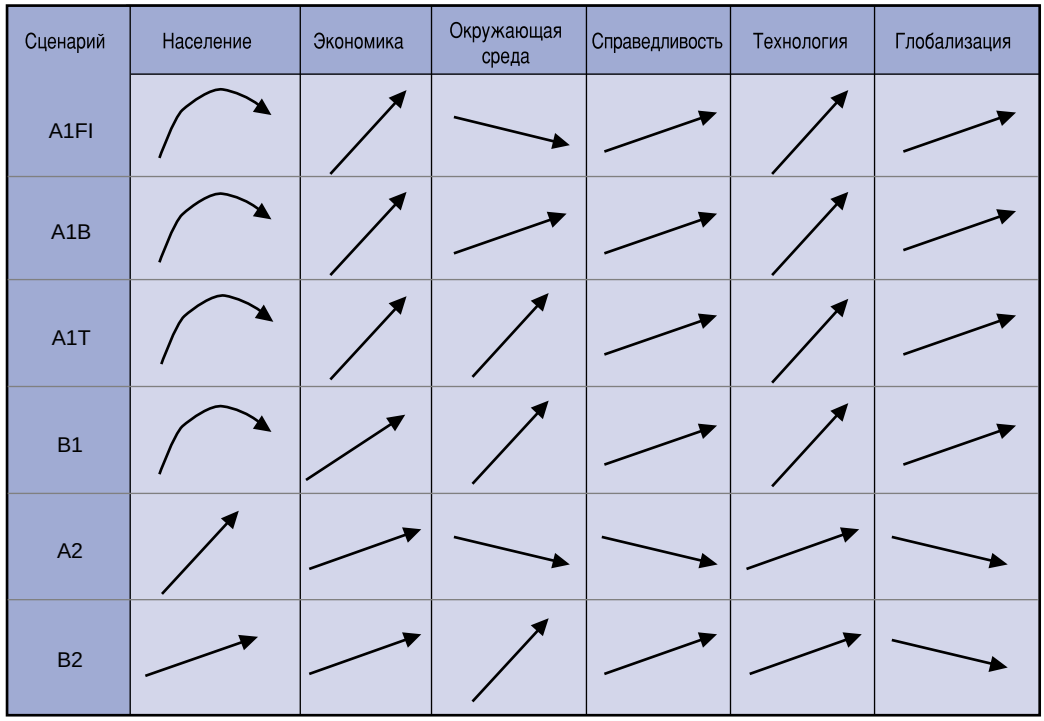


Рисунок TP-1. Направления развития качественных факторов сценариев СДСВ для различных показателей

воздействий с использованием в качестве их исходных условий новых сценариев СДСВ. Это позволяет провести оценку в настоящем 76 «сценариев смягчения воздействий после СДСВ», подготовленных девятью группами по моделированию. Эти сценарии смягчения воздействий определялись в количественном отношении на основе сюжетных линий для каждого из шести сценариев СДСВ, содержащих описание отношения между данным типом будущего мира и потенциалом для смягчения воздействий.

Количественные определения отличаются от сценария исходных условий, включая предполагаемую сюжетную линию, цель стабилизации и ту модель, которая была использована. Сценарии, подготовленные после СДСВ, охватывают весьма широкий диапазон траекторий выбросов, но в то же время этот диапазон, безусловно, меньше диапазона СДСВ. Все сценарии показывают все большее уменьшение CO_2 с течением времени. Снижение объема используемой энергии характеризуется гораздо более широким диапазоном по сравнению с уменьшением CO_2, поскольку во многих сценариях проводится разделение между использованием энергии и выбросами углерода в результате сдвига в использовании первичных источников энергии.

В целом, чем ниже уровень задачи по стабилизации и чем выше уровень исходных выбросов, тем больше отклонение CO_2 от требуемых исходных условий и тем раньше оно должно произойти. Для групп A1FI, A1B и A2 требуется более широкий диапазон и более активное осуществление технологии и/или политических мер по сравнению с A1T, B1 и B2. Для стабилизации на уровне 450 ppmv требуется более резкое сокращение выбросов в более ранний период по сравнению с уровнем 650 ppmv, при условии очень быстрого сокращения выбросов в течение последующих 20—30 лет (см. *рисунок TP-2*).

Ключевой политический вопрос заключается в том, какой вид сокращения выбросов необходим в среднесрочный период (после периода действия обязательств Киотского протокола). Анализ сценариев, подготовленных после СДСВ (в большинстве из которых предполагается, что к 2020 г. выбросы из развивающихся стран будут ниже исходных условий), свидетельствует о том, что стабилизация на уровне 450 ppmv потребует сокращений выбросов в странах, включенных в приложение I, после 2012 г., выходящих далеко за пределы их обязательств по Киотскому протоколу. Он также показывает, что отпадет необходимость значительного превышения обязательств по Киотскому протоколу для стран, включенных в приложение I, к 2020 г. для достижения стабилизации на уровне 550 ppmv или выше. В то же время следует признать, что в нескольких сценариях указывается на необходимость значительных сокращений выбросов странами, включенными в приложение I, к 2020 г. и что ни в одном из сценариев не вводится других ограничений, таких, как предел показателя изменения температуры.

Важный политический вопрос, о котором уже упоминалось, связан с участием развивающихся стран в деятельности по смягчению воздействий выбросов. Предварительный вывод, сделанный на основе анализа сценария, подготовленного после СДСВ, заключается в том, что в случае предположения о том, что уменьшение выбросов CO_2, необходимое для стабилизации, происходит только в странах, включенных в приложение I, выбросы CO_2 в расчете на душу населения в странах, включенных в приложение I, будут ниже уровня выбросов в странах, не включенных в приложение I, в течение XXI века почти во всех сценариях стабилизации, а до 2050 г. в двух третях сценариев, если выбросы развивающихся стран соответствуют сценариям исходных условий. Это свидетельствует о том, что как цель стабилизации, так и уровень исходных выбросов,

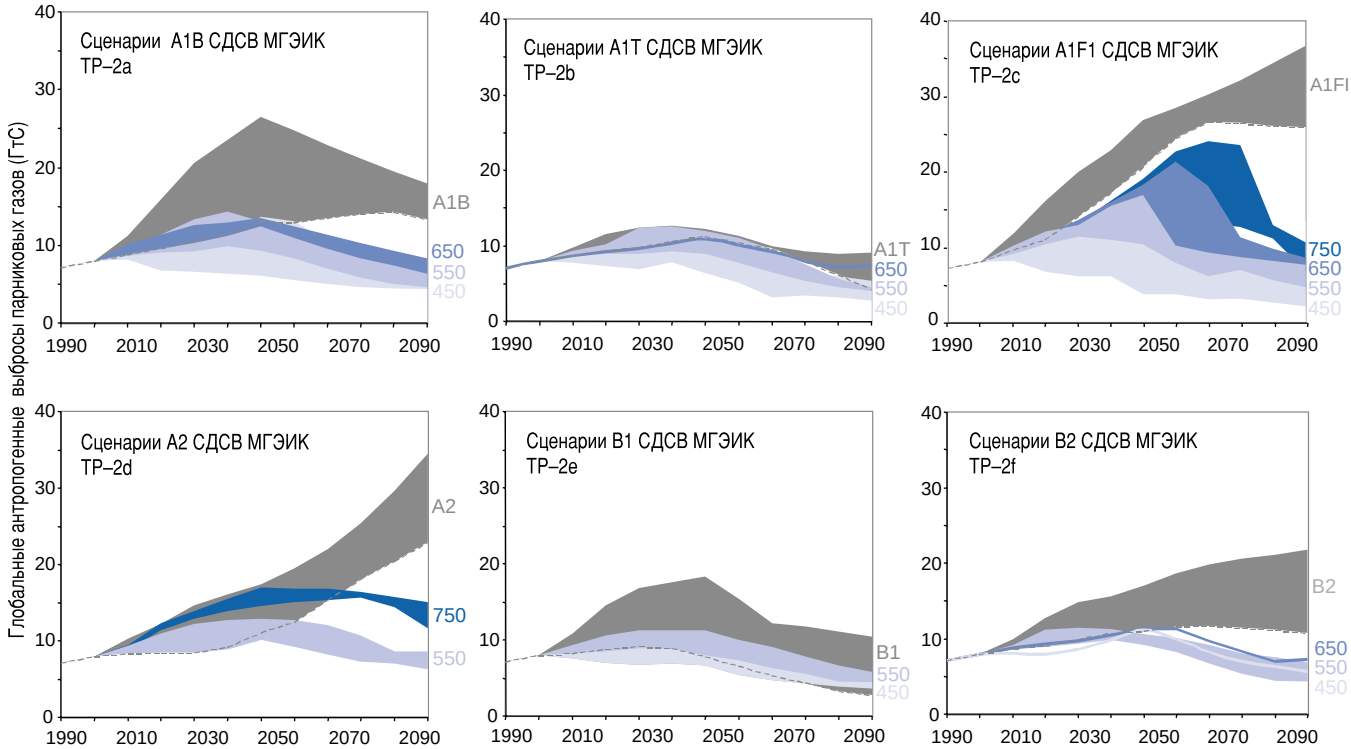


Рисунок TP-2. Сравнение справочных сценариев и сценариев стабилизации. Рисунок делится на шесть частей, по одной для каждой из справочных сценарных групп из Специального доклада по сценариям выбросов (СДСВ). В каждой части рисунка показан диапазон суммарных глобальных выбросов CO_2 (в гигатоннах углерода (ГтС)) из всех антропогенных источников для справочной сценарной группы СДСВ (затемнение серым цветом) и диапазоны для различных сценариев смягчения последствий, оцененных в ТДО, ведущих к стабилизации концентраций CO_2 на различных уровнях (затемнение цветом). Сценарии представлены для семьи A1 с разбивкой на три группы (сбалансированная группа A1B (рисунок TP-2a), группа неископаемых видов топлива A1T (рисунок TP-2b), и группа со значительной долей ископаемых видов топлива A1FI (рисунок TP-2c)) и стабилизацией концентраций CO2 на уровне 450, 550, 650 и 750 ppmv; для группы A2 со стабилизацией на уровне 550 и 750 ppmv на рисунке TP-2d, группы B1 и стабилизацией на уровне 450 и 550 ppmv на рисунке TP-2e, и группы B2, включая стабилизацию на уровне 450, 550 и 650 ppmv на рисунке TP-2f. Отсутствует какая-либо литература, содержащая оценку сценариев стабилизации на уровне 1 000 ppmv. Эта цифра показывает, что чем ниже уровень стабилизации и чем выше уровень исходных выбросов, тем больше разрыв между ними. Различия между выбросами в разных сценарных группах могут быть столь же значительными, что и разрыв между справочными сценариями и сценариями стабилизации в рамках одной и той же сценарной группы. Пунктирными линиями показаны границы пределов в случае их пересечения (см. текстовой блок T-1).

являются важными определяющими факторами для тех сроков, в которые, возможно, появится необходимость отклонения показателя выбросов развивающихся стран от их исходных условий.

Благодаря политике в области климата будет снижен окончательный показатель использования энергии на душу населения в сценарных группах, в которых основное внимание уделяется вопросам экономики (A1FI, A1B и A2), но не в сценарных группах, в которых основное внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды (B1 и B2). Уменьшение использования энергии в результате осуществления политики в области климата будет более значительным в странах, включенных в приложение I, по сравнению со странами, не включенными в это приложение. В то же время последствия политики в области климата для справедливости при конечном использовании энергии в расчете на душу населения будут гораздо меньшими, чем последствия пути будущего развития.

Не существует какого-либо единого пути в направлении будущего с низким уровнем выбросов, и странам и регионам придется выбирать свой собственный путь. Большинство результатов, полученных на основе моделей, показывает, что известные технологические варианты[5] могут достигнуть широких диапазонов стабилизации атмосферных уровней CO_2, таких, как 550 ppmv, 450 ppmv или ниже того, в течение последующих 100 или более лет, однако для осуществления этого потребуются соответствующие социально-экономические и институциональные изменения.

Предполагаемые варианты смягчения воздействий являются различными в разных сценариях и в значительной мере зависят от

[5] «Известные технологические варианты» — это технологии, которые существуют на уровне функционирующей или экспериментальной установки в настоящее время, о чем делается ссылка в сценариях смягчения последствий, рассмотренных в данном докладе. К ним относятся какие-либо технологии, которые потребуют больших технологических нововведений. Благодаря этому подобная оценка может считаться консервативной, учитывая продолжительность сценарного периода.

структуры модели. В то же время общие характеристики сценариев смягчения воздействий включают значительное постоянное повышение эффективности использования энергии и облесение, а также использования энергии с низким содержанием углерода, особенно биомассы, в течение последующих 100 лет и природного газа в первой половине 21 века. Сохранение источников энергии и лесовозобновление являются разумными первыми шагами, однако в конечном итоге потребуются новаторские технологии в области энергоснабжения. Возможные и надежные варианты включают использование природного газа и технологию комбинированного цикла с тем, чтобы обеспечить переход к более совершенным технологиям использования ископаемых видов топлива и технологиям с нулевым содержанием углерода, таких, как топливные водородные элементы. Солнечная энергия, а также либо ядерная энергия, либо абсорбция и хранение углерода будут играть все более важную роль в мире с более высоким уровнем выбросов или меньшим показателем стабилизации.

Совместное осуществление политики в области глобального климата и политики борьбы с загрязнением воздуха на национальном уровне могло бы эффективным образом снизить выбросы ПГ в развивающихся регионах в течение ближайших двух или трех десятилетий. В то же время контроль за выбросами серы мог бы усилить возможное изменение климата, а частичные компромиссы, вероятно, сохранятся в отношении политики в области охраны окружающей среды в среднесрочной перспективе.

Политика в области управления сельским хозяйством, землепользованием и энергетическими системами может быть связана со смягчением воздействий на изменение климата. Энергоснабжение на основе использования биомассы, а также биологическое поглощение CO_2 расширят имеющиеся варианты уменьшения выбросов углерода, хотя сценарии, подготовленные после СДСВ, показывают, что они не могут обеспечить основную часть необходимых сокращений выбросов. Для этого требуется применение других вариантов.

3. Технологический и экономический потенциал вариантов смягчения воздействий

3.1 Ключевые достижения после Второго доклада об оценках в области знаний о технологических вариантах смягчения воздействий выбросов ПГ в период до 2010—2020 гг.

Технологии и практика уменьшения выбросов ПГ постоянно развиваются. Многие из этих технологий сосредоточены на повышении эффективности производства энергии из ископаемых видов топлива или использования электричества, а также разработке источников энергии с низким содержанием углерода, поскольку большинство выбросов ПГ (в эквиваленте CO_2) связано с использованием энергии. Энергоемкость (потребляемая энергия, поделенная на валовой внутренний продукт (ВВП)) и содержание углерода (CO_2, выброшенный в результате сжигания ископаемых видов топлива, поделенный на объем произведенной энергии) снижались в течение более 100 лет в развитых странах без проведения определенной правительственной политики в области декарбонизации, и характеризуются наличием потенциала для дальнейшего снижения. В значительной мере это изменение является результатом перехода от видов топлива с высоким содержанием углерода, таких, как уголь, к использованию нефти и природного газа благодаря повышению эффективности преобразования энергии и внедрению гидро- и ядерной энергии. В настоящее время идет процесс разработки и быстрого внедрения других видов источников энергии, основанных на неископаемых видах топлива, и они обладают значительным потенциалом для смягчения выбросов ПГ. Биологическое поглощение CO_2, наряду с абсорбцией и хранением CO_2, могут также сыграть определенную роль в уменьшении выбросов ПГ в будущем (см. также раздел 4 ниже). Другие технологии и мероприятия сосредоточены на неэнергетических секторах в целях уменьшения выбросов остальных важных ПГ: CH_4, закиси азота (N_2O), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ) и гексафторида серы (SF_6).

После ВДО несколько технологий развивались более быстрыми темпами по сравнению с предусмотренными в предшествующем анализе. К числу примеров относится внедрение на рынке автомобилей с эффективными гибридными двигателями, быстрый прогресс двигателей с турбонаддувом, демонстрация подземных хранилищ двуоксиои углерода, а также почти полная ликвидация выбросов N_2O при производстве адипиновой кислоты. Имеются большие возможности для обеспечения энергоэффективности для зданий, промышленности, транспорта и энергоснабжения, нередко по стоимости ниже ожидаемой. К 2010 г. большая часть возможностей для уменьшения выбросов будет все еще определяться повышением энергоэффективности в секторах конечного пользования в результате перехода на природный газ в секторе производства электроэнергии, а также снижением выброса технологических ПГ в промышленности, например: N_2O, перфторметана (CF_4) и ГФУ. К 2020 г., когда часть существующих энергетических установок будет заменена в развитых странах и странах с переходной экономикой, и когда многие новые установки станут функциональными в развивающихся странах, использование возобновляемых источников энергии может начать вносить свой вклад в уменьшение выбросов CO_2. В более долгосрочной перспективе технологии ядерной энергетики, характеризуемые неизбежными пассивными характеристиками, соответствующими строгим критериям безопасности, распространения и хранения отходов, наряду с физической абсорбцией и хранением углерода, возникающего в результате использования ископаемых видов топлива и биомассы, а также его поглощением, могли бы стать в перспективе реальными вариантами.

Отрицательным фактором для технологического и экономического потенциала, связанного с уменьшением выбросов ПГ, являются быстрое экономическое развитие и ускоренные темпы изменений некоторых социально-экономических и поведенческих тенденций, которые повышают общий объем использования энергии, особенно в развитых странах и группах населения в развивающихся странах с высоким уровнем дохода. Во многих странах наблюдается увеличение размера жилых помещений и автомобилей, а также интенсивности использования электроприборов. Возрастает объем использования электрического офисного оборудования в коммерческих зданиях. В развитых странах, и особенно в США, возрастает также объем продаж более крупных, тяжелых и менее экономичных автомашин. Продолжающееся уменьшение или стабилизация розничных цен на энергию во многих странах мира снижает

стимулы к эффективному использованию энергии или приобретению энергоэффективных технологий во всех секторах. За несколькими важными исключениями страны предпринимают весьма незначительные усилия для возвращения к политике или программам по повышению энергоэффективности или поощрению технологий возобновляемых источников энергии. Кроме того, с начала 90-х годов наблюдалось сокращение как государственного, так и частного инвестирования в НИОКР (научные исследования и опытно-конструкторские разработки) в целях разработки и осуществления новых технологий, которые приведут к снижению выбросов ПГ.

Кроме того, существуют большие возможности в области социальной инновации, которые обычно связываются с вариантами технологической инновации. Во всех регионах имеются многочисленные варианты выбора образа жизни, которые могут повысить качество жизни, снижая в то же время уровень использования ресурсов и связанные с этим выбросы ПГ. Подобные варианты выбора в значительной мере зависят от местной и региональной культуры и приоритетов. Они весьма тесно связаны с технологическими изменениями, некоторые из которых могут быть связаны с глубокими изменениями в образе жизни, тогда как другие не требуют подобных изменений. В то время как эти варианты едва отмечались в ВДО, в данном докладе начинается более подробное их рассмотрение.

3.2 Тенденции в области использования энергии и связанных с ними выбросов парниковых газов

Глобальное потребление энергии и связанный с ним выброс CO_2 по-прежнему характеризовались повышательной тенденцией в 90-е годы (*рисунки ТР-3* и *ТР-4*). Ископаемые виды топлива по-прежнему являются доминирующим источником энергии, используемым во всем мире, и их использование для производства энергии составляет более двух третей выбросов ПГ, рассмотренных в Киотском протоколе. В 1998 г. в мире было потреблено 143 эксаджоуля (ЭДж) нефти, 82 ЭДж природного газа и 100 ЭДж угля. Глобальное потребление первичной энергии возрастало в среднем на 1,3 % ежегодно в период между 1990 и 1998 гг. Средние темпы ежегодного роста составляли 1,6 % для развитых стран и 2,3—5,5 % для развивающихся стран в период 1990—1998 гг. Использование первичной энергии в странах с переходной экономикой сокращалось ежегодными темпами в 4,7 % в период 1990—1998 гг. из-за развала тяжелой промышленности, снижения общей экономической деятельности и перестройки промышленного сектора.

Средние глобальные выбросы двуокиси углерода возрастали приблизительно теми же темпами, что и использование первичной энергии — на 1,4 % в год в период 1990—1998 гг., что гораздо ниже по сравнению с ростом на 2,1 % в год, который наблюдался в 70-е и 80-е гг. Это в значительной мере объяснялось сокращениями выбросов в странах с переходной экономикой, а также структурными изменениями в промышленном секторе развитых стран. В течение более длительного срока общий рост выбросов CO_2 в результате использования энергии составил 1,9 % в год в период 1971—1998 гг. В 1998 г. на долю развитых стран приходилось более 50 % связанных с энергией выбросов CO_2, которые возрастали темпами порядка 1,6 % ежегодно, начиная с 1990 г. Доля стран с переходной экономикой составила 13 % объема выбросов в 1998 г. и их выбросы сокращались ежегодно на 4,6 % с 1990 г. Объем выбросов развивающихся стран в тихоокеанском регионе Азии составил 22 % общего глобального объема двуокиси углерода, и эти выбросы характеризовались самым быстрым ростом, составляющим 4,9 % в год с 1990 г. На долю остальных развивающихся стран пришлось чуть более 10 % общего объема выбросов при ежегодном их росте на 4, 3 % с 1990 г.

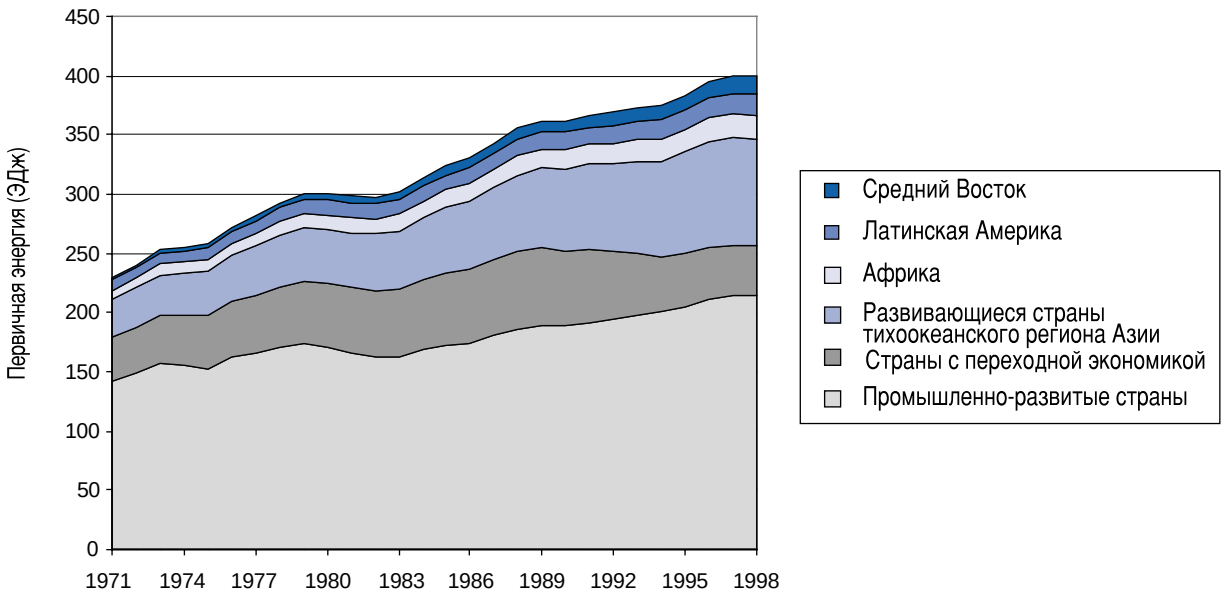


Рисунок ТР-3. Мировое использование первичной энергии по регионам в период с 1971 по 1998 гг.

Примечание. Первичная энергия, рассчитанная с использованием метода расчета физического содержания энергии МЭА на основе первичных источников энергии, используемых для производства тепло- и электроэнергии.

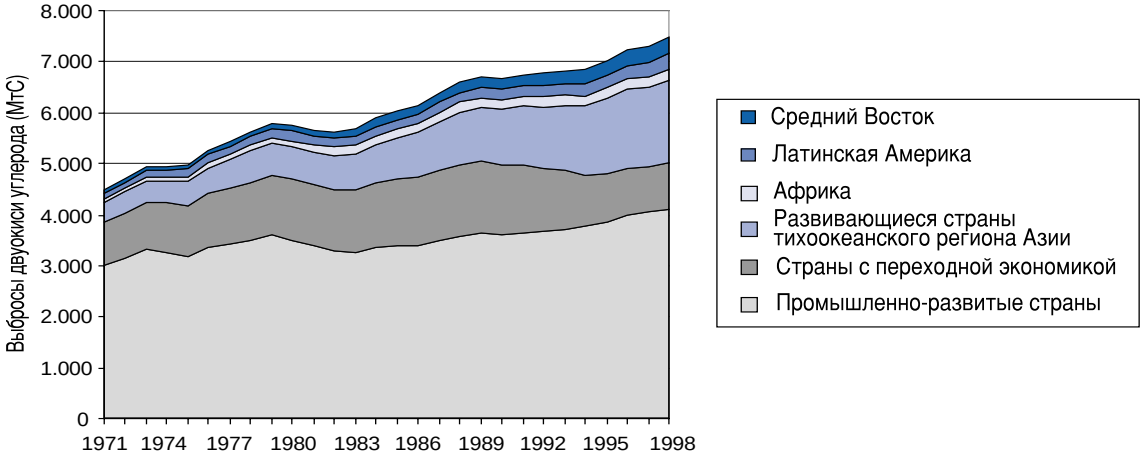


Рисунок TP-4. Мировые выбросы CO_2 по регионам, 1971—1998 гг.

В течение периода активной индустриализации, начиная с 1860 по 1997 гг., согласно оценкам было сожжено 13 000 ЭДж ископаемого топлива, в результате чего в атмосферу было выброшено 290 ГтС, из-за чего атмосферная концентрация CO_2 увеличилась на 30 %, учитывая также изменения в землепользовании. В качестве сравнения оценочные ресурсы природного газа[6] сопоставимы с запасами нефти и составляют приблизительно 35 000 ЭДж. Угольная ресурсная база приблизительно в четыре раза больше. Метановые клатраты (неучтенные в базе ресурсов) оцениваются приблизительно в 780 000 ЭДж. Оценочные запасы ископаемого топлива содержат 1 500 ГтС, превышая более чем в пять раз уже выброшенный углерод, а если к этому добавить оценочные запасы, то общий объем остающегося в почве углерода составит 5 000 ГтС. Сценариями, смоделированными в СДСВ без учета какой-либо конкретной политики в области выбросов ПГ, предусматривается кумулятивный выбросов в диапазоне от приблизительно 1 000 ГтС до 2 100 ГтС в результате потребления ископаемого топлива в период 2000—2010 гг. Кумулятивные выбросы углерода для профилей стабилизации 450—750 ppmv за тот же период составляют от 630 до 1 300 ГтС (см. *рисунок TP-5*). В этой связи дефицит ископаемого топлива, по крайней мере на глобальном уровне, не является существенным фактором при рассмотрении смягчения последствий изменения климата. Напротив, в отличие от относительно крупных запасов угля и нетрадиционных запасов нефти и газа, содержание углерода в традиционных запасах нефти и газа или в традиционных ресурсах нефти гораздо меньше по сравнению с кумулятивными выбросами углерода, связанными со стабилизацией на уровне 450 ppmv или выше (*рисунок TP-5*). Кроме того, существуют также возможности добавления значительных количеств других ПГ. В то же время из *рисунка TP-5* ясно, что традиционные запасы нефти и газа составляют лишь малую долю общей ресурсной базы ископаемого топлива. Эти данные о ресурсах могут означать изменения в энергетической комбинации и внедрение новых источников энергии в течение XXI века. Выбор энергетической комбинации и связанных с этим инвестиций будет определять возможность стабилизации концентраций парниковых газов, а также, в случае такой стабилизации, на каком уровне и при какой стоимости. В настоящее время большая часть подобного инвестирования направлена на обнаружение и разработку более традиционных и нетрадиционных ископаемых ресурсов.

3.3 Экономико-отраслевые технологические варианты смягчения воздействий [7]

Потенциал [8] сокращений выбросов основных ПГ оценивается по каждому сектору в пределах определенных расходов (*таблица TP-1*). В промышленном секторе стоимость снижения выбросов углерода оценивается в пределах от негативной стоимости (т. е. меры, которые «не вызовут сожалений», когда сокращения могут привести к получению выгоды) до приблизительно 300 долл.США/тС[9]. В строительном секторе активное применение энергоэффективных технологий и мер может привести к уменьшению выбросов CO_2 из жилых помещений в 2010 г. на 325 МтС/г в развитых странах и странах с переходной экономикой при расходах в пределах от 250 долл. США до 150 долл. США/тС, и на 125 МтС в развивающихся странах при стоимости от 250 долл. США до 50 долл. США/тС. Аналогичным образом выбросы из коммерческих зданий в 2010 г. могут быть сокращены на 185 МтС

[6] Запасы — это те месторождения, которые определены и измерены в качестве экономически и технически извлекаемых при существующих технологиях и ценах. Запасы — это месторождения с менее определенными геологическими и/или экономическими характеристиками, которые однако считаются потенциально извлекаемыми при наличии прогнозируемых технологических и экономических разработок. Ресурсная база включает обе категории. В верхней части этого определения находятся дополнительные количества с неизвестной определенностью месторождения и/или с неизвестной или нулевой экономической значимостью в обозримом будущем, на которую ссылаются как на «дополнительные возможности» (ВДО). Примерами нетрадиционных запасов ископаемого топлива являются смоляные пески и сырая нефть битуминозных сланцев, газ, связанный с зонами аномально высоких давлений, и газ в водоносных горизонтах.

[7] Международное энергетическое агентство (МЭА) приводит статистические данные по промышленным и транспортным секторам, но не по зданиям и сельскому хозяйству, которые даются в разделе «Прочее». В этом разделе оценка информации об использовании энергии и выбросах CO_2 для этих секторов осуществляется с использованием схемы распределения и основана на стандартном коэффициенте преобразования в электроэнергию, равном 33 %. Кроме того, данные по странам с переходной экономикой приводятся из иного источника (статистические данные «Бритиш петролеум»). Таким образом, секторальные данные могут отличаться от совокупных данных, представленных в разделе 3.2, хотя общие тенденции являются одинаковыми. В целом существует неопределенность в отношении данных по странам с переходной экономикой, а также коммерческих и жилищных подкатегорий строительного сектора во всех регионах.

[8] Потенциал характеризуется различными данными в разных оцененных исследованиях, однако совокупный потенциал, упомянутый в разделах 3 и 4, касается социально-экономического потенциала, как показано на *рисунке TP-7*.

в развитых странах и странах с переходной экономикой при стоимости предотвращенных выбросов от 400 долл. США до 250 долл. США/тС, и на 80 МтС в развивающихся странах при расходах в пределах от 400 долл. США до 0 долл. США/тС. В транспортном секторе расходы лежат в пределах от 200 долл. США/тС до 300 долл. США/тС, а в сельскохозяйственном секторе от 100 долл. США/тС до 300 долл. США/тС. Рациональное использование материалов, включая производство газа за счет рециркуляции и использования органических отходов, может также обеспечить экономию при негативных — скромных расходах менее 100 долл. США/тС. В секторе энергоснабжения многие варианты перехода на новое топливо и технологические замены возможны при стоимости от 100 долл. США до более 200 долл. США/тС. Реализация этого потенциала будет зависеть от рыночных условий, определяемых антропогенными и общественными преференциями и вмешательством со стороны правительств.

В *таблице ТР-2* приводится общий обзор и связь с препятствиями и последствиями мер по смягчению воздействий. Ниже более подробно рассматриваются секторальные варианты смягчения воздействий.

3.3.1 Основные варианты смягчения воздействий в строительном секторе

В 1995 г. доля строительного сектора в глобальных выбросах CO_2, связанных с использованием энергии, составляла 31 %, и объем этих выбросов ежегодно возрастал с 1971 г. на 1,8 %. Строительная технология по-прежнему характеризовалась тенденцией развития в плане повышения эффективности в течение последних пяти лет с точки зрения энергосбережения, которое обеспечивалось лучшей конструкцией окон, освещения, электроприборов, изоляции, отопления помещения, охлаждения и кондиционирования воздуха. Кроме того, постоянно усиливался контроль за состоянием зданий, совершенствовалось конструирование зданий с учетом использования солнечной энергии, комплексное проектирование строительства, а также применение фотоэлектрических систем в зданиях. Уменьшились выбросы фторуглерода из холодильников и кондиционеров воздуха в связи с прекращением использования хлористых фторуглеродов (CFCs), в первую очередь благодаря повышенной герметичности и рекуперации фторуглеродного холодильного агента и, в меньшей степени, благодаря использованию углеводородов и других нефторуглеродных холодильных агентов. Использование и выброс фторуглерода из изолирующих пенопластов снизилось после прекращения использования CFCs, и прогнозируется дальнейшее их сокращение по мере прекращения использования HCFCs. Усилия в области НИОКР привели к повышению эффективности холодильников, а также систем охлаждения и отопления. Несмотря на постоянное совершенствование технологии и использование более совершенной технологии во многих странах, использование энергии в зданиях возрастало более быстрыми темпами по сравнению с общим спросом на энергию в период 1971—1995 гг., при этом самый большой зарегистрированный процентный рост использования энергии пришелся на коммерческие здания (3 % по сравнению с 2,2 % в

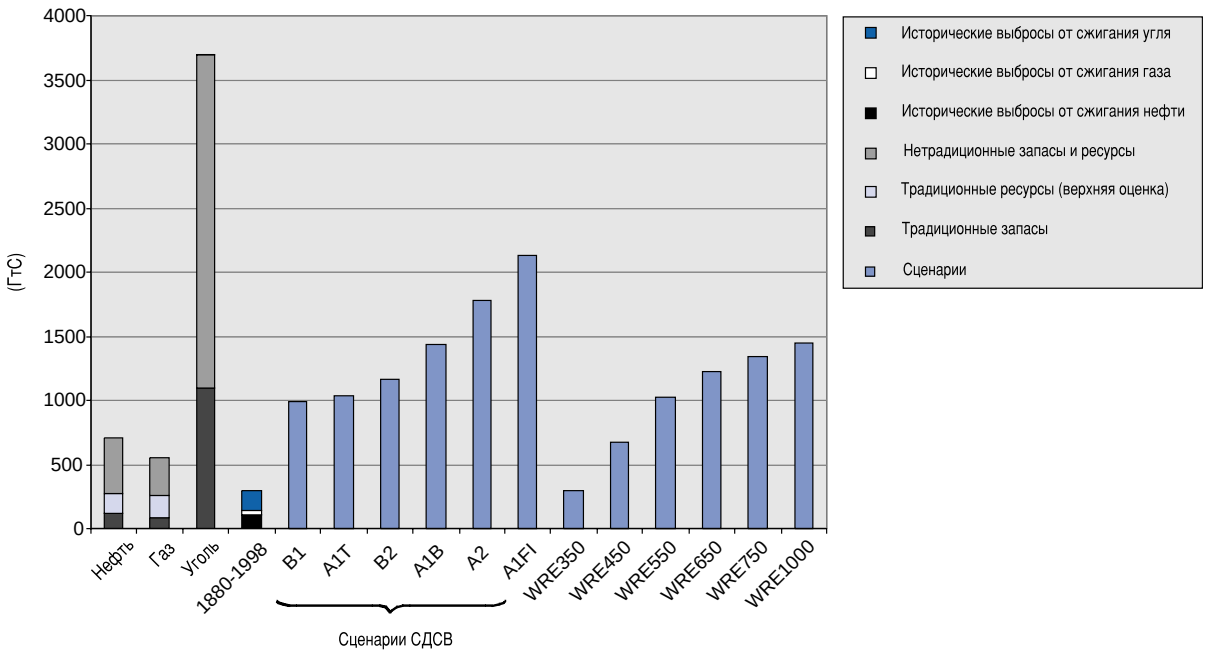


Рисунок ТР-5. Содержание углерода в запасах нефти, газа и угля и ресурсы в сопоставлении с историческими выбросами углерода в результате использования ископаемого топлива в период 1860—1998 гг., а также в сопоставлении с кумулятивными выбросами углерода по всему диапазону сценариев СДСВ и сценариев стабилизации ТДО до 2100 г. Данные по запасам и ресурсам приводятся в левых колонках. Нетрадиционные запасы нефти и газа включают смоляные пески, сырую нефть из битуминозных сланцев, другие виды тяжелой нефти, метан угольных пластов, газ, связанный с зонами анормально высоких давлений глубоких горизонтов, газ в водоносных горизонтах и т. д. Гидраты газа (клатраты), объем которых составляет, согласно оценкам, 12 000 ГтС, не показаны. Колонки сценариев показывают как справочные сценарии СДСВ, так и сценарии, которые ведут к стабилизации концентраций CO2 в целом диапазоне уровней. Отметим, что, если кумулятивные выбросы к 2100 г., связанные со сценариями СДСВ, равны или меньше выбросов по сценариям стабилизации, это не означает, что эти сценарии в равной степени ведут к стабилизации.

[9] Все расходы даются в долларах США.

Таблица TP-1. *Оценки сокращений выбросов парниковых газов и издержек на тонну предотвращенных выбросов в эквиваленте углерода согласно прогнозируемому потенциальному поглощению в социально-экономических секторах к 2010 и 2020 гг. за счет отдельных энергоэффективных технологий и технологии энергоснабжения в глобальном или региональном масштабах, а также с учетом различной степени неопределенности*

	Регион	Устранимые издержки в долл. США/тС (–400 –200 0 +200)	2010 г. Потенциал[a]	2010 г. Вероятность[b]	2020 г. Потенциал[a]	2020 г. Вероятность[b]	Ссылки, замечания и соответствующий раздел в главе 3 настоящего доклада
Здания/приборы							
Жилищный сектор	ОЭСР/СПЭ		◆◆◆◆◆	◊◊◊◊◊	◆◆◆◆◆	◊◊◊◊◊	Acosta Moreno *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1998
	Разв. стр.		◆◆◆◆	◊◊◊	◆◆◆◆	◊◊◊◊◊	Wang et Smith, 1999
Коммерческий сектор	ОЭСР/СПЭ		◆◆◆◆	◊◊◊◊	◆◆◆◆◆	◊◊◊◊◊	
	Разв. стр.		◆◆◆	◊◊◊	◆◆◆◆	◊◊◊◊◊	
Транспорт							
Повышение эффективности автомобилей	США		◆◆◆◆◆	◊◊◊◊	◆◆◆◆◆	◊◊◊	Interlab. Working Group, 1997 Brown *et al*, 1998
	Европа		◆◆◆◆◆	◊◊	◆◆◆◆◆	◊◊	US DOE/EIA, 1998 ECMT, 1997 (только 8 стран)
	Япония		◆◆◆◆	◊◊	◆◆◆◆◆	◊◊	Kashiwagi *et al*, 1999 Denis et Koopman, 1998
	Разв. стр.		◆◆◆◆	◊◊	◆◆◆◆◆	◊◊	Worrell *et al.*, 1997b
Промышленность							
Абсорбция CO_2 – удобрения; нефтеперерабатывающие заводы	Глобально		◆	◊◊◊◊	◆	◊◊◊◊	*Таблица 3.21*
Повышение эффективности материалов	Глобально		◆◆◆◆	◊◊◊	◆◆◆◆	◊◊◊	*Таблица 3.21*
Смешанные цементы	Глобально		◆	◊◊◊	◆	◊◊◊	*Таблица 3.21*
Уменьшение N_2O хим. пром.	Глобально		◆	◊◊◊◊	◆	◊◊◊	*Таблица 3.21*
Уменьшение ПФУ отраслью AI	Глобально		◆	◊◊◊	◆	◊◊◊	*Таблица 3.21*
Уменьшение ГФУ-23 хим. пром.	Глобально		◆◆	◊◊◊	◆◆	◊◊◊	*Таблица 3.21*
Повышение энергоэффективности	Глобально		◆◆◆◆◆	◊◊◊◊◊	◆◆◆◆◆	◊◊◊◊	*Таблица 3.19*

(продолж.)

Таблица TP-1. *(продолж.)*

	Регион	Устранимые издержки в долл. США/тС (−400 −200 0 +200)	2010 г. Потенциал[a]	2010 г. Вероятность[b]	2020 г. Потенциал[a]	2020 г. Вероятность[b]	Ссылки, замечания и соответствующий раздел в главе 3 настоящего доклада
Сельское хозяйство							
Большое поглощение за счет применения противоэрозионной обработки почвы и рационального использования пахотной земли	Разв. стр.		◆	◊ ◊	◆	◊ ◊	Zhou, 1998; *Таблица 3.27* Dick *et al.*, 1998
	Глобально		◆◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	IPCC, 2000
Поглощение почвенного углерода	Глобально		◆◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	Lal et Bruce, 1999 *Таблица 3.27*
Рациональное использование азотных удобрений	ОЭСР		◆	◊ ◊ ◊	◆	◊ ◊ ◊	Kroeze & Mosier, 1999 *Таблица 3.27*
	Глобально		◆	◊ ◊ ◊	◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	OECD, 1999; IPCC, 2000
Снижение энтерального метана	ОЭСР		◆◆	◊ ◊	◆◆	◊ ◊ ◊	Kroeze & Mosier, 1999 *Таблица 3.27*
	США		◆	◊ ◊	◆	◊ ◊ ◊	OECD, 1998 Reimer & Freund, 1999
	Разв. стр.		◆	◊	◆	◊ ◊	Chipato, 1999
Орошение риса-сырца и удобрения	Глобально		◆◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	Riemer & Freund, 1999 IPCC, 2000
Отходы							
Улавливание метана из органических отходов	ОЭСР		◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	Landfill methane USEPA, 1999
Энергоснабжение							
Ядерная энергия вместо угля	Глобально		◆◆◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	Итоговые данные[c] –См. раздел 3.8.6
	Приложение I		◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊	*Таблица 3.35a*
	Вне приложения I		◆◆	◊ ◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	*Таблица 3.35b*
Ядерная энергия вместо газа	Приложение I		◆◆◆	◊	◆◆◆◆	◊	*Таблица 3.35c*
	Вне приложения I		◆	◊	◆◆◆	◊	*Таблица 3.35d*

Таблица ТР-1. *(продолж.)*

	Регион	Устранимые издержки в долл. США/тС (–400 –200 0 +200)	2010 г. Потенциал[a]	2010 г. Вероятность[b]	2020 г. Потенциал[a]	2020 г. Вероятность[b]	Ссылки, замечания и соответствующий раздел в главе 3 настоящего доклада
Газ вместо угля	Приложение I		♦	◊ ◊ ◊	♦♦♦♦	◊ ◊ ◊ ◊	*Таблица 3.35a*
	Вне приложения I		♦	◊ ◊ ◊ ◊	♦♦♦♦	◊ ◊ ◊ ◊	*Таблица 3.35b*
Улавливание CO_2 из угля	Глобально		♦	◊ ◊	♦♦	◊ ◊	*Таблица 3.35a + b*
Улавливание CO_2 из газа	Глобально		♦	◊ ◊	♦♦	◊ ◊	*Таблица 3.35c + d*
Биомасса вместо угля	Глобально		♦	◊ ◊ ◊ ◊	♦♦♦	◊ ◊ ◊ ◊	*Таблица 3.35a + b* Moore, 1998; Interlab w. gp. 1997
Биомасса вместо газа	Глобально		♦	◊	♦	◊ ◊ ◊	*Таблица 3.35c + d*
Ветер вместо угля или газа	Глобально		♦♦♦	◊ ◊ ◊	♦♦♦♦♦	◊ ◊ ◊ ◊	*Таблица 3.35a - d* BTM Cons 1999; Greenpeace, 1999
Совместное сжигание угля и 10 % биомассы	США		♦	◊ ◊ ◊	♦♦	◊ ◊ ◊	Sulilatu, 1998
Солнечная энергия вместо угля	Приложение I		♦	◊	♦	◊	*Таблица 3.35a*
	Вне приложения I		♦	◊	♦	◊	*Таблица 3.35b*
Гидроэнергия вместо угля	Глобально		♦♦	◊	♦♦♦	◊ ◊	*Таблица 3.35a + b*
Гидроэнергия вместо газа	Глобально		♦	◊	♦♦	◊ ◊	*Таблица 3.35c + d*

Примечания:

[a] Потенциал, выраженный в тоннах устраненного эквивалента углерода в данном диапазоне стоимости в долл. США/тС.

♦ = <20 МтС/г ♦♦ = 20—50 МтС/г ♦♦♦ = 50—100 МтС/г ♦♦♦♦ = 100—200 МтС/г ♦♦♦♦♦ = >200 МтС/г

[b] Вероятность достижения этого уровня потенциала, исходя из указанных в литературе издержек.

◊ = Весьма маловероятно ◊ ◊ = Невероятно ◊ ◊ ◊ = Возможно ◊ ◊ ◊ ◊ = Вероятно ◊ ◊ ◊ ◊ ◊ = Весьма вероятно

[c] Вариант полного смягчения последствий энергоснабжения предполагает полное отсутствие какого-либо потенциала в силу различных причин, включая конкуренцию между отдельными технологиями, перечисленными в общих итогах ниже.

Таблица ТР-2. *Технологические варианты, барьеры, возможности и последствия для производства в различных секторах*

Технологические варианты	Барьеры и возможности	Последствия политики смягчения воздействий для секторов
Здания, домашнее хозяйство и услуги. Существуют сотни технологий и мер, которые могут повысить энергоэффективность приборов и оборудования, а также строительных структур во всех регионах мира. Согласно оценкам, выбросы CO_2 из жилых домов в 2010 г. могут быть уменьшены на 325 МтС в развитых странах и в регионе стран с переходной экономикой при стоимости в пределах от 250 долл. США до 150 долл. США/тС и на 125 МтС в развивающихся странах при стоимости от 250 долл. США до 50 долл. США/тС. Аналогичным образом выбросы CO_2 из коммерческих зданий в 2010 г. могут быть уменьшены на 185 МтС в промышленно-развитых странах и регионе стран с переходной экономикой при стоимости в пределах от 400 долл. США до 250 долл. США/тС и на 80 МтС в развивающихся странах при стоимости в пределах от 400 долл. США до 0 долл. США/тС. Подобная экономия касается почти 30 % зданий, при этом объем выбросов CO_2 в 2010 и 2020 гг. сравнивается с данными центрального сценария, такого, как сигнальный сценарий B2 СДСВ.	Барьеры. В развитых странах рыночная структура, которая не способствует повышению эффективности, несоответствующие стимулы и отсутствие информации; и в развивающихся странах — отсутствие финансирования и квалифицированных кадров, отсутствие информации, традиционные обычаи и административно-регулируемое ценообразование. Возможности. Разработка более совершенных концепций маркетинга и формирование квалифицированного персонала, маркетинг на основе информационного обеспечения, добровольные программы и стандарты зарекомендовали себя в качестве факторов, способствующих преодолению барьеров в развитых странах. Средствами ликвидации вышеупомянутых барьеров в развивающихся странах являются доступные возможности кредита, наращивание потенциала, информационная база и информированность потребителей, стандарты, стимулы к наращиванию потенциала и дерегулирование энергетической промышленности.	Сервисные отрасли. Многие выиграют в области производства и занятости в зависимости от того, каким образом осуществляется политика по смягчению последствий, однако в целом ожидается незначительный и разбросанный рост. Домашнее хозяйство и неформальный сектор. Последствия смягчения последствий для домашнего хозяйства наступают непосредственно в результате изменений в технологии и стоимости использования энергии в домашнем хозяйстве и косвенным образом через макроэкономические последствия для дохода и занятости. Важной дополнительной выгодой является улучшение качества воздуха в помещениях и открытого воздуха, особенно в развивающихся странах и городах во всем мире.
Транспортные перевозки. Технология транспортных перевозок небольшими грузовыми автомобилями развивалась более быстрыми темпами по сравнению с темпами, предусмотренными в ВДО, вследствие международной деятельности в области НИОКР. Гибридные электромобили уже появились на рынке, и большинство крупных производителей объявили о начале производства к 2003 г. автомобилей с топливными элементами. Смягчение последствий выбросов ПГ в результате повышения технологической эффективности уменьшится в определенной степени в результате обратного эффекта, если этому не будет противодействовать политика, направленная на эффективное повышение цены на топливо или стоимость поездок. В странах с высокими ценами на топливо, такими, как европейские страны, обратный эффект может достигать 40 %; в странах с низкими ценами на топливо, такими, как США, обратный эффект не превысит, по-видимому, 20 %. Учитывая обратные последствия, меры в области технологии могут снизить выбросы ПГ на 5—10 % к 2010 г. и на 15—35 % к 2020 г. по сравнению с исходными условиями постоянного роста.	Барьеры. Риск для производителей транспортного оборудования является серьезным барьером для более быстрого внедрения энергоэффективных технологий в секторе транспорта. Для достижения существенного повышения энергоэффективности, как правило, требуется переконструирование автомобилей «с новой страницы» наряду с многомиллиардными долларовыми инвестициями в новые производственные мощности. С другой стороны, стоимость большей эффективности для потребителей определяется различием между настоящей стоимостью экономии топлива и возросшей закупочной ценой, которая в чистом виде может быть весьма незначительной. Хотя на рынках грузовых автомашин ведущая роль принадлежит весьма незначительному количеству компаний в техническом смысле, они являются тем не менее высококонкурентными в том смысле, что стратегические ошибки могут быть весьма дорогостоящими. И наконец, многие выгоды от повышения энергоэффективности выражаются скорее в социальной форме, а не в виде частных выгод. В силу всех этих причин считается, что риск для производителей, связанный с радикальным технологическим изменением с целью повышения энергоэффективности, как правило, перевешивает прямые рыночные выгоды. Колоссальные государственные и частные капиталовложения в транспортную инфраструктуру и созданную инфраструктуру применительно к поездкам на автомашинах, создают значительные барьеры для изменения рабочей структуры транспортных перевозок во многих странах.	Транспортные перевозки. Прогнозируется сохранение роста спроса на транспортные перевозки, который будет испытывать лишь ограниченное воздействие политики по смягчению последствий ПГ. В кратко-среднесрочной перспективе существуют лишь ограниченные возможности для замены видов топлива на основе ископаемого углерода. Главное влияние политики в области смягчения последствий будет заключаться в повышении энергоэффективности во всех видах транспортных перевозок.

Таблица ТР-2. *(продолж.)*

Технологические варианты	Барьеры и возможности	Последствия политики смягчения воздействий для секторов
	Возможности. Информационные технологии создают новые возможности для определения стоимости некоторых внешних расходов транспортных перевозок — от заторов дорожного движения до загрязнения окружающей среды. Осуществление более эффективного ценообразования может обеспечить большие стимулы для энергетического кпд как оборудования, так и рабочей структуры. Те факторы, которые мешают технологиям топливной экономичности на рынках транспортных средств, создают условия, при которых эффективными могут быть добровольные или обязательные нормы энергетического кпд. Четко сформулированные нормы ликвидируют в значительной мере риск коренных технологических изменений, поскольку все конкуренты сталкиваются с одинаковыми нормами. Многочисленные исследования показали наличие технологий, способных снизить содержание углерода в выбросах автомобилей до 50 % и в конечном итоге до 100 % приблизительно с той же экономической эффективностью. И наконец, интенсивная работа в области НИОКР, связанных с легкими дорожными автомобилями, привела к значительным достижениям в области гибридных технологий трансмиссий и топливных элементов. Аналогичные усилия могут быть направлены на разработку технологий дорожных грузовых, воздушных, железнодорожных и морских транспортных средств с перспективными колоссальными выигрышами.	
Промышленность. Повышение энергетического кпд — это основной вариант уменьшения выбросов в промышленности. Многое уже сделано, особенно в промышленно-развитых странах, для повышения эффективности использования энергии, тем не менее еще использованы не все варианты для дальнейшего уменьшения выбросов. По сравнению с таким сценарием СДСВ, как сценарий B2, выбросы могут быть уменьшены к 2010 и 2020 гг. на 300—500 МтС/г и 700—1 100 МтС/г, соответственно. Большая часть этих вариантов характеризуется чистыми негативными расходами. Выбросы в промышленности, не содержащие CO_2, как правило относительно незначительны и могут быть снижены в целом более чем на 85 % при незначительных или иногда даже негативных расходах.	Барьеры. Отсутствие ценообразования по принципу «средние издержки плюс прибыль», относительно низкая доля энергии в производственных расходах, отсутствие информации со стороны потребителей и производителей, ограниченное наличие капитала и квалифицированного персонала — вот те ключевые барьеры к внедрению технологии смягчения последствий в промышленном секторе во всех странах, но главным образом в развивающихся странах. Возможности. Принятие законодательства для решения местных экологических проблем; добровольные соглашения, особенно если они дополняются усилиями со стороны правительства; а также прямые субсидии и налоговые льготы — вот те подходы, которые были успешными при преодолении вышеуказанных барьеров. Наиболее подходящими подходами для отраслей легкой промышленности являются законодательство, включая стандарты, и более совершенный маркетинг.	Промышленность. Ожидается, что смягчение последствий приведет к структурному изменению в области промышленности в странах, включенных в приложение I (отчасти из-за изменения спроса в личном потреблении), при этом сектора, поставляющие энергосберегающее оборудование, а также сектора, пользующиеся технологиями с низким содержанием углерода, и энергоемкие сектора должны будут переключиться на иные виды топлива, внедрить новые технологии или повысить цены. В то же время обратный эффект может привести к неожиданным негативным результатам.

(продолж.)

Таблица ТР-2. *(продолж.)*

Технологические варианты	Барьеры и возможности	Последствия политики смягчения воздействий для секторов
Изменения в землепользовании и лесное хозяйство. Существуют три основные пути, по которым могут быть смягчены последствия увеличения атмосферного CO_2, образующегося в результате землепользования или землеустройства: охрана, поглощение и замена[a]. Эти варианты характеризуются временными графиками; вследствие этого выбор вариантов и их потенциальная эффективность зависят от целевых сроков, а также от продуктивности или истории отклонения от нормального состояния в данном месте. Согласно оценкам ВДО, в глобальном масштабе эти меры могли бы снизить содержание атмосферного У почти на 83—131 ГтС к 2050 г. (60—87 ГтС в лесах и 23—44 ГтС в сельскохозяйственных почвах). В исследованиях, опубликованных с тех пор, не содержится существенного пересмотра этих оценок. Стоимость практики земледелия является весьма низкой по сравнению с альтернативными вариантами и находится в пределах от 0 (возможности «выигрыш-выигрыш») до 12 долл. США/тС.	Барьеры. Пути к смягчению последствий в результате изменений в землепользовании и лесном хозяйстве включают отсутствие финансирования, а также человеческого и институционального потенциала для мониторинга и проверки, социальные ограничения, такие, как снабжение продовольствием, население, проживающее за пределами естественных лесов, стимулы к расчистке земель, фактор давления численности населения и переход к пастбищным угодьям ввиду спроса на мясо. В тропических странах деятельность в рамках лесного хозяйства нередко определяется государственными лесными департаментами при минимальной роли местных общин и частного сектора. В некоторых тропических регионах мира, особенно в Африке, низкая производительность культур и конкурентный спрос на леса в целях выращивания урожаев и производства древесного топлива приведут, вероятно, к ухудшению возможностей для смягчения последствий. Возможности. В области землепользования и лесного хозяйства для реализации технического потенциала требуется наличие стимулов и политики. Они могут существовать в виде правительственных нормативных актов, налогов и субсидий, а также экономических стимулов в виде рыночных выплат за улавливание и сдерживание выбросов углерода согласно положениям Киотского протокола, в зависимости от его осуществления в соответствии с решениями КС.	Политика смягчения последствий ПГ может в значительной мере воздействовать на землепользование, особенно в результате поглощения углерода и производства биотоплива. В тропических странах широкомасштабное осуществление мероприятий по смягчению последствий могло бы привести к сохранению биоразнообразия, созданию рабочих мест в сельской местности и охране водоразделов, способствуя таким образом устойчивому развитию. Для достижения этой цели необходимы институциональные изменения с привлечением местных общин и промышленности, в результате чего снижается роль правительств в управлении лесами.
Сельское хозяйство и организация сбора и удаления отходов. Доля энергии возрастает <1 % ежегодно в глобальном масштабе, при этом наибольший рост наблюдается в странах, не являющихся членами ОЭСР, однако она уменьшилась в странах с переходной экономикой. Уже существует несколько вариантов снижения выбросов ПГ при капиталовложениях от 50 долл. США до 150 долл. США/тС. Они включают повышение запаса углерода в результате рационального использования пахотной земли (125 МтС/г к 2010 г.); уменьшение выбросов CH_4 благодаря более эффективному ведению животноводческого хозяйства (>30 МтС/г) и производство риса (7 МтС/г); поглощение почвенного углерода (50—100 МтС/г) и уменьшение выбросов N_2O из отходов животноводства и применение азота, что является реальным в большинстве регионов при условии передачи надлежащей технологии и наличия стимулов у фермеров к изменению их традиционных методов. Выращивание топливных культур с целью замены ископаемых видов топлива характеризуется хорошими перспективами, если цены могут стать более конкурентоспособными, а урожаи будут выращиваться на устойчивой основе. Повышение эффективности организации сбора и удаления отходов может снизить выбросы ПГ на 200 $МтС_{экв}$ в 2010 г. и 320 $МтС_{экв}$ в 2020 г. по сравнению с 240 $МтС_{экв}$ в 1990 г.	Барьеры. В сельском хозяйстве и организации сбора и удаления отходов это включает неадекватное финансирование НИОКР, отсутствие прав на интеллектуальную собственность, отсутствие национального человеческого и институционального потенциала и информации в развивающихся странах, ограничения для внедрения на уровне ферм, отсутствие стимулов и информации для фермеров в развитых странах для внедрения новых методов ведения животноводства (необходимы иные выгоды, а не просто уменьшение выбросов парниковых газов). Возможности. Расширение кредитных схем, изменение приоритетов в области исследований, развитие институциональных связей между странами, торговля почвенными выбросами углерода, а также интеграция продовольствия, клетчатки и энергопродукции - вот пути, по которым указанные барьеры могут быть преодолены. Принимаемые меры следует увязывать с мерами по достижению устойчивых производственных методов. Выращивание топливных культур обеспечивает выгоды для диверсификации землепользования, когда пригодные земли недостаточно используются в настоящее время для производства продовольствия и клетчатки, и нет дефицита в водных ресурсах.	Энергия. Благодаря должной организации лесного хозяйства и землеустройства может быть получено целое разнообразие твердых, жидких или газообразных видов топлива, которые являются возобновляемыми и которые могут заменить ископаемые виды топлива. Материалы. Продукты из лесных и других биологических материалов используются в строительстве, изготовлении упаковки, бумаги и для многих других целей и нередко являются менее энергоемкими, нежели альтернативные материалы, которые служат той же цели. Сельское хозяйство/землепользование. Выделение значительных площадей для целей поглощения или рационального использования углерода может дополнять прочие запросы на землю или противоречить им, как, например, в сельском хозяйстве. Смягчение последствий ПГ окажет влияние на сельское хозяйство в результате повышенного спроса на производство биотоплива во многих регионах. Возрастающая конкуренция в отношении пахотных земель может привести к повышению цен на продовольствие и другие сельскохозяйственные продукты.

Таблица ТР-2. *(продолж.)*

Технологические варианты	Барьеры и возможности	Последствия политики смягчения воздействий для секторов
Организация сбора и удаления отходов. Использование метана, образующегося из органических отходов и в угольных пластах. Возрастает также использование газа из органических отходов для целей отопления и производства электроэнергии. В нескольких промышленно-развитых странах, особенно в Европе и Японии, предприятия по производству энергии из отходов стали более эффективными при меньших выбросах загрязнителей воздуха, рециркуляции бумаги и волокна, а также использования бумажных отходов в качестве биотоплива на предприятиях по производству энергии из отходов.	Барьеры. В значительной части стран развивающегося мира мало делается для рационального использования газа из органических отходов или уменьшения объема отходов на быстро расширяющихся рынках. Возможности. Такие страны, как США и Германия проводят конкретную политику либо для снижения отходов, образующих метан, и/или потребностей в использовании метана из органических отходов в качестве источника энергии. Стоимость утилизации отходов является негативной для половины метана из органических отходов.	
Энергетический сектор. В секторе энергетики имеются варианты как для повышения эффективности преобразования, так и расширения использования первичной энергии при меньших выбросах ПГ на единицу произведенной энергии посредством поглощения углерода и снижения утечек ПГ. Снижению выбросов могут способствовать такие варианты «выигрыш-выигрыш», как регенерация метана из угольных пластов и повышение энергетического кпд при производстве энергии путем сжигания угля и газа, а также побочного производства тепла и электричества. По мере продолжения экономического развития одно лишь повышение эффективности будет недостаточным для контроля выбросов ПГ из энергетического сектора. К числу вариантов уменьшения выбросов на единицу произведенной энергии относятся новые возобновляемые виды энергии, которые характеризуются значительным ростом, доля которых, однако, составляет менее 1% производства энергии во всем мире. Были предложены технологии улавливания и использования CO_2 для получения «чистой ископаемой» энергии, и они могли бы внести значительный вклад при стоимости, конкурентоспособной с возобновляемыми источниками энергии, хотя еще необходимо провести большой объем исследований по практической осуществимости и возможным экологическим последствиям подобных методов для определения возможности их применения и использования. Ядерная энергия, а в некоторых районах более широкомасштабное использование гидроэлектроэнергии, могли бы способствовать в значительной мере, однако они связаны с проблемами стоимости и приемлемости. Ожидается, что появляющиеся топливные элементы предоставят возможности для повышения среднего кпд преобразования энергии в предстоящие десятилетия.	Барьеры. Главными барьерами являются людской и институциональный потенциал, несовершенные рынки капитала, которые препятствуют капиталовложениям в малые децентрализованные системы, более неопределенные ставки возврата капиталовложений, высокие торговые тарифы, отсутствие информации и отсутствие прав интеллектуальной собственности на технологии смягчения последствий. Для возобновляемых источников энергии — высокие изначальные расходы, отсутствие доступа к капиталу и субсидиям на ископаемые виды топлива, а также ключевые барьеры. Возможности. Для развивающихся стран включают содействие ликвидации сбоев в технологии спроса и поставок энергии, содействие передаче технологии посредством создания благоприятной окружающей среды, наращивание потенциала и соответствующие механизмы для передачи чистых и эффективных энергетических технологий. Система ценообразования по принципу «средние издержки плюс прибыль» и информационные системы обеспечивают возможности в развитых странах. Существенными могут оказаться дополнительные выгоды, связанные с более совершенной технологией, а также сокращением производства и использования ископаемых видов топлива.	Уголь. Производство и использование угля, а также уровень занятости, вероятно, снизятся в результате политики смягчения последствий выбросов парниковых газов по сравнению с оценками энергоснабжения без дополнительной политики в области климата. В то же время стоимость корректировки будет значительно ниже в том случае, если политика в области добычи новых объемов угля может также способствовать технологии чистой добычи угля. Нефть. Политика глобального смягчения последствий также приведет, вероятно, к снижению объемов добычи нефти и торговли, при этом экспортеры энергии столкнутся, вероятно, с уменьшением реальных доходов по сравнению с той ситуацией, когда подобная политика не осуществляется. Тем не менее, последствия достижения целей Киотского протокола для глобальных цен на нефть могут быть менее серьезными по сравнению с многочисленными модельными предсказаниями ввиду включения в имеющиеся варианты газов, иных, нежели CO_2, а также гибких механизмов, которые часто не учитываются в расчетах моделей. Газ. В течение последующих 20 лет меры по смягчению последствий могут повлиять на использование природного газа позитивно или негативно в зависимости от региональных и местных условий. В странах, включенных в приложение I, любой переход от угля или нефти будет означать переход к природному газу и возобновляемым источникам для производства энергии. В отношении стран, не включенных в приложение I, потенциал перехода к использованию природного газа является гораздо более высоким, однако обеспечение энергетической безопасности и наличие национальных ресурсов являются теми соображениями, которые необходимо учитывать, особенно в таких странах со значительными запасами угля, как Китай и Индия.

(продолж.)

Таблица TP-2. *(продолж.)*

Технологические варианты	Барьеры и возможности	Последствия политики смягчения воздействий для секторов
		Возобновляемые источники энергии. Возобновляемые источники энергии являются весьма разнообразными и эффект смягчения последствий будет зависеть от технологического развития. Оно является различным в разных регионах в зависимости от наличия ресурсов. В то же время весьма вероятно, что смягчение последствий приведет к созданию более широких рынков для отрасли возобновляемых источников энергии. В подобной ситуации НИОКР в области снижения стоимости и повышения производительности, а также более активный поток капиталовложений в возобновляемые источники энергии могут расширить их применение, ведущее к снижению стоимости. Ядерная энергия. Существует значительный технический потенциал для развития ядерной энергетики в целях уменьшения выбросов парниковых газов; реальность его реализации будет зависеть от относительной стоимости, политических факторов и восприятия общественности.
Галоидуглероды. Выбросы ГФУ возрастают по мере использования ГФУ для замены некоторых ликвидируемых веществ, истощающих запасы озона. В сравнении с прогнозами СДСВ в отношении ГФУ в 2010 г. по оценочным данным эти выбросы могут быть ниже на 100 МтС$_{экв}$ при стоимости менее 200 долл. США/тС$_{экв}$. Около половины оценочного уменьшения объясняется тем, что в результате деятельности человека исходные значения СДСВ превышают исходные условия исследований для этого доклада. Оставшаяся часть может быть выполнена посредством уменьшения выбросов благодаря герметичности, регенерации и рециркуляции холодильных агентов, а также использования альтернативных жидкостей и технологий.	Барьеры. Неопределенность в отношении будущей политики по ГФУ в связи с глобальным потеплением и истощением озонового слоя. Возможности. Использование новых технологических достижений.	
Геоинженерия. В отношении возможности смягчения последствий в морских экосистемах и геоинженерии[b], до сих пор на примитивном уровне находится понимание людьми биофизических систем, а также многочисленных оценок этических и правовых факторов, а также факторов справедливости.	Барьеры. В геоинженерии риски непрогнозируемых последствий являются значительными и может даже оказаться невозможным проектирование регионального распределения температуры и осадков. Возможности. Целесообразным представляется проведение базового исследования.	Еще не существующий сектор. Неприменимо.

[a] «Охрана» означает активные меры, направленные на поддержание и сохранение существующих запасов углерода, включая запасы, содержащиеся в растительности, органическом веществе почвы, а также продукты, экспортируемые из экосистемы (например, предотвращение переустройства тропических лесов для сельскохозяйственных целей, а также предотвращение дренажа сильно увлажненных земель). «Поглощение» означает умышленно осуществляемые мероприятия, которые ведут к повышению запасов углерода выше уже существующих (например, облесение, пересмотренное управлением лесным хозяйством, повышение содержания углерода в древесной продукции и альтернативные варианты систем земледелия, включая боольшую долю кормовых культур, меньшую обработку почвы). «Замена» означает практику замены ископаемых видов топлива возобновляемой биологической продукцией, предотвращая, таким образом, выброс CO_2 в результате сжигания ископаемых видов топлива.

[b] Геоинженерия связана с деятельностью по стабилизации климатической системы посредством прямого управления энергетическим балансом Земли, благодаря чему преодолевается возросший эффект парниковых газов.

жилых домах). Это является главным образом результатом повышенного спроса на комфорт со стороны потребителей, который выражается в более широком использовании электроприборов, большей площади жилых помещений, а также в модернизации и расширении коммерческого сектора по мере роста экономики. В настоящее время существуют значительные экономически эффективные технологические возможности для замедления этой тенденции. Общий технический потенциал для снижения связанных с использованием энергии выбросов CO_2 в строительном секторе благодаря использованию существующих технологий в сочетании с будущими техническими достижениями составляет 715 МтС/г в 2010 г. в качестве исходных условий, когда выбросы углерода равны 2 600 МтС/г (27 %), 950 МтС/г в 2020 г. для исходных условий при выбросах углерода в 3 000 МтС/г (31 %), и 2 025 МтС/г в 2050 г. для исходных условий при выбросах углерода в 3 900 МтС/г (52 %). Более широкие НИОКР могут обеспечить постоянный технологический прогресс в этом секторе.

3.3.2 Основные варианты смягчения воздействий в транспортном секторе

В 1995 г. на долю транспортного сектора приходилось 22 % глобальных выбросов двуокиси углерода, связанных с энергетикой; в целом выбросы из этого сектора возрастают быстрыми темпами, составляющими приблизительно 2,5 % ежегодно. С 1990 г. основной рост пришелся на развивающиеся страны (7,3 % в тихоокеанском регионе Азии), и в настоящее время он фактически снижается до уровня 5 % в год для стран с переходной экономикой. Происходит внедрение на коммерческой основе автомашин с гибридным двигателем, работающим на бензине и электроэнергии, при этом экономия топлива на 50—100 % превышает показатели аналогичных по размеру автомашин, рассчитанных на четырех пассажиров. Биотопливо, производимое из древесины, энергетических культур и отходов может играть все более важную роль в секторе транспортных перевозок по мере возрастания экономической эффективности преобразования целлюлозы в этиловый спирт посредством ферментативного гидролиза. Тем временем биодизель, поддерживаемый налоговыми льготами, завоевывает свое место на рынке в Европе. В то же время дополнительные усовершенствования в конструкции двигателя в значительной мере способствовали скорее улучшению рабочих показателей, а не повышению экономии топлива, которая осталась на том же уровне после ВДО. Наблюдается быстрое развитие автомашин с двигателями на топливных элементах, представление которых на рынке запланировано на 2003 г. Возможными как с технической, так и экономической точки зрения, представляются гораздо лучшие показатели экономии топлива для воздушных судов следующего поколения. Тем не менее, большинство оценок повышения технологической эффективности (*таблица ТР-3*) показывают, что ввиду увеличения спроса на транспортные перевозки повышение эффективности само по себе не является достаточным для предотвращения роста выбросов ПГ. Кроме того, очевидно, что при прочих равных факторах, усилия по повышению топливной экономичности оказывают лишь частичное воздействие на сокращение выбросов ввиду итогового увеличения пробега, вызванного более низкими эксплуатационными расходами.

3.3.3 Основные варианты смягчения воздействий в промышленном секторе

На долю промышленных выбросов приходится 43 % углерода, выброшенного в 1995 г. Выбросы углерода в промышленном секторе возрастали на 1,5 % в год в период между 1971 и 1995 гг., уменьшаясь ежегодно до 0,4 % с 1990 г. Промышленность по-прежнему ведет поиск процессов с более эффективным энергетическим кпд и сокращений технологических ПГ. Это единственный сектор, в котором наблюдалось ежегодное уменьшение выбросов углерода в странах ОЭСР (0,8 %/г в период между 1990 и 1995 гг.). Выбросы CO_2 в странах с переходной экономикой сократились больше всего (6,4 % ежегодно в период между 1990 и 1995 гг. после того, как произошел общий спад промышленного производства).

По-прежнему значительными остаются различия в энергетическом кпд промышленных процессов между различными развитыми странами и между развитыми и развивающимися странами, что означает наличие существенных различий в относительных потенциалах сокращения выбросов между странами.

Самым важным вариантом сокращения выбросов ПГ является повышение энергетического кпд промышленных процессов. Этот потенциал включает сотни технологий по конкретным секторам. Мировой потенциал повышения энергетического кпд в сравнении с исходными условиями развития составляет согласно оценкам на 2010 г. 300—500 МтС, а для 2020 г. 700—900 МтС. В последнем случае для реализации потенциала требуется постоянное технологическое развитие. Большинство вариантов повышения энергетического кпд могут быть реализованы при чистых негативных расходах.

Еще одним важным вариантом является повышение эффективности использования материалов (включая рециркуляцию, более эффективную конструкцию продукции и замену материалов); в 2020 г. это может обеспечить потенциал, равный 600 МтС. Дополнительные возможности для уменьшения выбросов CO_2 заключаются в переходе на другое топливо, удаление и аккумулирование CO_2, а также применение смешанных сортов цемента.

Многие конкретные процессы являются не только источником выброса CO_2, но также и других ПГ. Производители адипиновой кислоты резко сократили свои выбросы N_2O, а алюминиевая промышленность добилась значительных успехов в сокращении выброса ПФУ (CF_4, C_2F_6). Дальнейшее сокращение выброса ПГ, отличных от CO_2, в обрабатывающей промышленности до низких уровней нередко возможно при относительно низких расходах на 1 т в эквиваленте углерода ($тС_{экв}$).

В настоящее время известно достаточное количество технологических вариантов снижения выбросов ПГ в промышленности в абсолютных показателях в большинстве развитых стран к 2010 г., а также существенного ограничения выбросов в этом секторе в развивающихся странах.

3.3.4 Основные варианты смягчения воздействий в сельскохозяйственном секторе

Общая доля сельского хозяйства составляет всего около 4 % выбросов углерода в результате использования энергии, однако более 20 % антропогенных выбросов ПГ (в показателях $МтС_{экв}$/г) главным образом CH_4 и N_2O, а также углерода, образуются в результате расчистки земли под пашню. После ВДО наблюдалось незначительное повышение эффективности использования энергии в сельскохозяйственном секторе, а биотехнологические достижения, связанные с растениеводством и животноводством, могли дать дополнительный выигрыш, при условии должного решения проблем, связанных с негативными экологическими последствиями. Переход от мясного скота к растениеводству для производства продуктов питания людей, в тех случаях, когда это было реально возможно, могло бы повысить энергетический кпд и уменьшить выбросы ПГ (особенно N_2O и CH_4 из сельскохозяйственного сектора). Значительное сокращение выбросов ПГ может быть достигнуто к 2010 г. посредством изменений в сельскохозяйственной практике, таких, как:

- увеличение поглощения почвенного углерода благодаря противоэрозионной обработке почвы и снижению интенсивности землепользования;
- уменьшение CH_4 благодаря рациональному использованию орошения риса-сырца, более совершенному применению удобрений, а также уменьшению энтеральных выбросов CH_4 жвачных животных;
- предотвращение антропогенных выбросов N_2O в сельском хозяйстве (которые в сельском хозяйстве превышают выбросы углерода в результате использования ископаемого топлива) посредством использования медленно действующих удобрений, органических удобрений, ингибиторов нитрификации и в перспективе бобовых культур, выращенных с использованием генетической технологии. Самые большие выбросы N_2O наблюдаются в Китае и США, главным образом ввиду использования удобрений на почвах для риса-сырца и других сельскохозяйственных почвах. Более значительный вклад может быть внесен к 2020 г., когда ожидается появление большего количества вариантов для контроля за выбросами N_2O из почв, в которые внесены удобрения.

Высокими являются неопределенности, связанные с интенсивностью использования этих технологий фермерами, поскольку они могут характеризоваться дополнительными расходами по их поглощению. Экономические и прочие барьеры могут быть ликвидированы посредством проведения целенаправленной политики.

3.3.5 Основные варианты смягчения воздействий в секторе сбора и удаления отходов

Возрастает использование CH_4 из органических отходов и угольных пластов. Использование газа из органических отходов для целей отопления и производства электроэнергии также возрастает в силу наличия политических полномочий в таких странах, как Германия, Швейцария, ЕС и США. Стоимость утилизации отходов является негативной для половины CH_4 из органических отходов. В Германии контроль за продукцией в течение срока ее жизни был расширен от упаковки до автомашин и электронных товаров. Если все предприятия в США повысят показатели рециркуляции на душу населения со средненационального уровня до показателя рециркуляции на душу населения, достигнутого в Сиэттле, штат Вашингтон, то результатом этого будет сокращение общего объема выбросов ПГ в США на 4 %. Идет обсуждение вопроса о возможном более значительном уменьшении цикла жизни выбросов ПГ за счет повторного использования бумаги и клетчатки или использования бумажных отходов в качестве биотоплива в установках по производству энергии из отходов. Оба варианта лучше по сравнению с использованием газа из органических отходов с точки зрения выбросов ПГ. В нескольких развитых странах, особенно в Европе и Японии, установки по производству энергии из отходов стали более эффективными при снижении выбросов загрязнителей воздуха.

3.3.6 Основные варианты смягчения воздействий в секторе энергоснабжения

Ископаемые виды топлива по-прежнему доминируют в производстве тепловой и электрической энергии. На долю производства

Таблица ТР-3. *Прогнозируемая энергоемкость транспортных средств по данным исследования Лаборатории-5 в США*[a]

Определяющие факторы	1997 г.	2010 г. ОПД	2010 г. Энергетический кпд	2010 г. (ВЭ/НУ)
Новый пассажирский автомобиль, 1/100 км	8,6	8,5	6,3	5,5
Новый легкий грузовик, 1/100 км	11,5	11,4	8,7	7,6
Автомобили малой грузоподъемности, 1/100 км[b]	12,0	12,1	10,9	10,1
Эффективность самолетов (количество мест — 1/100 км)	4,5	4,0	3,8	3,6
Грузовики, 1/100 км	42,0	39,2	34,6	33,6
Эффективность ж-д транспорта (тонны—км/МДж)	4,2	4,6	5,5	6,2

[a] ОПД — обычная предпринимательская деятельность; ВЭ/НУ — высокая эффективность/низкое содержание углерода.

[b] Включая существующие пассажирские автомобили и легкие грузовики.

электроэнергии приходится 2 100 МтС/г или 37,5 % глобальных выбросов углерода[10]. В исходных сценариях, не предусматривающих осуществление политики, связанной с выбросами углерода, прогнозируются соответственно выбросы 3 500—4 000 МтС$_{экв}$ в 2010 и 2020 гг. В энергетическом секторе недорогие газовые турбины с комбинированным циклом (ГТКЦ) с кпд преобразования, достигающем 60 % для самых последних моделей, стали доминирующим вариантом для новых установок по производству электроэнергии везде, где имеется необходимое снабжение природным газом и соответствующая инфраструктура. Современные технологии использования угля, основанные на комплексном комбинированном цикле газификации или суперкритических моделях, в перспективе способны сократить выбросы при незначительных расходах благодаря более высокой эффективности. Дерегулирование сектора производства электроэнергии является в настоящее время основным определяющим фактором технологического выбора. Использование распределенных промышленных и торговых систем комбинированного производства тепла и электроэнергии для удовлетворения потребностей в отоплении помещений и промышленного производства может обеспечить существенное сокращение выбросов. Дальнейшие последствия перестройки отрасли производства электроэнергии во многих развитых и развивающихся странах с точки зрения выбросов CO_2 являются неопределенными в настоящее время, хотя наблюдается возрастающий интерес к распределенным системам энергоснабжения, основанным на возобновляемых источниках энергии, а также использование топливных ячеек, микротурбин и двигателей Стирлинга.

Ядерная энергетика смогла значительно повысить коэффициент производительности существующих установок, благодаря чему их экономическая эффективность повысилась в достаточной степени для того, чтобы продление срока жизни этих установок стало экономически выгодным. Однако, в отличие от стран Азии, предлагается или строится относительно мало новых установок. Продолжается работа по созданию действительно безопасных и менее дорогостоящих ядерных реакторов с целью снижения социально-экономических барьеров и уменьшения озабоченности населения по поводу безопасности, длительного хранения отходов и распространения ядерного топлива. За исключением нескольких крупных проектов в Индии и Китае, осуществление новых проектов, связанных с производством гидроэлектроэнергии, также замедлилось ввиду наличия немногочисленных крупных строительных площадок, в некоторых случаях высоких расходов, а также экологических и социальных проблем на местном уровне. Другим событием является быстрый рост использования ветровых турбин, ежегодно превышающий 25 %, и к 2000 г. мощность установленных сооружений превысила 13 ГВт. Продолжался рост использования других возобновляемых источников энергии, включая солнечную энергию и биомассу, однако общий объем вклада со стороны возобновляемых источников энергии, отличных от источников гидроэлектроэнергии, по-прежнему остается на уровне ниже 2 % в глобальном масштабе. Топливные элементы могут стать высокоэффективными комбинированными источниками электричества и тепла по мере продолжающегося увеличения плотности энергии и снижения расходов. К 2010 г. совместное сжигание угля и биомассы, газификация топливной древесины, повышение эффективности фотоэлектрической энергетики, центры использования энергии ветра в открытом море, а также разновидностей биотоплива на основе этилового спирта являются некоторыми из технологий, которые обладают потенциалом для проникновения на рынок. Ожидается, что по мере снижения расходов их рыночная доля повысится к 2020 г. благодаря повышению уровня знаний и замене основных производственных фондов существующего поколения энергетических установок.

Физическая абсорбция и хранение CO_2 в перспективе представляют собой более реальный вариант по сравнению с периодом ВДО. Возможным шагом в направлении экономики, использующей водород, является использование угля или биомассы в качестве источника водорода при условии хранения отходов в виде CO_2. Хранение CO_2 осуществлялось в водоносном горизонте, и сопровождалось контрольными мерами по проверке герметичности хранения. Однако подобный вид накопителя все еще находится в процессе испытаний. Требуется также проведение исследования с целью определения любых неблагоприятных и/или благоприятных экологических последствий и рисков для здоровья населения в случае неуправляемого выброса при различных вариантах хранения. Ожидается, что экспериментальные установки для улавливания и хранения CO_2 начнут функционировать к 2010 г. и смогут внести крупный вклад в осуществление мер по смягчению последствий к 2020 г. Наряду с биологическим поглощением физическая абсорбция и хранение могли бы, вероятно, дополнить осуществляемую в настоящее время деятельность по повышению эффективности, переходу на новые виды топлива и разработку возобновляемых источников энергии, однако эти варианты должны быть экономически конкурентоспособными по сравнению с традиционными источниками энергии.

В докладе рассматривается потенциал технологий смягчения последствий в этом секторе, предназначенный для сокращения выбросов CO_2 к 2020 г. из новых энергетических установок. Ожидается, что в период от настоящего времени до 2020 г. во всем мире новые технологии обеспечат создание самого крупного потенциала и составят серьезную конкуренцию по замене новых работающих на угле электростанций, на которых могут использоваться дополнительные поставки газа. Ядерная энергия обладает потенциалом сокращения выбросов в том случае, если ее использование станет приемлемым с политической точки зрения, поскольку она может заменить как уголь, так и газ для производства электроэнергии. Биомасса, составленная главным образом из отходов и побочных продуктов сельского и лесного хозяйства, а также энергия ветра, в перспективе к 2020 г. также смогут внести крупный вклад. Гидроэлектроэнергия является традиционной технологией, и существуют дополнительные возможности помимо тех, от которых ожидается внесение вклада в сокращение выбросов в эквиваленте CO_2. И наконец, хотя ожидается значительное уменьшение стоимости электричества на основе солнечной энергии, этот вариант к 2020 г. для централизованной выработки энергии останется, вероятно, дорогостоящим, однако возможно

[10]Отметим, что процентная доля этого раздела не доходит до 100 %, поскольку эти выбросы были отнесены к четырем секторам в вышеприведенных пунктах.

возрастет доля этого источника энергии на целевых рынках и в производстве электроэнергии вне рамок энергосистемы. Наилучший вариант смягчения последствий зависит, вероятно, от местных условий, а сочетание этих технологий обладает потенциалом снижения выбросов CO_2 на 350—700 МтУ к 2020 г. по сравнению с прогнозируемыми выбросами из этого сектора около 400 МтУ.

3.3.7 Основные варианты смягчения воздействий выбросов гидрофторуглеродов и перфторуглеродов

Возросло использование ГФУ и в меньшей степени ПФУ, поскольку эти химические вещества заменили почти на 8 % прогнозируемое использование ХФУ по весу в 1997 г.; в развитых странах производство ХФУ и других истощающих озон веществ (ИОВ) было прекращено в 1996 г. с тем, чтобы соответствовать положениям Монреальского протокола о защите стратосферного озонового слоя. Хлористые фторуглеводороды (HCFCS) заменили еще 12 % хлористых фторуглеродов (CFC_S). Оставшиеся 80 % были ликвидированы посредством контроля за выбросами, сокращения конкретных видов использования или применения альтернативных технологий и флюидов, включая: аммиак, углеводороды, двуокиси углерода и воду, а также нецелевые технологии. Альтернатива, выбранная для замены хлористых фторуглеродов (ХФУ) и других ИОВ меняется в широком диапазоне в зависимости от применений, которые включают: охлаждение, мобильное или стационарное кондиционирование воздуха, тепловые насосы, медицинские и другие системы подачи аэрозолей, ликвидацию пожаров и растворителей. Важное значение имеет одновременное рассмотрение вопроса об эффективном использовании энергии и защите озонового слоя, особенно в контексте развивающихся стран, где только что начали развиваться рынки и ожидается рост быстрыми темпами.

Исходя из текущих тенденций и предположения о полном отсутствии каких-либо новых видов использования за пределами зоны замены ИОВ, производство гидрофторуглеродов (ГФУ) прогнозируется на уровне 370 Кт или 170 $МтС_{экв}$/г к 2010 г., в то время как производство перфторуглеродов (ПФУ) ожидается в объеме менее 12 $МтС_{экв}$/г. Оценка ежегодных выбросов в 2020 г. является более сложной. Самые значительные выбросы будут связаны, вероятно, с мобильным кондиционированием воздуха, после которого следуют коммерческие холодильные установки и стационарное кондиционирование воздуха. Объем использования ГФУ для нагнетания пены в настоящее время является низким, однако в том случае, если ГФУ заменят значительную часть используемого в данном случае хлористого фторуглеводорода, их производство достигнет согласно оценкам 30 $МтС_{экв}$/г к 2010 г., при этом выбросы составят около 5—10 $МтС_{экв}$/г.

3.4 Технологический и экономический потенциал смягчения воздействий выбросов парниковых газов: резюме

В период 1990—1998 гг. глобальные выбросы ПГ возрастали в среднем на 1,4 % ежегодно. Во многих областях технический прогресс, связанный с уменьшением выбросов ПГ после ВДО был значительным и шел быстрее, чем ожидалось. Общий потенциал всемирного снижения выбросов ПГ в результате технологических разработок и их внедрений составляет 1 900—2 600 $МтС_{экв}$/г к 2010 г. и 3 600—5 050 $МтС_{экв}$/г к 2020 г. Имеются значительные доказательства, на которых основан данный вывод, однако они характеризуются несколькими ограничениями. До сих пор не было проведено какого-либо всеобъемлющего всемирного исследования технологического потенциала, а существующие региональные и национальные исследования, как правило, характеризуются различной степенью охвата и различными предположениями в отношении ключевых параметров. В этой связи оценки, представленные в *таблице ТР-1* следует рассматривать лишь в качестве показательных. Тем не менее, основной вывод в вышестоящем пункте может быть сделан с высокой достоверностью.

Стоимость вариантов меняется в зависимости от вида технологии и характеризуется региональными различиями. Сокращение потенциальных выбросов наполовину может быть достигнуто к 2020 г. с прямыми выгодами (сэкономленная энергия) с превышением прямых расходов (чистые капитальные, оперативные и эксплуатационные расходы), а вторая половина — при чистых прямых расходах до 100 долл. США/$тС_{экв}$ (по ценам 1998 г.). Эти оценки стоимости получены с использованием учетных ставок в пределах от 5 до 12 %, соответствующих учетным ставкам государственного сектора. Частные внутренние нормы прибыли характеризуются широким разбросом и часто значительно выше, что негативно влияет на уровень внедрения этих технологий частными предприятиями. В зависимости от сценария выброса это может обеспечить сокращение глобальных выбросов ниже уровней 2000 г. в период 2010—2020 гг. при этих чистых прямых издержках. Реализация подобных сокращений будет связана с дополнительными расходами на осуществление, которые в некоторых случаях могут оказаться существенными и будут, возможно, нуждаться в осуществлении политики поддержки (подобной той, которая описана в разделе 6), более широких исследованиях и разработках, эффективной передаче технологии, а также преодолении прочих барьеров (подробности в разделе 5).

Существуют сотни видов технологий и практики, предназначенных для снижения выбросов ПГ из зданий, транспортными средствами и промышленными секторами. Эти варианты повышения эффективности использования энергии составляют более чем половину общего потенциала снижения выбросов этих секторов. Повышение эффективности использования материалов (включая рециркуляцию) также станет более важным в долгосрочной перспективе. Сектор снабжения и преобразования энергии по-прежнему будет в значительной степени зависеть от дешевых и имеющихся в изобилии ископаемых видов топлива. В то же время существует значительный потенциал снижения выбросов благодаря переходу от угля к природному газу, повышению коэффициента нейтрализации отработавших газов энергетических установок, расширению использования распределенных установок для совместного производства энергии в промышленности, коммерческих зданиях и учреждениях, а также рекуперации и поглощению CO_2. Продолжающееся использование атомных электростанций (включая продление их срока действия) и применение возобновляемых источников энергии может предотвратить определенные дополнительные выбросы в результате использования ископаемого

топлива. Биомасса из побочных продуктов и отходы, такие, как газ из органических отходов, в перспективе представляют собой важные источники энергии, к которым можно добавить производство культур для выработки энергии в тех местах, где имеются подходящие земли и водные ресурсы. Энергия ветра и гидроэлектроэнергия также внесут свой вклад в большей мере, чем источники на солнечной энергии ввиду относительно высокой стоимости последних. Результатом крупных технологических достижений является уже достигнутое снижение выбросов N_2O и фторированных ПГ. Осуществлены изменения в процессах, повышена эффективность герметизации и рекуперации, а также идет использование альтернативных соединений и технологий. Существует потенциал для будущих сокращений, включая технологические выбросы в процессе производства изоляционных пенопластов и полупроводников, а также побочных выбросов алюминиевой промышленности и HCFC-22. Потенциал повышения эффективности использования энергии, связанный с применением фторированных газов, характеризуется аналогичной величиной сокращений прямых выбросов. Поглощение почвенного углерода, контроль за энтеральным CH_4 и противоэрозионная обработка почвы — все эти мероприятия могут способствовать смягчению последствий выбросов ПГ в результате сельскохозяйственной деятельности.

Для реализации этих потенциалов требуется осуществление соответствующей политики. Кроме того, постоянные исследования и разработки значительно расширят, как ожидается, портфель технологий, обеспечивающих варианты снижения выбросов. Поддержание этих НИОКР, наряду с мерами по передаче технологии, будут являться необходимыми для того, чтобы реализовать долгосрочный потенциал, изложенный в *таблице ТР-1*. Для обеспечения эффективности этой деятельности ключевую роль играет равновесное сочетание деятельности по смягчению последствий в различных секторах с реализацией других целей, например связанных с РСУ.

4. Технологический и экономический потенциал вариантов увеличения, сохранения и рационального использования биологических накопителей углерода и геоинженерия

4.1 Смягчение воздействий через наземную экосистему и землеустройство

Леса, сельскохозяйственные земли и другие наземные экосистемы обеспечивают важный, хотя часто временный, потенциал для смягчения последствий. Сохранение и поглощение дают время для дальнейшей разработки и осуществления других вариантов. Согласно оценкам ВДО МГЭИК к 2050 г. около 60—87 ГтС может быть сохранено или поглощено лесами и еще 23—44 ГтС может быть поглощено сельскохозяйственными землями. Согласно настоящей оценке к 2020 г. потенциал вариантов биологического смягчения последствий составляет порядка 100 ГтС (в общей сложности), что является эквивалентом порядка 10—20 % прогнозируемых выбросов ископаемых видов топлива в течение этого периода. В данном разделе оцениваются мероприятия по биологическому смягчению последствий, центральным элементом которых является потенциал смягчения последствий, экологические и природоохранные ограничения, а также экономические или социальные соображения. Кроме того, кратко рассматриваются так называемые варианты геоинженерии.

Увеличение резервуаров углерода посредством рационального использования наземных экосистем может лишь частично компенсировать выбросы от использования ископаемого топлива. Кроме того, увеличение объемов накопления углерода может быть связано с риском более высоких выбросов CO_2 в будущем, если будет прекращена практика, связанная с консервацией углерода. Например, прекращение противопожарных мероприятий в лесах или возвращение к интенсивной противоэрозионной обработке почвы в сельском хозяйстве может привести к быстрой утрате как минимум части углерода, аккумулированного в течение предшествующих лет. В то же время использование биомассы в качестве топлива или древесины для замены более энергоемких материалов, может привести к постоянным выгодам, связанным со смягчением последствий воздействия углерода. Полезно провести оценку возможности наземного поглощения наряду с оценкой стратегий снижения выбросов, поскольку оба этих подхода потребуются, вероятно, для контроля за уровнями атмосферного CO_2.

Объем накопителей углерода в большей части экосистем в конечном итоге достигает почти максимального уровня. Общий объем сохраняемого углерода и/или предотвращенных выбросов углерода благодаря проекту рационального использования лесов в любое данное время зависит от конкретной практики управления (см. *рисунок ТР-6)*. Таким образом, экосистема, лишенная углерода в результате предшествующих событий, может обладать высоким потенциалом аккумулирования углерода, в то время как экосистемы со значительным количеством накопленного углерода характеризуется низким показателем поглощения углерода. Поскольку экосистемы в конечном итоге приближаются к своим максимальным накоплениям углерода, объем поглощения (т. е. показатель изменения накопления) будет уменьшаться. Хотя как уровень поглощения, так и накопления углерода, может быть относительно высоким на определенным этапах, их невозможно доводить одновременно до максимального значения. Таким образом, стратегии управления экосистемой могут зависеть от того, заключается ли данная цель в увеличении краткосрочного накопления или поддержании накопителей углерода в течение определенного времени. Экологически достижимый баланс между этими двумя целями ограничен возможным нарушением экологического баланса, производительностью данного места, а также целевыми сроками. Например, варианты максимального увеличения поглощения к 2010 г. не могут быть использованы для максимального увеличения поглощения к 2020 или 2050 гг.; в некоторых случаях максимальное увеличение поглощения к 2010 г. может привести к снижению со временем накопления углерода.

Эффективность стратегий по уменьшению последствий углерода, а также безопасность расширенных накоплений углерода будут испытывать неблагоприятные последствия в результате будущих глобальных изменений, однако последствия этих изменений будут меняться в зависимости от географического региона, типа экосистемы и местного потенциала адаптации. Например,

увеличение атмосферной концентрации CO_2, изменение климата, изменившийся круговорот питательных веществ, а также измененные (в результате естественного или антропогенного воздействия) режимы могут сами по себе оказать негативное или позитивное воздействие на накопление углерода в наземных экосистемах.

В прошлом в результате землепользования происходило сокращение углеродных пулов, однако во многих регионах, например таких, как Западная Европа, углеродные пулы в настоящее время стабилизируются и начинают восстанавливаться. В большинстве стран, расположенных в умеренных и северных климатических зонах, площадь лесов расширяется, однако нынешние углеродные пулы все еще меньше по сравнению с теми, которые были в доиндустриальную или доисторическую эпохи. Хотя полное восстановление углеродных пулов до их доисторического уровня маловероятно, тем не менее в настоящее время существует возможность их существенного увеличения. Согласно статистическим данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО) и Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК), среднегодовой чистый прирост лесных площадей в начале 90-х годов в управляемых бореальных и умеренных лесах несколько превышал вырубку. Например, поглощение углерода живой древесной биомассой увеличивалось на 0,17 ГтС/год в США и на 0,11 ГтС/год в Западной Европе, поглощая около 10 % глобальных выбросов CO_2, образующихся в результате сжигания ископаемых видов топлива за тот же период. Хотя в этих оценках не учитываются изменения, связанные с лесной подстилкой и почвами, тем не менее они показывают, что площадь земли играет существенную и регулирующую роль в балансе атмосферного углерода. Повышение качества этих углеродных пулов обеспечивает в перспективе огромную возможность для смягчения последствий изменения климата.

Вместе с тем в некоторых тропических странах происходит чистое снижение масштабов поглощения углерода лесами, несмотря на то что темпы вырубки лесов, судя по всему, в прошлом десятилетии несколько снизились. В сельскохозяйственных районах в настоящее время есть варианты частичного восстановления потенциала накопления углерода, снизившегося в результате использования лесных или пастбищных угодий для сельскохозяйственных нужд.

4.2 Соображения относительно социально-экономических аспектов

Земля — ценный и ограниченный ресурс, используемый для самых разнообразных целей в каждой стране. Взаимосвязь между стратегиями в области смягчения последствий изменения климата и другими видами использования земель может носить конфликтный, нейтральный или взаимодополняющий характер. Анализ научной литературы дает основание сделать вывод о том, что стратегии в области смягчения последствий в результате выбросов углерода, можно осуществлять в качестве одного из компонентов более комплексных стратегий, направленных на достижение целей устойчивого развития, в которых повышение потенциала поглощения углерода является всего лишь одной из многочисленных целей. Зачастую для смягчения последствий выбросов

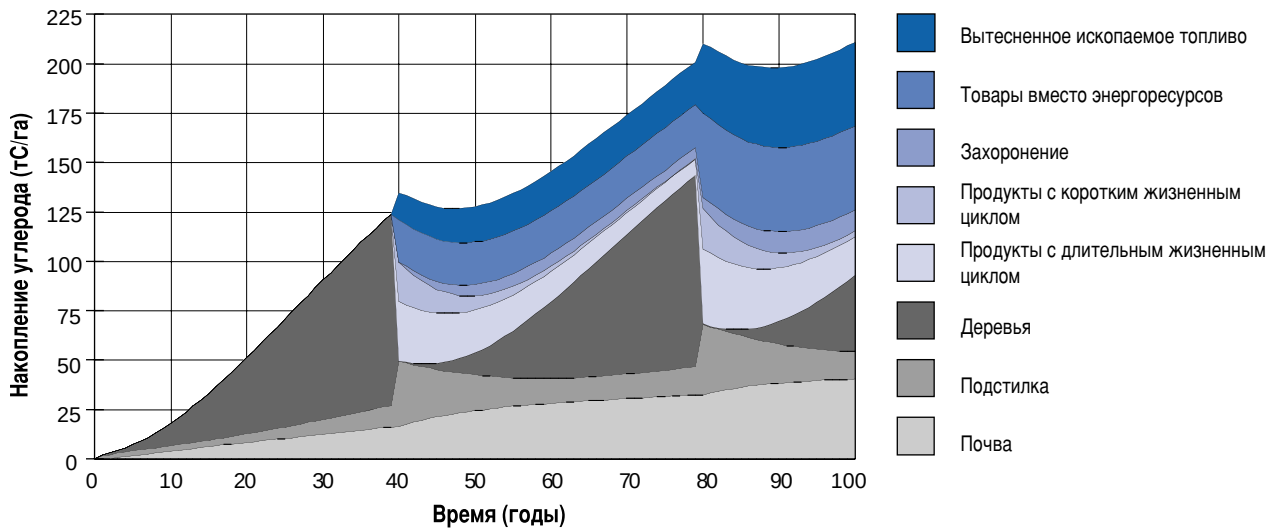


Рисунок ТР-6. *Баланс углерода, обусловленный гипотетическим проектом в области лесного хозяйства*

Примечание. Цифры указывают на изменение кумулятивного накопления углерода в результате реализации сценария, предусматривающего работу по лесонасаждению и вырубке в целях производства определенного ассортимента традиционных лесных товаров с учетом того, что часть заготовленной древесины используется в качестве топлива. Эти значения иллюстрируют картину, которая могла бы наблюдаться в юго-восточной части США или Центральной Европе. Подрост приводит к накоплению углерода в лесу; (гипотетически) древостой вырубается каждые 40 лет, при этом лесной подстил остается на земле, где он подвергается разложению, продукты которого скапливаются или вывозятся на свалки. Эти цифры представляют собой чистые изменения, например, между указанным на диаграмме сокращением выбросов в результате сжигания ископаемого топлива по сравнению с альтернативным сценарием, предполагающим использование ископаемых видов топлива и альтернативных, более энергоемких продуктов для обеспечения одних и тех же услуг.

углерода и в то же время для достижения других социальных, экономических и экологических целей можно принимать соответствующие меры в области лесоустройства, лесного хозяйства и других видов землепользования. Меры по смягчению последствий выбросов углерода могут обеспечить дополнительные выгоды и преимущества в области землепользования и развития сельских районов. Местные решения и задачи можно соответствующим образом адаптировать с учетом приоритетов в области устойчивого развития на национальном, региональном и глобальном уровнях.

Для обеспечения эффективного и устойчивого характера деятельности по смягчению последствий выбросов углерода необходимо в первую очередь обеспечить их сбалансированность с другими экологическими, экономическими и социальными целями в области землепользования. Многие стратегии по смягчению последствий биологическими методами могут носить нейтральный или благоприятный характер по отношению ко всем трем целям и могут рассматриваться в качестве «беспроигрышных» или «выигрышных» решений. В других случаях, возможно, необходимо будет пойти на компромисс. Важные потенциальные последствия для окружающей среды включают воздействие на биоразнообразие, воздействие на объемы и качество водных ресурсов (особенно в тех случаях, когда они уже истощены) и долгосрочное воздействие на продуктивность экосистем. Кумулятивные экологические, экономические и социальные последствия можно оценивать как в рамках индивидуальных проектов, так и в более широкой национальной и международной перспективе. Важным вопросом является «утечка» — увеличение или сохранение углеродного пула в каком-либо одном районе при одновременном увеличении выбросов в другом районе. Определенное влияние на эффективность осуществления политики по смягчению последствий может оказать факт ее принятия общественностью на местном, национальном и глобальном уровнях.

4.3 Варианты смягчения воздействий

В тропических регионах в настоящее время существуют широкие возможности для принятия мер по смягчению воздействий выбросов углерода, хотя их нельзя рассматривать в отрыве от более широких программных мер в области лесоустройства, лесного хозяйства и в других секторах. К тому же, варианты могут быть самыми разными в зависимости от социально-экономических условий: в некоторых регионах наиболее реальной возможностью является сокращение масштабов или полное прекращение вырубки лесов; в других регионах, где темпы вырубки лесов снизились до незначительного уровня, наиболее привлекательной возможностью может явиться совершенствование методов регулирования естественных лесов, облесение и лесовозобновление на деградированных лесных участках и бросовых землях. Вместе с тем нынешний потенциал в области смягчения зачастую слаб[11], а достаточные земельные и водные ресурсы есть не всегда.

Нетропические страны также располагают определенными возможностями по сохранению существующих углеродных пулов, повышения их потенциала и использования биомассы для нейтрализации использования ископаемого топлива. Примеры таких стратегий включают: борьбу с пожарами или насекомыми, сохранение лесов, облесение с использованием быстрорастущих видов, изменение практики лесоводства, посадка деревьев в городских зонах, совершенствование методов утилизации и удаления отходов, рациональное использование сельскохозяйственных земель для накопления большего количества углерода в почвах, совершенствование системы управления пастбищными угодьями и восстановление травяного или лесного покрова на культивируемых землях.

В процессе смягчения последствий выбросов углерода важную роль играют древесные и другие биологические продукты: они действуют в качестве накопителей углерода; они могут использоваться для замены строительных материалов, для производства которых требуется больше ископаемого топлива; и, наконец, они, являясь возобновляемым источником энергии, могут сжигаться вместо ископаемых видов топлива. Древесные продукты уже в какой-то мере способствуют смягчению последствий изменения климата, однако в случае развития инфраструктуры и системы стимулов древесные и сельскохозяйственные продукты могут стать важным элементом устойчивой экономики: они входят в небольшое число возобновляемых источников, которые имеются в настоящее время в широких масштабах.

4.4 Критерии выбора биологических вариантов смягчения воздействий выбросов углерода

В процессе разработки стратегий, способствующих смягчению воздействий выбросов CO_2 в атмосферу и достижению других, столь же важных целей, особого рассмотрения заслуживают следующие критерии:

- потенциальный вклад в увеличение углеродных пулов во времени;
- устойчивый, безопасный, стойкий, постоянный и надежный характер поддерживаемых или создаваемых углеродных пулов;
- совместимость с другими целями в области землепользования;
- вопросы «утечки» и взаимодополняемости;
- экономические расходы;
- экологические последствия, помимо последствий, связанных с изменением климата;
- социальные, культурные и общие вопросы, а также вопросы справедливости;
- общесистемное воздействие на потоки углерода в секторе энергетики и производстве материалов.

Укрепить потенциал смягчения последствий можно и с помощью мер, принятых по другим причинам. Очевидным примером этого является снижение темпов вырубки тропических лесов. Опять же, в силу того, что в богатых странах состояние лесных угодий носит, как правило, стабильный характер, можно вполне утверждать, что в этом случае экономическое развитие ассоциируется с деятельностью, которая способствует укреплению «лесных накопителей» углерода.

[11] Потенциал в области смягчения: социальные, политические и экономические структуры и условия, которые необходимы для обеспечения эффективного смягчения последствий.

4.5 Экономические расходы

Большинство исследований дают основания сделать вывод о том, что экономические расходы некоторых биологических вариантов смягчения последствий выбросов углерода, в особенности варианта, связанного с лесами, являются, в общем и целом, скромными. Примерные расходы на осуществление биологических вариантов смягчения, по имеющимся на сегодняшний день данным, варьируются в широких пределах: от 0,1 долл. США/тС до 20 долл. США/тС в некоторых тропических странах и от 20 до 100 долл. США/тС в нетропических странах. К тому же, в калькуляцию этих расходов во многих случаях не включены, в частности: расходы на инфраструктуру, коэффициенты дисконтирования, мониторинг, сбор и анализ данных, а также альтернативные издержки, связанные с использованием земли, и эксплуатационные или другие повторяющиеся расходы, которые зачастую исключаются или игнорируются. Цифры в нижней части этого диапазона субъективно занижены, однако понимание и учет расходов со временем улучшаются. Кроме того, во многих случаях варианты деятельности по смягчению последствий биологическими методами могут иметь другие позитивные последствия, такие, как защита тропических лесов или создание новых лесопосадок, оказывающих позитивное внешнее воздействие на окружающую среду. Тем не менее, по мере более широкой реализации на практике вариантов смягчения последствий биологическими методами и увеличения альтернативных расходов, связанных с использованием земли, эти расходы возрастают. Как представляется, расходы на деятельность по смягчению последствий биологическими методами ниже в развивающихся и выше в развитых странах. Если деятельность по смягчению последствий биологическими методами скромна, то процесс «утечки» может быть слабым. Однако объем «утечки» может увеличиться, если деятельность по смягчению последствий биологическими методами будет осуществляться широко и повсеместно.

4.6 Морская экосистема и геоинженерия

Морские экосистемы, судя по всему, также дают возможность для удаления CO_2 из атмосферы. Постоянный запас углерода в морской биосфере весьма небольшой, однако и здесь можно было бы предпринять определенные усилия, которые можно было бы направить не на увеличение биологического потенциала поглощения углерода, а на использование биосферных процессов для удаления углерода из атмосферы и его переноса в дальние районы океана. Некоторые предварительные эксперименты уже проводятся, однако фундаментальные вопросы, касающиеся постоянного и стабильного характера удаления углерода и непредусмотренных последствий широкомасштабных мероприятий, которые необходимы для обеспечения существенного воздействия на атмосферу, пока остаются без ответа. Кроме того, не определены и экономические последствия реализации таких концепций.

Геоинженерия предполагает работу по стабилизации климатической системы посредством прямого регулирования энергетического баланса Земли, что позволило бы нейтрализовать усиление парникового эффекта. Хотя, как можно себе представить, возможности для регулирования энергетического баланса Земли есть, тем не менее, наше понимание принципа действия этой системы пока еще очень слабое. Вероятность непредсказуемых последствий велика, причем регулирование регионального распределения температур, осадков и т. д. может оказаться даже невозможным. Регулирование энергетического баланса Земли поднимает как научно-технические вопросы, так и множество этических и правовых вопросов, а также проблем, связанных с обеспечением принципа справедливости. И вместе с тем, некоторые базовые обследования, как представляется, нужны.

На практике к 2010 году меры по смягчению воздействий в области землепользования, изменений в землепользовании и лесном хозяйстве могут привести к значительному сокращению выбросов CO_2. Многие из этих мер совместимы с другими целями в области землепользования или дополняют их. Общие последствия изменения морских экосистем, с тем чтобы они действовали в качестве накопителя углерода, или применение технологии регулирования энергетического баланса Земли для целей смягчения последствий изменения климата пока еще неясны и, следовательно, вряд ли могут быть использованы в ближайшем будущем.

5. Барьеры, возможности и рыночный потенциал технологий и практических методов

5.1 Введение

Передача технологий и практических методов, которые могут привести к снижению выбросов ПГ, зачастую наталкивается на барьеры[12], которые сдерживают их распространение. Возможность[13] снижения концентраций ПГ посредством устранения или изменения барьеров на пути распространения или ускорения процесса распространения технологий можно рассмотреть в рамках различных потенциальных вариантов сокращения выбросов ПГ (*рисунок TP-7*). Если посмотреть на нижнюю часть рисунка, то можно представить себе меры по устранению барьеров (зачастую относимых к категории рыночных перекосов), которые имеют отношение к рынкам, государственной политике и другим учреждениям, препятствующим распространению технологий, которые эффективны (или, по прогнозам, должны быть эффективными) с точки зрения затрат для пользователей, без всякого указания на преимущества с точки зрения сокращения ПГ, которые они могут обеспечить. Ослабление действия этого класса «рыночных и институциональных дефектов» позволило бы повысить эффективность сокращения ПГ до уровня, который обычно называется «экономически возможным». Экономически возможный уровень — этой такой уровень смягчения последствий воздействия ПГ, который может быть достигнут в том случае, если будут внедрены все технологии, которые являются с точки зрения

[12] Барьер представляет собой любое препятствие, мешающее достижению некоторого уровня возможностей, которое может быть преодолено путем осуществления соответствующей политики, программы или меры.

[13] Возможность представляет собой ситуацию или обстоятельство, позволяющее сократить разрыв между рыночным потенциалом какого-либо вида технологии или практического метода и экономическим, социально-экономическим или технологическим потенциалом.

потребителя затратоэффективными. Поскольку понятие «экономически возможный» оценивается с точки зрения потребителя, мы будем оценивать показатель «затраты —эффективность» с использованием рыночных цен и частного коэффициента дисконтирования по времени и учитывать предпочтения потребителей, которые рассматривают приемлемость параметров этих технологий с точки зрения их эффективности.

Естественно, устранение всех этих рыночных и институциональных барьеров вряд ли приведет к распространению технологии до «технически возможного уровня». Остальные барьеры, которые определяют разрыв между «экономически возможным» и «технически возможным», обычно распределяются на две группы в зависимости от социально-экономических возможностей. Первая группа состоит из барьеров, обусловленных предпочтениями людей, и других социальных и культурных барьеров на пути распространения новой технологии. Это означает, что даже если рыночные и институциональные барьеры будут устранены, некоторые технологии, способствующие смягчению последствий воздействия ПГ, все же не найдут широкого применения по той простой причине, что людям они не нравятся, что они слишком бедны, чтобы позволить себе приобрести их, или что существующие социальные и культурные силы препятствуют их применению. Если, в дополнение к рыночным и институциональным барьерам, будет преодолена и эта вторая группа барьеров, то тогда будет достигнут тот уровень, который обычно называют «социально и экономически возможным».

Таким образом, социально и экономически возможный уровень представляет собой такой уровень смягчения воздействия ПГ, который можно было бы достигнуть посредством преодоления социальных и культурных препятствий на пути использования технологий, которые являются эффективными с точки зрения затрат.

Наконец, даже в том случае, если будут устранены все рыночные, институциональные, социальные и культурные барьеры, все же некоторые технологии могут не получить широкого распространения по той простой причине, что они слишком дорогостоящи. Таким образом, удовлетворение этого требования может позволить нам достичь «технологически возможного» уровня, т.е. максимально осуществимых с технологической точки зрения масштабов смягчения воздействия ПГ в результате распространения технологии.

В этой связи возникает вопрос о том, каким образом учитывать в этих условиях относительные экологические издержки, связанные с использованием различных технологий. Поскольку цель этого исследования заключается, в конечном итоге, в определении возможностей для разработки глобальной политики, связанной с изменением климата, уровень технологических возможностей определяется без учета воздействия ПГ. Расходы и выгоды, связанные с другими экологическими воздействиями, будут включаться в расчет показателя «затраты — эффективность», который лежит в основе экономических возможностей, только в той степени, в какой существующие положения или программные меры в области охраны окружающей среды позволяют произвести интернализацию этих воздействий и, тем самым, переложить их на плечи потребителей. Более широкие воздействия могут игнорироваться потребителями и в этой связи не учитываются при определении экономических возможностей, но включаются в расчет эффективности с точки зрения социальных издержек. Таким образом, в той степени, в какой другие экологические выгоды могут обусловливать эффективность некоторых технологий с точки зрения общественно-необходимых издержек, даже если они не являются эффективными с точки зрения затрат для потребителя, выгоды от распространения таких технологий в плане смягчения последствий воздействия ПГ в определение социально-экономических возможностей будут включаться.

5.2 Источники барьеров и возможностей

Процесс технологических и социальных инноваций — это сложный процесс исследований, экспериментальной работы, изучения и разработок, которые могут способствовать смягчению последствий воздействия ПГ. Для того чтобы понять его особенности, движущие силы и последствия, были разработаны некоторые теории и модели. Приобретение новых знаний и накопление человеческого капитала может быть достигнуто в результате затрат на научные исследования и разработки, в результате практической работы и/или вследствие эволюционного процесса. Большинство новаторских подходов предполагает необходимость некоторых изменений в социальном положении и поведении пользователей. Быстрое развитие экономики, а также социальных и институциональных структур открывает возможности для внедрения технологий, способствующих смягчению последствий воздействия ПГ, которые могут вывести эти страны на путь устойчивого развития. Этот путь развития будет зависеть от конкретного социально-экономического контекста, отражающего цены, финансирование, международную торговлю, рыночную структуру, учреждения, информационное обеспечение и социальные, культурные и поведенческие факторы; основные элементы этих понятий изложены ниже.

Нестабильные макроэкономические условия обуславливают повышение риска для частных инвестиций и финансирования. Нерациональная кредитная и налоговая политика правительства приводит к хроническому дефициту государственного бюджета и низкому уровню ликвидности в частном секторе. Правительства могут также создавать микроэкономические стимулы, которые ведут к обратным результатам в том плане, что вместо эффективного использования ресурсов они поощряют практику поборов и коррупции.

Торговые барьеры, которые способствуют использованию неэффективных технологий или препятствуют доступу к иностранным технологиям, сдерживают процесс их распространения. В практике официальной помощи в целях развития доминирующее положение до сих пор занимает целевая помощь. Она снижает эффективность выбора технологий и может вытеснить жизнестойкие коммерческие модели.

Коммерческие и финансовые учреждения подвергаются высокому риску в случае развития финансовых услуг экологической

направленности. Экологически рациональные технологии, предполагающие относительно небольшие размеры проекта и длительные периоды погашения кредитов отпугивают банки, практикующие высокие трансакционные расходы. Небольшая побочная выгода затрудняет использование финансовых инструментов, таких, как финансирование проектов. Новаторские подходы частного сектора к решению этих вопросов включают лизинг, «экологические» и «этические» банки, микрокредиты или системы небольших дотаций для домашних хозяйств с низким уровнем дохода, экологические фонды, энергосервисные компании (ЭСКО) и экологический венчурный капитал. Страховые круги уже начали реагировать на риски, связанные с изменением климата. Новые финансовые учреждения экологической ориентации, например лесные инвестиционные фонды, пользуются рыночными возможностями, проводя работу в направлении использования ценных преимуществ лесов, стоящих на корню.

Перекос или заниженность цен также является существенным барьером. Отсутствие рыночной цены на некоторые виды воздействия (внешние эффекты), является одним из барьеров на пути распространения экологически безопасных технологий. Перекос цен в связи с применением налогов, субсидий или других директивных мер, которые приводят к тому, что потребление ресурсов обходится потребителям дешевле или дороже, также препятствует распространению ресурсосберегающих технологий.

Внешние сетевые воздействия также могут создавать определенные барьеры. Некоторые технологии работают по такому принципу, что данное оборудование потребителя взаимодействует с оборудованием других пользователей, создавая так называемые «внешние сетевые воздействия». Например, привлекательность автомобилей, работающих на альтернативных видах топлива, зависит от наличия подходящих мест заправки. С другой стороны, развитие инфраструктуры распределения топлива зависит от наличия спроса на транспортные средства, работающие на альтернативном топливе.

Неправильная система стимулирования, сложившаяся в отношениях между домовладельцами и квартиросъемщиками, когда квартиросъемщик несет ответственность за ежемесячную оплату топлива и/или электричества, а домовладелец стремится приобрести самое дешевое оборудование, невзирая на ежемесячное потребление энергоресурсов, на которых оно работает. Похожая проблема возникает и в тех случаях, когда компании покупают автотранспортные средства для своих работников.

Монополии: один из крупнейших барьеров на пути распространения технических новшеств заключается в практике монополий, которые специализируются в области обычных технологий и в этой связи могут быть склонны вступить в сговор или оказать политический нажим на правительство с целью протащить административные процедуры, налоги, торговые ограничения и правила с целью задержать или даже предотвратить поступление на рынок инновационных технологий, которые могут свести на нет их прибыли.

Отсутствие эффективных средств регулирования также препятствует внедрению экологически рациональных технологий. Многие страны приняли прекрасные конституционные и правовые положения, направленные на защиту окружающей среды, однако на практике они не исполняются. Вместе с тем «неформальное регулирование» под давлением общественности в лице, например, неправительственных организаций (НПО), профсоюзов, местных групп и т.д., может в какой-то мере заменить давление со стороны официальных учреждений.

Информация зачастую рассматривается в качестве одного из общественных благ. Общая информация, касающаяся наличия различных видов технологий и характеристик ее качества, может иметь атрибуты своего рода «общественного блага» и в этой связи может доводиться до сведения общественности частными предприятиями в недостаточном объеме. Эта проблема усугубляется тем фактом, что даже после внедрения и использования той или иной технологии зачастую весьма трудно количественно определить экономию энергии, которая обусловлена ее внедрением, в связи с ошибками измерения или трудностями, обусловленными какими-то исходными проблемами. Знание того, что эта неопределенность так и не будет устранена, может уже само по себе сдержать распространение технологии.

Текущий образ жизни, поведение и структуры потребления развиваются в нынешних и исторически сложившихся социально-культурных условиях. Изменения в схеме поведения и образе жизни могут быть обусловлены целым рядом взаимосвязанных процессов, как-то:

- развитие науки, техники и экономики;
- изменения в господствующих в мире мнениях и публичных выступлениях;
- изменения во взаимоотношениях между учреждениями, политическими союзами или организациями определенных субъектов деятельности;
- изменения в социальной структуре или взаимоотношениях в рамках фирм и домашних хозяйств; и
- изменения в психологической мотивации (например, удобства, престиж в обществе, продвижение по службе и т. д.).

Барьеры принимают различные формы в зависимости от каждого из вышеупомянутых процессов.

В некоторых ситуациях разработка политики строится на какой-либо модели человеческой психологии, которая подвергается повсеместному осуждению. Предполагается, что все люди являются рациональными сторонниками обеспечения максимального благосостояния и располагают каким-то определенным набором ценностей. Такая модель не объясняет такие обусловленные выбором человека процессы, как учеба, приобретение навыков, формирование ценностей или ограничение рациональности. На потребление могут влиять социальные факторы, например, ассоциация с объектами, обладающими определенным статусом или принадлежащими к данному классу. Способность лиц перейти на более устойчивые структуры потребления зависит не только от того, насколько эти структуры соответствуют их потребностям, но и от той степени, в какой они понимают имеющиеся в их распоряжении варианты потребления и способны сделать нужный выбор.

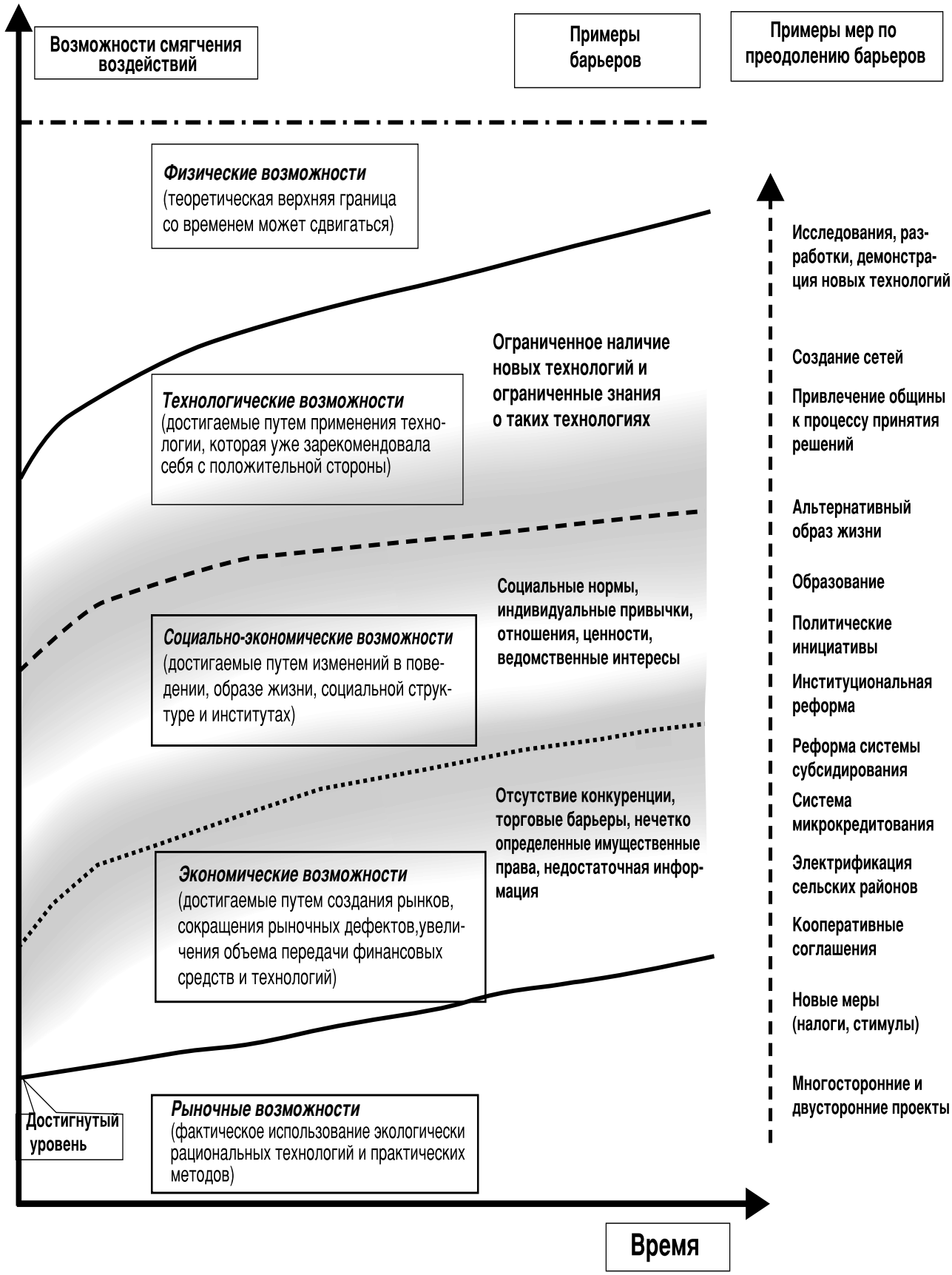


Рисунок TP-7. Распространение экологически рациональных технологий: концептуальная схема

Фактор неопределенности. Еще одним важным барьером является фактор неопределенности. Потребитель может испытывать чувство неопределенности в отношении будущих цен на энергоносители и, как следствие, на будущую экономию энергии. Кроме того, может быть неопределенность и в отношении следующего поколения оборудования. Какая модель будет в следующем году: более дешевая или лучшая? На практике, в процессе принятия решения, тот или иной барьер зачастую ассоциируется с проблемой расходов и длительным сроком эксплуатации инфраструктуры и, как следствие, с необратимым характером инвестиций на инфраструктуру, не подлежащую замене.

5.3 Барьеры и возможности, специфичные для данного сектора и данной технологии

В следующих разделах описываются барьеры и возможности, которые характерны для каждого направления деятельности по смягчению последствий (см. также *таблицу ТР-2*).

Жилые здания. В этом секторе малообеспеченные в каждой стране страдают гораздо больше в результате наличия тех или иных барьеров, чем богатые, в силу недостаточного доступа к финансовым средствам, низкой доле грамотных, приверженности традиционным привычкам и необходимости выделять большую долю своих доходов на удовлетворение основных нужд, включая приобретение топлива. Другие барьеры в этом секторе включают отсутствие навыков и социальные препятствия, неправильную систему стимулов, рыночную структуру, низкий уровень оборота жилого фонда, устанавливаемые в административном порядке цены и несовершенную систему информации. Комплексная система проектирования зданий под жилье может привести к экономии энергии на 40 %—60 %, что в свою очередь может обусловить снижение стоимости жизни. [3.3.4]

Политика, программы и меры по устранению барьеров и снижению расходов на энергию, потребление энергии и выбросов углерода в комплексе жилых и коммерческих зданий подразделяются на десять общих категорий: добровольные программы, стандарты энергоэффективности зданий, стандарты энергоэффективности оборудования, программы трансформации государственного рынка, финансирование, система государственных закупок, налоговые льготы, планирование энергоснабжения (производство, распределение и конечное использование) и ускоренная программа научных исследований и разработок. Например, в Африке, в качестве одной из важнейших мер по устранению барьера, связанного с высокими начальными расходами, широко признается доступная система финансирования кредитов. Слабая организация работы на уровне макроэкономики, обусловленная нестабильными экономическими условиями, зачастую ведет к финансовым «санкциям» и более высоким барьерам. Поскольку на пути внедрения какой-либо инновационной системы энергоэффективных инвестиций или организационной меры может стоять сразу несколько препятствий, для реализации экономических возможностей какой-либо конкретной технологии необходимо, как правило, применять определенный комплекс мер.

Транспорт. В современном обществе автомобиль повсеместно воспринимается в качестве средства свободы, мобильности и безопасности, символ личного статуса и самовыражения и в качестве одного из наиболее важных видов продукции в данной промышленно-развитой стране. Некоторые исследования обнаруживают, что люди, проживающие в более густонаселенных и более компактных городах, пользуются автомобилями в меньшей степени, однако мотивировать переход от системы строительства разбросанных пригородных районов к системе компактных городов, как это предлагается в некоторой литературе, нелегко даже с учетом проблем заторов в дорожном движении. Ключевым элементом повышения энергоэффективности и экономии в транспортном секторе является применение комплексного подхода к планированию городов и транспортных систем. Это одна из областей, в которой скрыты весьма большие резервы: когда система землеустройства уже выбрана, повернуть назад практически нельзя. Это представляет собой одну из возможностей, в частности, для развивающихся стран.

Налоги на топливо для транспортных средств — явление обычное, однако в некоторых странах они, как показала практика, весьма не популярны, особенно в тех случаях, когда они воспринимаются как меры, направленные на увеличение бюджетных поступлений. Что касается налогов, взимаемых с участников дорожного движения, то в тех случаях, когда они предназначены на покрытие расходов, связанных с обеспечением транспортных услуг, они воспринимаются нормально. Хотя эксплуатация грузовых и легковых автомобилей может наталкиваться на различные барьеры и скрывать в себе различные возможности в силу различий в их предназначении и расстоянии поездки, тем не менее налоговая политика, которая строится на основе оценки полных издержек, связанных с выбросами ПГ, может привести к одинаковому воздействию на сокращение выбросов CO_2 на автомобильном транспорте. В некоторых исследованиях изучалась возможность корректировки схемы взимания существующих дорожных сборов, платы за лицензии и страховых премий. В них сделан вывод о том, что в странах ОЭСР потенциальное сокращение объема выбросов за счет этих мер может составить порядка 10 %. Недостаточное развитие и реализация удобных и эффективных систем общественного транспорта способствуют более широкому использованию частных автомобилей, потребляющих большее количество энергии. И вместе с тем самый крупный барьер на пути изменений в этом плане заключается не в какой-либо одной мере, а скорее в целом комплексе директивных мер, нацеленных на защиту интересов автомобильного транспорта. Новые и подержанные транспортные средства и/или технологии их изготовления большей частью поступают из развитых в развивающие страны. Поэтому глобальный подход к сокращению выбросов, который ориентирован на совершенствование технологий в развитых странах, окажет существенное воздействие на будущие выбросы в развивающихся странах.

Промышленность. В промышленности барьеры могут принимать различные формы и определяются характеристиками фирмы (размером и структурой) и коммерческими условиями. Меры по повышению энергоэффективности, которые были бы эффективны с точки зрения затрат, зачастую не принимаются в результате отсутствия информации и высоких трансакционных расходов, связанных с получением надежных данных. Капитал используется для решения различных приоритетных задач в области инвестиций и в этой связи его использование для финансирования инвестиций

в области повышения энергоэффективности связано с запретительно высокими ставками. Нехватка квалифицированного персонала, в особенности для малых и средних предприятий (МСП), обуславливает трудности с установкой нового энергосберегающего оборудования, что гораздо сложнее, чем простое приобретение энергоресурсов. Другим барьером является трудность в количественном измерении экономии энергии и в замедленном поступлении на рынок новаторских технологий в условиях, когда фирмы, как правило, вкладывают недостаточные средства в НИОКР, несмотря на высокий коэффициент отдачи от таких инвестиций.

В промышленном секторе развивающихся стран использовался и апробировался широкий набор программных мер по снижению барьеров или ослаблению их восприятия. Одни из этих мер оказались более успешными, другие — менее успешными. Для оказания помощи потребителям энергии в понимании и внедрении технологий и практических методов более эффективного использования энергии разрабатываются соответствующие информационные программы. Движущей силой, способствующей внедрению новых технологий, являются различные формы природоохранного законодательства. Новые подходы к повышению энергоэффективности в промышленном секторе развитых стран предусматривают, в частности, заключение добровольных соглашений (ДА).

В секторе энергоснабжения практически все общие барьеры, перечисленные в разделе 5.2, препятствуют внедрению экологически безопасных технологий и практических методов. Особую тревогу вызывает повышение уровня дерегулирования в секторе энергоснабжения в условиях повышения эффективности ее использования. Неустойчивость цен при продаже за наличные и договорных цен, политика частных инвесторов, ориентированная на краткосрочную перспективу, и осязаемая опасность атомных станций и гидроэлектростанций привели во многих странах к сдвигу в выборе видов топлива и технологии в сторону электростанций, работающих на природном газе и нефти, в ущерб возобновляемым источникам энергии, в том числе — в меньшей степени — гидроэлектроэнергии.

Совместное или комбинированное производство электроэнергии или тепла (КЭТ) гораздо более эффективно, нежели производство энергии для каждого из этих видов использования в отдельности. Внедрение технологии КЭТ тесно связано с наличием и плотностью промышленных тепловых нагрузок, сетей центрального городского отопления и сетей охлаждения. И в то же время ее реализация сдерживается в результате отсутствия информации, децентрализованного характера технологии, отношения операторов энергосистем, условий подключения к сети и отсутствия политики, которая способствовала бы укреплению системы долгосрочного планирования. Для создания и поддержания согласованных условий, транспарентности и сохранения централизованного характера основных функций в области энергоснабжения нужна твердая государственная политика и нормативная база.

Сельское и лесное хозяйство. Отсутствие надлежащего потенциала в области научных исследований и обеспечения консультативных услуг и впредь будет сдерживать распространение технологий, которые подходят для местных условий. Приходящая в упадок система консультативных групп по международным научным исследованиям в области сельского хозяйства (КГИСХ) еще больше усугубляет эту проблему в развивающихся странах. Применение новых технологий также ограничивается небольшим размером фирм, трудностями с получением кредитов, нежеланием брать на себя риск, отсутствием доступа к информации и людскому капиталу, слабо развитой инфраструктурой и системой соглашений, регламентирующих права владения землей, а также ненадежной системой снабжения дополнительными вводимыми ресурсами. Субсидирование в целях поддержания стабильности сельскохозяйственных систем и справедливого распределения материальных благ исключительно важных вводимых ресурсов для сельского хозяйства, таких, как: удобрения, водоснабжение, электроэнергия и топливо, а также продукция сельского хозяйства — нарушает рынок сбыта этих продуктов.

Меры по устранению вышеперечисленных барьеров включают:

- расширение систем кредитов и экономии;
- смещение акцента в международной системе финансирования научных исследований в сторону эффективности водопользования, проектирования и организации работы оросительных систем, адаптации сельскохозяйственных методов к засоленности почвы и изучения воздействия повышенных уровней выбросов CO_2 на тропические культуры;
- совершенствование систем продовольственной безопасности и раннего оповещения о стихийных бедствиях;
- развитие институциональных связей между странами;
- рационализация цен на вводимые ресурсы и на сельскохозяйственную продукцию с учетом вопросов РСУ.

Что касается сектора лесного хозяйства, то здесь необходимо решить проблему регулирования землепользования и проведения других макроэкономических мер, которые обычно способствуют переходу на другие виды землепользования, такие, как сельское хозяйство, скотоводство и коммунальное хозяйство. Ненадежность режимов землевладения и прав на землю, а также системы субсидий, благоприятствующие сельскому хозяйству или разведению домашнего скота, являются наиболее важными барьерами на пути обеспечения устойчивого лесопользования, и, как следствие, устойчивого сокращения выбросов углерода. Что касается смягчения последствий изменения климата, то здесь трудные задачи связаны с решением других проблем, таких, как: отсутствие технического потенциала, отсутствие уверенности в правильности выбора базовых условий проектов и отсутствие системы мониторинга накоплений углерода.

Утилизация и удаление отходов. На удаление и очистку твердых отходов и сточных вод приходится около 20 % антропогенных выбросов метана. Основные барьеры на пути передачи технологии в этом секторе включают ограниченный финансовый и институциональный потенциал, сложную систему юрисдикции и необходимость привлечения к этой работе общин. Проекты по смягчению последствий изменения климата наталкиваются на дополнительные барьеры, обусловленные незнанием методов улавливания CH_4 и потенциального производства электроэнергии, нежеланием выделять дополнительные кадры на работу по смягчению последствий изменения климата и дополнительным

усложнением институциональной структуры, необходимой не только для удаления отходов, но и для производства и снабжения энергоресурсами. Таким образом, отсутствие четкой нормативной и инвестиционной базы может значительно осложнить разработку проектов. Для преодоления этих барьеров и реализации резервов, которые скрыты в секторе удаления отходов, необходимо разработать многоплановый подход, компоненты которого включают следующее:

- создание баз данных о наличии отходов, их характеристиках, распределении, доступности, имеющихся практических методах утилизации и/или технологиях удаления и экономической рентабельности;
- институциональный механизм передачи технологии по линии согласованной программы с участием научно-исследовательских институтов, финансирующих учреждений и промышленности; и
- определение роли заинтересованных сторон, включая местные органы власти, индивидуальные домашние хозяйства, промышленные предприятия, научно-исследовательские учреждения и органы управления.

Региональные соображения. Изменение глобальных закономерностей открывает возможность внедрения технологий и практических методов работы по ограничению ПГ, которые соответствуют целям РСУ. Вместе с тем решение этой задачи наталкивается на такие важнейшие барьеры, как: система субсидирования энергоносителей, инертность институциональных структур, разобщенные рынки капитала, ведомственные интересы и т. д., которые могут приобрести особую остроту в развивающихся странах и странах с переходной экономикой. Ситуация в этих двух группах стран предполагает необходимость более тщательного анализа барьеров и возможностей в области торговли, институционального потенциала, финансов и доходов, перекосов в системе ценообразования и информационных пробелов. В развитых странах возможности принятия мер по ограничению роста выбросов ПГ можно обеспечить в результате устранения других барьеров, таких, как нынешний образ жизни и структуры потребления, обуславливающие существенный выброс углерода, социальные структуры, отрицательные последствия работы сетей и неправильная система стимулов, и, наконец, тот факт, что новые и используемые технологии в большинстве случаев передаются из развитых стран в развивающиеся и в страны с переходной экономикой. Таким образом, значительное воздействие на будущие выбросы могла бы оказать разработка глобального подхода к снижению выбросов, ориентированного на технологии, передаваемые из развитых в развивающиеся страны.

6. Политика, меры и инструменты

6.1 Программные инструменты и возможные критерии их оценки

Цель этого раздела — рассмотреть основные виды политики и мер, которые могут быть использованы для воплощения на практике вариантов сокращения чистых концентраций ПГ в атмосфере. С учетом определенного круга вопросов, рассматриваемых в этом докладе, политика и меры, которые могут быть использованы для осуществления вариантов адаптации к изменению климата или снижения связанных с ними расходов, здесь не рассматриваются. Что касается альтернативных программных инструментов, то они анализируются и оцениваются с использованием конкретных критериев на основе, во всех случаях, научной литературы, опубликованной в самое последнее время. Здесь, естественно, внимание в какой-то мере акцентируется на инструментах, упомянутых в Киотском протоколе (киотские механизмы), поскольку они являются новыми и направлены на достижение предельных норм выбросов ПГ и поскольку масштабы их планируемого международного применения не имеют аналогов в прошлом. В дополнение к экономическим параметрам здесь рассматриваются элементы — в той мере, в которой они имеют отношение к этой политике и мерам, — которые касаются политической экономии, правовой системы и институциональной структуры.

Любая отдельная страна может выбрать то, что ей нужно, из всего огромного комплекса всевозможных программ, принципов, мер и инструментов, включая (в произвольном порядке): налоги на выбросы, на углерод или на энергоресурсы, переуступаемые разрешения, субсидии, системы депонирования-возмещения, добровольные соглашения, не переуступаемые разрешения, стандарты на технологию и показатели работы, запрет на определенные виды продукции и прямые государственные расходы, включая инвестиции в НИОКР. Аналогичным образом, какая-либо группа стран, которая желает ограничить свои коллективные выбросы ПГ, может договориться использовать один или несколько из следующих инструментов (в произвольном порядке): переуступаемые квоты, механизм совместного осуществления, механизм чистого развития, согласованные налоги на выбросы, на углерод или на энергоресурсы, международный налог на выбросы, на углерод или на энергоресурсы, не переуступаемые квоты, международные стандарты на технологию и продукцию, добровольные соглашения и систему прямой международной передачи финансовых ресурсов и технологий.

Возможные критерии оценки программных инструментов включают: экологическую эффективность; эффективность с точки зрения затрат; соображения с точки зрения распределения, в том числе факторы конкурентоспособности; практическую осуществимость с административной и политической точки зрения; государственные доходы; более обширные экономические последствия, в том числе последствия для правил международной торговли; более обширные экологические последствия, включая «утечку» углерода; и воздействия на изменения в поведении, уровни информированности, накопление знаний, инновационные подходы, технический прогресс и распространение технологии. Каждое правительство может придавать в процессе оценки программных вариантов сокращения ПГ различную значимость разным критериям в зависимости от обстоятельств, сложившихся на уровне страны и данного сектора. Кроме того, в процессе оценки национальных (внутренних) программных инструментов в противовес международным, правительство может применить к этим критериям различную шкалу значимости. Что касается проблем, связанных с конкурентоспособностью, потенциальной коллизией с правилами международной торговли и «утечкой» углерода, то их можно было бы решать на согласованной основе.

В экономической литературе, посвященной выбору принятых директивных мер, подчеркивается важность давления со стороны групп интересов с акцентом на необходимость регулирования. Однако это, как правило, приводит к игнорированию той части политического уравнения, на которую обращается внимание в научно-политической литературе и которая касается, образно говоря, «поставщиков»: законодательных органов и правительства, а также партийных должностных лиц, которые разрабатывают и осуществляют политику регулирования и которые, в конечном итоге, принимают решения о том, какие инструменты или набор инструментов будет использован. Вместе с тем вопрос соответствия альтернативных программных инструментов, независимо от того, применяются они, например, к потребителям или производителям ископаемого топлива, может приобретать при выборе того или иного программного инструмента политическую окраску. И если проанализировать этот вопрос глубже, то можно увидеть, что некоторые формы регулирования в настоящее время могут быть выгодны как раз той отрасли, которая является объектом регулирования, вследствие, например, ограничения доступа к этой отрасли новых субъектов деятельности или навязывания им более высоких расходов. Какая-либо программная мера, которая вынуждает данную отрасль в целом нести определенные расходы, может все еще находить поддержку у фирм этой отрасли, которые будут все же жить лучше, чем их конкуренты. Естественно, что фирмы, деятельность которых подвергается регулированию, не являются единственной группой, которая имеет какой-то интерес в регулировании: противодействующая группа интересов будет бороться за свои собственные интересы.

6.2 Национальная политика, меры и инструменты

Для стран, находящихся в процессе структурных реформ, для разработки разумных оценок осуществимости программных мер по сокращению выбросов ПГ важно понять новый политический контекст. Принятые в последнее время меры по либерализации энергетических рынков были обусловлены, большей частью, желанием повысить уровень конкуренции на рынках энергоресурсов и электроэнергии, однако они также могут иметь значительные последствия с точки зрения выбросов в силу их воздействия на структуру производства и технологии энерго- или электроснабжения. В длительной перспективе изменение структуры потребления может оказаться в этом случае более значительным, нежели в случае осуществления одних только мер по смягчению последствий изменения климата.

Во многих случаях привлекательным вариантом для правительств будут рыночные инструменты — главным образом, внутренние налоги и внутренние системы переуступаемых разрешений, поскольку они являются эффективными. Они зачастую будут применяться вместе с обычными мерами регулирования. В случае введения внутреннего налога на выбросы, директивные органы должны рассмотреть вопросы сбора, базу налогообложения, дифференциацию между секторами, связь с торговлей, занятость, поступления и точную формулу налогового механизма. Каждый из этих факторов может повлиять на разработку подходящей схемы внутреннего налога на выбросы, причем определенную роль в этом плане вполне могут сыграть политические или какие-либо иные факторы. Например налог, взимаемый с энергетического компонента топлива, может обернуться гораздо большими расходами, нежели налог на углерод в случае эквивалентного сокращения выбросов, поскольку налог на энергоресурсы приводит к повышению цен на все формы энергоресурсов, независимо от их «вклада» в выбросы CO_2. И все же многие страны могут принять решение использовать именно налоги на энергоресурсы по причинам, не имеющим отношения к эффективности затрат. В этой связи в данном разделе много места посвящается анализу налогов на энергоносители, а также на углерод.

Какая-либо страна, взявшая на себя обязательство снизить свои выбросы ПГ до определенного предела, также может обеспечить соблюдение этого предела посредством реализации системы переуступаемых разрешений, которые прямо или косвенно ограничивают выбросы из национальных источников. Как и налог, система переуступаемых разрешений связана с целым рядом проблем, касающихся ее строения, в том числе типа разрешения, способов выдачи разрешений, включения источников, уровня соблюдения и использования банков выбросов. Для того чтобы иметь возможность охватить все источники, режим единого национального разрешения вряд ли подойдет. Определенность, обеспечиваемая системой переуступаемых разрешений в плане соблюдения данного уровня выбросов из источников, включенных в систему, достигается за счет неопределенности цен на разрешения (и, как следствие, расходов по соблюдению). Для решения этой задачи можно было бы принять своего рода «гибридную» программную меру, которая позволяла бы превысить налоговые поступления над расходами по соблюдению, однако уровень выбросов в этом случае уже не может быть гарантирован.

По целому ряду причин в большинстве стран задача сокращения выбросов ПГ будет решаться с помощью не какого-либо одного программного инструмента, а целого набора таких инструментов. В дополнение к одной или нескольким рыночным мерам, этот набор инструментов может включать стандарты и другие правила, добровольные соглашения и информационные программы:

- Стандарты энергоэффективности, как показывает практика, являются действенным средством в деле сокращения потребления энергии в растущем числе стран. Они могут быть особенно эффективны во многих странах, в которых возможности административного регулирования рыночных инструментов в какой-то мере ограничены, что поможет развить эту административную систему. Для того чтобы быть все время эффективными, их необходимо обновлять. Единственный недостаток стандартов заключается в том, что они могут быть неэффективными, однако их эффективность может быть повышена, если данный стандарт будет нацелен на достижение желаемых результатов и будет являться как можно более гибким в плане выбора способов достижения этих результатов.
- Добровольные соглашения (ДС) могут принимать самые разнообразные формы. Если инициаторы ДС указывают на низкие трансакционные расходы и элементы консенсуса, то скептики настаивают на риске «дрейфа» и опасности того, что частный сектор не будет проводить реальную работу по сокращению выбросов в условиях отсутствия мониторинга и

обеспечения соблюдения. Добровольные соглашения иногда предшествуют введению более жестких мер.

- Одним из основных сбоев в работе рыночного механизма, который может значительно сказаться на повышении энергоэффективности и, как следствие, на уровне выбросов, является по всеобщему признанию, неточность информации. Информационные инструменты включают: экологическую маркировку, энергетический аудит и отраслевую отчетность, в связи с чем во многих программах повышения энергоэффективности одним из элементов маркетинга являются информационно-просветительные компании.

Тот факт, что экономический характер решения задач по сокращению ПГ с помощью внутренних программных инструментов зависит в значительной степени от выбора этих инструментов, все чаще и чаще находит теоретическое подтверждение в научных источниках с использованием числового моделирования. Программные меры, в основе которых лежит ценовой элемент, как правило, ведут к увеличению предельных и общих расходов по сокращению выбросов. В каждом случае взаимодействие этих расходов по сокращению с существующей структурой налогообложения и, в более общем плане, с существующими ценами на производственные ресурсы значительно. Директивные меры, в основе которых лежит ценовой элемент и которые обеспечивают поступления, могут применяться в сочетании с мерами по повышению эффективности рынка. Однако роль программных мер, не связанных с ценой, которые определяют знак изменения удельной цены на услуги в области энергетики, зачастую носят решающий характер.

6.3. Международная политика и меры

Если говорить о международной политике и мерах, то Киотский протокол определяет три международных директивных инструмента или т. н. киотских механизмов: международная система торговли выбросами (МТВ), совместное осуществление (СО) и механизм чистого развития (МЧР). Каждый из этих международных директивных инструментов дает Сторонам, включенным в приложение I, возможность соблюсти свои обязательства наиболее эффективным способом. МТВ, по сути, позволяет Сторонам, включенным в приложение I, обменивать часть установленного для них количества выбросов (целевых показателей). МТВ предполагает, что страны с высокими предельными расходами по борьбе с выбросами (ПРВ) могут приобретать единицы сокращения выбросов у стран с низкими ПРВ. Аналогичным образом, система СО позволяет Сторонам, включенным в приложение I, обмениваться единицами сокращения выбросов между собой в рамках конкретных проектов. В соответствии с МЧР, Сторонам, включенным в приложение I, будут засчитываться в кредит — в связи с реализацией конкретных проектов — сокращения, достигнутые Сторонами, не включенными в приложение I.

Экономический анализ показывает, что киотские механизмы могут привести к существенному снижению общих расходов, связанных с соблюдением закрепленных в Киотском протоколе обязательств по ограничению выбросов. Однако обеспечение потенциальной экономии средств предполагает необходимость принятия внутренних программных мер, которые позволили бы отдельным хозяйствующим объектам использовать эти механизмы в целях соблюдения своих национальных норм выбросов. Если внутренние программные меры будут ограничивать использование киотских механизмов или если международные правила, регламентирующие работу этих механизмов, будут ограничивать их использование, то экономия средств на расходах может оказаться меньшей.

В случае СО правительства стран, в которых осуществляются проекты, заинтересованы в обеспечении ввода в обращение единиц сокращения выбросов (ЕСВ) только при наличии реальных сокращений выбросов, поскольку в случае несоблюдения ими национальных обязательств по ограничению выбросов к ним могут быть применены жесткие санкции. В случае МЧР исключительно большое значение приобретает процесс независимой сертификации сокращения выбросов, поскольку правительство страны, в которой осуществляется проект, не несет никаких обязательств по ограничению выбросов и в этой связи может быть менее заинтересовано в обеспечении ввода в обращение сертифицированных сокращений выбросов (СРВ) только в случае реального их сокращения. Основная трудность в применении механизмов, построенных на основе проектов, как в случае СО, так и в случае МЧР, заключается в определении достигнутого чистого дополнительного сокращения выбросов (или повышения качества поглотителей); определение базовых условий в этом случае может оказаться чрезвычайно сложным. Многие другие аспекты этих механизмов Киотского протокола еще ждут принятия по ним дальнейших решений, включая: процедуры мониторинга и проверки, финансовая дополняемость (обеспечение того, что проекты МЧР не осуществляются в порядке замены традиционных проектов помощи в области развития) и возможные способы стандартизации методологий определения базовых условий проекта.

Степень, в которой Стороны, являющиеся развивающимися странами (не включенные в приложение I), эффективно выполнят взятые ими на себя обязательства по РКИК ООН, может зависеть, в числе прочих факторов, от передачи экологически безопасных технологий (ЭБТ).

6.4 Осуществление национальных и международных программных инструментов

Любой международный или внутренний программный инструмент может быть эффективным только в том случае, если он применяется в условиях действия адекватных систем мониторинга и обеспечения соблюдения. Между уровнем обеспечения соблюдения и уровнем международного сотрудничества, который будет фактически поддерживаться, существует определенная связь. Многосторонние природоохранные соглашения во многих случаях предусматривают необходимость согласования ограничений, налагаемых на способы соблюдения сторонами взятых ими на себя обязательств, и правового режима в рамках общих соглашений ВТО и/или ГАТТ, который получает все более широкое распространение. В настоящее время ни РКИК ООН, ни Киотский протокол не предусматривают конкретных торговых мер в ответ на несоблюдение обязательств. Однако некоторые виды внутренней политики и мер, которые могут быть разработаны и осуществлены параллельно Киотскому протоколу, могут вступить в противоречие

с положениями ВТО. Различия в природоохранных нормативных актах, проявляющиеся на международном уровне, могут иметь определенные последствия для торговли.

Одной из основных задач природоохранных соглашений (включая РКИК ООН и Киотский протокол) является обеспечение как можно более широкого участия. В научной литературе, посвященной международным природоохранным соглашениям, предполагается, что участие будет неполным и в этой связи для увеличения числа участников, возможно, понадобятся соответствующие стимулы (см. также раздел 10 ниже).

7 Методологии калькуляции расходов

7.1 Концептуальная база

Использование ресурсов на сокращение выбросов парниковых газов предполагает возникновение альтернативных издержек, которые следует учитывать в целях принятия более обоснованных директивных решений. Меры, принимаемые по борьбе с выбросами ПГ или по повышению качества поглотителей углерода, отвлекают ресурсы от других альтернативных видов использования. В оценке расходов на осуществление этих мер должна в идеальном случае учитываться полная значимость, которую общество придает товарам и услугам, нереализованным в силу отвлечения ресурсов на защиту климата. В некоторых случаях сумма выгод и издержек будет отрицательной, что в данном случае означает, что общество выигрывает от принятия мер по смягчению выбросов.

В этом разделе рассматриваются методологические вопросы, которые возникают в процессе оценки расходов в денежном выражении, связанных с изменением климата. Главное здесь — правильно оценить расходы по реализации мер, направленных на сокращение выбросов ПГ. Оценка издержек и выгод должна строится на системной аналитической базе в целях обеспечения сопоставимости и транспарентности оценок. Один хорошо разработанный типовой метод позволяет оценить издержки в качестве изменений социального благосостояния на основе индивидуальных показателей. Эти индивидуальные показатели находят отражение в готовности платить (ГП) за повышение качества окружающей среды или готовность согласиться на компенсацию (ГСК). На основании этих параметров можно определить единицы измерения, такие, как дополнительные социальные преимущества, которые будут получены или утрачены в результате проведения той или иной политики, общие расходы на ресурсы и альтернативные издержки.

Несмотря на то, что лежащие в основе благосостояния эти единицы измерения имеют свои недостатки и хотя использование стоимостных показателей в денежном выражении — вопрос спорный, тем не менее считается, что методы «конвертирования» нерыночных вводимых ресурсов в денежные показатели обеспечивают полезную информацию для директивных органов. В тех случаях, когда и где это возможно, эти методы необходимо использовать. Кроме того, считается полезным дополнять данную методологию оценки издержек на основе благосостояния более широкой оценкой, которая включает компоненты справедливости и устойчивости, заложенные в программных мерах по смягчению последствий изменения климата. На практике задача заключается в разработке последовательного и всестороннего определения ключевых воздействий, которые подлежат измерению. Этот метод калькуляции издержек зачастую подвергается критике в связи с тем, что он несправедлив, поскольку он отдает предпочтение «состоятельным». Это, в принципе, объясняется тем, что у состоятельного человека показатель ГП или ГСК более высокий по сравнению с менее состоятельным человеком и поэтому сделанный выбор отражает в большей степени предпочтения людей, которые более зажиточны. Эта критика справедлива, однако в настоящий момент нет логического и последовательного метода оценки, который мог бы полностью заменить существующий.

Например, проблему справедливости можно было бы решить в ходе оценки основных издержек. В процессе принятия решений по поводу изменения климата предполагаемые расходы представляют собой лишь один элемент информации, который можно заменить другой информацией о других социальных целях, например данными о воздействии на основные заинтересованные стороны и о достижении целей искоренения нищеты.

В данном разделе содержится обзор методологии калькуляции издержек и рассмотрены проблемы, связанные с использованием этих методов.

7.2. Аналитические подходы

Оценка издержек представляет собой некоторый исходный параметр, входящий в одно или несколько правил принятия решений, включая анализ затрат и выгод (АЗВ), анализ эффективности затрат (АЭЗ) и многофакторный анализ. Аналитические подходы отличаются друг от друга, прежде всего, способами выбора, уточнения и оценки базы принятия решений. Некоторые цели политики в области ограничения выбросов могут быть указаны в экономических единицах (например, издержки и выгоды, измеренные в денежных единицах), а некоторые — в физических единицах (например объем выбросов загрязняющих веществ в пересчете на тонны CO_2). Вместе с тем на практике задача заключается в разработке последовательного и всестороннего определения каждого важного воздействия, подлежащего измерению.

7.2.1 Совместные выгоды и затраты и дополнительные выгоды и затраты

Для описания выгод и затрат, которые возникают в связи с реализацией политики в области сокращения выбросов ПГ, в научной литературе используется целый ряд терминов. Они включают совместные выгоды, дополнительные выгоды, побочные выгоды, вторичные выгоды, второстепенные выгоды и ассоциированные выгоды. В данном анализе термин «совместные выгоды» относится к «неклиматическим» выгодам от реализации политики в области сокращения выбросов ПГ, которые четко включены в эту политику на ее самом начальном этапе разработки. Таким образом, термин «совместные выгоды» отражает тот факт, что в своем большинстве программные меры, направленные на решение проблемы сокращения выбросов ПГ, также имеют под

собой другие, зачастую не менее важные логические обоснования, которые учитывались в ходе их разработки (например обоснование, связанное с целями в области развития, устойчивости и справедливости). И напротив, коннотация термина «дополнительные выгоды» означает те побочные или вторичные виды воздействия политики в области смягчения последствий изменения климата на проблемы, которые возникают в связи с любыми планируемыми программными мерами по сокращению ПГ.

Программные меры, направленные на сокращение выбросов ПГ, могут, как указывалось ранее, привести к другим социальным выгодам и издержкам (именуемым здесь дополнительными или совместными). В настоящее время есть целый ряд эмпирических исследований, в которых делается предварительная попытка оценить эти виды воздействия. Как представляется, фактический масштаб дополнительных или совместных выгод, проанализированных критически, зависит от анализируемой структуры сценария, в частности от допущений, на которых строится политика в базовых условиях. Это означает, что включение или невключение какого-то конкретного вида воздействия зависит от основной цели программы. Кроме того, какая-либо программа, которая рассматривается с международной точки зрения в качестве программы в области сокращения ПГ, с национальной точки зрения может рассматриваться как программа, в которой одинаковое значение придается как местным загрязняющим веществам, так и ПГ.

7.2.2 Расходы, связанные с осуществлением

Все программные меры, связанные с изменением климата, предполагают необходимость осуществления некоторых расходов на реализацию, т. е. расходов, связанных с изменением существующих правил и положений, позволяющих обеспечить наличие необходимой инфраструктуры, подготовку и просвещение тех, кто должен проводить в жизнь эти программные меры, а также тех, кто этими мерами будет затронут, и т.п. К сожалению, в ходе обычного анализа издержек такие расходы учитываются не полностью. В этом контексте расходы, связанные с осуществлением, должны отражать более постоянные институциональные аспекты работы по реализации той или иной программы и отличаются от тех расходов, которые обычно рассматриваются в качестве трансакционных расходов. Последние, по своему определению, носят временный характер. Для того чтобы количественно определить институциональные и прочие расходы по программе в целях более точного отражения в указываемых цифрах истинных расходов, которые будут понесены в случае фактической реализации программы, необходимо провести большую работу.

7.2.3 Дисконтирование

Сегодня, в общем и целом, существует два подхода к дисконтированию — нравственный или предписывающий подход на основе коэффициентов дисконтирования, которые следует применять, и описательный подход на основе коэффициентов дисконтирования, которые фактически применяются людьми (как теми, кто бережет деньги, так и теми, кто их вкладывает) в своих повседневных решениях. В случае анализа программ в области смягчения последствий страна должна строить свои решения, по крайней мере частично, на коэффициентах дисконтирования, которые отражают альтернативные возможности использования капитала. В развитых странах коэффициенты в пределах от 4 % до 6 %, как можно судить, являются вполне обоснованными. В развивающихся странах они могут составлять 10 %-12 % или даже выше. Более проблематично утверждать о том, что проекты в области смягчения последствий изменения климата должны разрабатываться с учетом различных коэффициентов дисконтирования, если только данный проект не рассчитан на очень длительный срок. Научная литература свидетельствует о том, что в настоящее время все больше широкое распространение получают коэффициенты дисконтирования, которые снижаются со временем и в этой связи придают больший вес выгодам, которые обеспечиваются в долгосрочной перспективе. Следует иметь в виду, что в этих коэффициентах не находит отражение норма прибыли от частных вложений, которая для обоснования того или иного проекта должна быть выше и составлять порядка 10 %-25 %.

7.2.4 Расходы на адаптацию и смягчение воздействий и существующая между ними связь

Хотя в большинстве случаев люди понимают, что выбранные варианты адаптации так или иначе сказываются на расходах, связанных с сокращением выбросов, тем не менее этот очевидный момент в процессе разработки политики, связанной с изменением климата, зачастую не учитывается. В этом случае политика носит разобщенный характер — меры по смягчению рассматриваются как меры, имеющие целью решить проблемы, связанные с изменением климата, а меры по адаптации рассматриваются как средство реагирования на стихийные опасности. Обычно модели в области смягчения и адаптации строятся отдельно в порядке необходимого упрощения, позволяющего легче решить большую и сложную задачу. Как следствие, расходы, связанные с реализацией мер по сокращению уровня риска, зачастую оцениваются отдельно, и поэтому каждая единица измерения в принципе носит субъективный характер. Этот вывод предполагает целесообразность уделения более пристального внимания взаимодействию мер по сокращению выбросов и адаптации и его эмпирическим последствиям, хотя неопределенность относительно характера и момента проявления воздействий, в том числе непредвиденных вариантов, отрицательно скажется на точности, с которой можно произвести полную интернализацию расходов, связанных с этими мерами.

7.3 Границы системы: проект, сектор и макроуровень

Между анализами на уровне проекта, сектора и экономики в целом исследователи проводят определенные различия. В анализе на уровне проекта инвестиции рассматриваются в качестве «изолированных». Это предполагает, что они оказывают незначительное вторичное воздействие на рынки. Методы, используемые на этом уровне, включают анализ расходов и выгод, анализ эффективности затрат и анализ жизненного цикла. В анализе на уровне сектора рассматриваются секторальная политика в контексте «частичного равновесия», в случае которого все другие переменные являются, по допущению, внесистемными. В случае анализа на уровне экономики анализируется воздействие политики на все сектора и рынки с использованием различных макроэкономических и общих моделей равновесия. При определении уровня детализации оценки и сложности рассматриваемой системы приходится всегда идти на

некоторый компромисс. В этом разделе излагаются некоторые из основных допущений, используемых в процессе анализа расходов.

Для эффективной оценки вариантов мер по смягчению последствий изменения климата нужна соответствующая комбинация различных подходов к моделированию. Например, детальная оценка проектов комбинируется с более общим анализом секторальных воздействий, а макроэкономические исследования варианта налогообложения углерода комбинируются с разработкой моделей более крупных программ инвестиций в технологию на уровне сектора.

7.3.1 Базовые условия

Базовые условия, которые, по определению, предполагают определение выбросов ПГ без учета мер, связанных с изменением климата, исключительно важны для оценки расходов на мероприятия по смягчению последствий изменения климата. Это обусловлено тем, что определение базового сценария в свою очередь определяет потенциал будущего сокращения выбросов в ПГ, а также расходы по осуществлению мер, обеспечивающих это сокращение. Базовый сценарий также строится на целом ряде важных косвенных допущений относительно будущей экономической политики на макроэкономическом и секторальном уровнях, включая структуру, ресурсоемкость, цены и, как следствие, выбор технологии в рамках всего сектора.

7.3.2 Рассмотрение «беспроигрышных» вариантов

Под «беспроигрышными» вариантами подразумеваются, по определению, меры по сокращению выбросов ПГ, которые влекут за собой негативные чистые расходы. Чистые расходы являются негативными, поскольку эти варианты обеспечивают прямые или косвенные выгоды, например те, которые возникают в результате уменьшения дефектов рыночного регулирования, двойных дивидендов, обусловленных «рециклированием» поступлений, и дополнительных выгод, достаточно больших для того, чтобы компенсировать расходы по осуществлению этих вариантов. «Беспроигрышный» вариант отражает конкретные допущения применительно к работе и эффективности экономики, прежде всего к наличию и стабильности функции социального благосостояния, которые строятся на основе концепции общественно-необходимых издержек:

- Уменьшение существующих дефектов рыночного или институционального регулирования и других барьеров, которые препятствуют принятию эффективных с точки зрения затрат мер по сокращению выбросов, может привести к снижению корпоративных расходов по сравнению с нынешней практикой. Это также может привести к снижению корпоративных расходов в целом.
- Двойной дивиденд, связанный с «рециклированием» поступлений от налогообложения углерода таким образом, что он нейтрализует перекосы в системе налогообложения.
- Дополнительные выгоды и расходы (или дополнительное воздействие), которые могут носить синергетический или компенсационный характер в тех случаях, в которых сокращение выбросов ПГ оказывает кумулятивное воздействие на другие виды экологических программных мер (связанных с местным загрязнением воздуха, перегруженностью в городах или деградацией земельных и природных ресурсов).

Несовершенство рынка

Наличие возможностей реализации «беспроигрышных» вариантов предполагает, что функционирование рынка и учреждений небезупречно в силу таких несовершенств рынка, как отсутствие информации, наличие сведений о перекосах в ценах, отсутствие конкуренции и/или в силу сбоев в работе институционального механизма, связанных с неадекватным регулированием, неадекватным разграничением имущественных прав, наличием перекосов в налоговых системах, а также в силу ограниченности финансовых рынков. Снижение несовершенства рынка предполагает возможность идентификации и осуществления политики, с помощью которой можно было бы исправить эти дефекты рыночного и институционального регулирования таким образом, что понесенные расходы будут меньше полученных выгод.

Двойной дивиденд

Возможности получения двойного дивиденда в результате осуществления программных мер по смягчению последствий изменения климата активно изучались в 90-е годы. В дополнение к основной цели улучшения состояния окружающей среды (первый дивиденд) такие программные меры, если их осуществлять с помощью таких инструментов повышения поступлений, как налоги на углерод или продажа с аукциона разрешений на выбросы, позволяют получить второй дивиденд, который можно было бы сопоставить с валовыми расходами по осуществлению этих мер. Все внутренние программные меры в области сокращения ПГ влекут за собой косвенные экономические издержки в результате взаимодействия этих директивных инструментов с налоговой системой, однако в случае программных мер, которые приводят к увеличению поступлений, эти издержки частично компенсируются (или больше чем компенсируются), если, например, эти поступления используются для снижения существующих перекосов в налогах. Вопрос о том, смогут ли эти меры, направленные на увеличение поступлений, снизить существующие на практике перекосы, зависит от возможности «рециклирования» этих поступлений на цели снижения налогов.

Дополнительные выгоды и расходы (дополнительные воздействия)

Определение дополнительных воздействий дается выше. Как уже было отмечено, эти воздействия могут быть как позитивными, так и негативными. Здесь важно иметь в виду, что общие и чистые расходы по смягчению последствий нельзя определить путем простого суммирования позитивных и негативных воздействий, поскольку между негативными воздействиями существует очень сложная взаимосвязь. Расходы, связанные со смягчением последствий изменения климата (как общие, так и чистые), имеют смысл только в случае всестороннего конкретного сценария и соответствующей схемы допущений применительно к программным мерам.

Наличие возможностей реализации «беспроигрышных» вариантов является необходимым, но недостаточным условием для потенциального осуществления таких вариантов. Фактическое осуществление также предполагает необходимость разработки соответствующей стратегии на директивном уровне, которая должна быть достаточно сложной и всеобъемлющей, для того чтобы устранить эти дефекты рыночного и институционального регулирования и другие барьеры.

7.3.3 Гибкость

В случае целого ряда вариантов расходы, связанные со смягчением последствий изменения климата, зависят от нормативной базы, принятой национальными правительствами в целях сокращения ПГ. В целом, чем больше гибкость, которую обеспечивает эта база, тем ниже расходы по достижению данного уровня сокращений. Наличие большей гибкости и большего числа торговых партнеров может привести к снижению расходов. Негибкие правила и небольшое число торговых партнеров приведет, как можно ожидать, к обратным результатам. Гибкость может быть измерена в виде способности сократить выбросы углерода при наиболее низких расходах либо на национальном, либо на международном уровне.

7.3.4 Вопросы развития, справедливости и устойчивости

Политика в области смягчения последствий изменения климата, осуществляемая на национальном уровне, будет в большинстве случаев иметь те или иные краткосрочные последствия для экономического и социального развития, качества местной окружающей среды и справедливости с точки зрения взаимоотношений между поколениями. Эти последствия могут быть учтены в оценках расходов, связанных со смягчением последствий, которые рассчитываются в соответствии с этим принципом, на основе соответствующей директивной схемы, которая включает целый ряд побочных эффектов по отношению к программной цели сокращения выбросов ПГ. Цель такой оценки — информировать директивные органы о способах эффективного достижения различных программных целей с учетом данных приоритетов в области обеспечения справедливости и других стратегических ограничений (связанных с наличием природных ресурсов, экологическими целями). Такая широкая директивная концепция была использована в ряде международных исследований для оценки воздействия проектов МЧР на процесс развития.

Между вопросами калькуляции расходов, связанных с реализацией мер по смягчению последствий, и более широким воздействием таких мер на процесс развития, включая: макроэкономические воздействия, создание рабочих мест, инфляцию, предельные издержки, связанные с государственными средствами, наличие капитала, побочные эффекты и торговлю, существует целый ряд ключевых связей.

7.4 Особые вопросы, касающиеся развивающихся стран и стран с переходной экономикой

В числе важнейших факторов, определяющих возможности в области смягчения последствий изменения климата и соответствующие издержки для развивающихся стран, необходимо рассмотреть целый ряд особых вопросов, связанных с использованием технологии. К этим вопросам относятся уровни технического развития, вопросы передачи технологий, способность к внедрению и распространению инновационных технологий, барьеры на пути эффективного использования технологий, институциональная структура, аспекты человеческого потенциала и поступления в иностранной валюте.

Исследования по вопросам изменения климата в развивающихся странах и странах с переходной экономикой необходимо укреплять с точки зрения методологии, данных и программной базы. Хотя полная унификация методов невозможна, тем не менее для обеспечения значимого сопоставления результатов необходимо использовать последовательные методологии, прогнозы и программные сценарии в различных странах.

В этой связи предлагается внести следующие изменения в традиционные подходы:

- Альтернативные пути развития следует анализировать с учетом различных схем инвестиций в инфраструктуру, орошения, сочетания видов топлива и политики в области землепользования.
- В процессе макроэкономических исследований следует учитывать процессы трансформации рынка капитала, труда и энергетики.
- В национальную макроэкономическую статистику следует включать сделки, которые производятся в неформальном и традиционном секторах. Важное значение в деле экономического анализа имеет ценовой фактор некоммерческого потребления энергии и неоплачиваемая работа членов домашних хозяйств, которые занимаются сбором энергоресурсов на некоммерческой основе. Эти моменты необходимо четко учитывать в экономическом анализе.
- Следует также отдельно учитывать расходы, связанные с устранением рыночных барьеров.

7.5 Подходы к моделированию оценки расходов

Моделирование стратегий в области смягчения последствий изменения климата — задача сложная, для решения которой применяется целый ряд методов моделирования, включая разработку моделей «затраты-выпуск», макроэкономические модели, модели расчета общего равновесия (РОР) и модели на основе показателей работы энергетического сектора. Для обеспечения большей детализации структуры экономики и сектора энергетики также разрабатываются гибридные модели. Соответствующее использование этих моделей зависит от предмета оценки и наличия данных.

Как говорилось в разделе 6, основные категории программных мер в области изменения климата, включают: программные меры, ориентированные на рынок, программные меры, ориентированные на технологию, добровольные программные меры и программные меры в области НИОКР. Программные меры в области смягчения последствий изменения климата включают все четыре из вышеупомянутых программных элементов. Однако в большинстве аналитических подходов используются только некоторые из четырех упомянутых элементов. Например, экономические модели используются, главным образом, для оценки программных мер с рыночной ориентацией и в некоторых случаях — программных мер с технологической ориентацией, которые связаны с вариантами энергоснабжения, а инженерные подходы применяются в основном к программным мерам, касающимся спроса и предложения в области технологий. Оба эти подхода относительно слабо отражают научные исследования и разработки и добровольные соглашения.

8. Глобальные, региональные и национальные издержки и дополнительные выгоды

8.1 Введение

Конечная цель РКИК ООН (статья 2) заключаются в «… стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему»[14]. Кроме того, Конвенция (статья 3.3) предусматривает, что «политика и меры, направленные на борьбу с изменением климата, должны быть экономически эффективными для обеспечения глобальных благ при наименьших возможных затратах»[15]. В этом разделе говорится о научной литературе, посвященной расходам по реализации мер, связанных с сокращением выбросов парниковых газов на национальном, региональном и глобальном уровнях. Приводятся данные о чистых выгодах и потерях в плане благосостояния, включая (при наличии информации) дополнительные выгоды от мер по смягчению последствий. В этих исследованиях использован весь набор аналитических средств, описанных в предыдущей главе. Этот набор варьируется от технически детализированных дедуктивных моделей до более общих индуктивных моделей, которые увязывают энергетику с остальными секторами экономики.

8.2 Общие расходы на реализацию мер по борьбе с сокращением ПГ в технологически детализированных моделях

В технологически детализированных «дедуктивных» моделях и подходах расходы, связанные со смягчением, определяются на основании агрегирования технических расходов и расходов на топливо, таких, как: инвестиции, эксплуатационные расходы и расходы на техническое обслуживание, расходы на закупки топлива, а также (и это новая тенденция) поступления и расходы, связанные с импортом и экспортом.

Модели можно классифицировать по двум направлениям. Во-первых, они могут варьироваться от простых моделей, предполагающих инженерно-экономические расчеты по применению каждой технологии, до комплексных моделей общих энергетических систем с частичным равновесием. Во-вторых, они варьируются от строгих расчетов прямых технических расходов по сокращению выбросов до моделей, в которых анализируется наблюдаемое поведение рынка в результате использования той или иной технологии и снижение уровня благосостояния, обусловленное снижением спроса и поступлений, и потери, обусловленные изменениями в структуре торговли.

Это предполагает необходимость сопоставления двух общих подходов, а именно инженерно-экономического подхода и моделирования равновесия по наименьшим затратам. В случае первого подхода каждая технология подвергается независимой оценке посредством расчета связанных с ней расходов и обусловленной ею экономии. После оценки этих элементов можно рассчитать единичные расходы по каждому варианту, после чего каждый вариант можно соответствующим образом классифицировать по связанным с ним расходам. Этот подход весьма полезен для определения возможностей в области борьбы с выбросами, приводящей к «негативным» расходам, обусловленным «разницей в эффективности» между наиболее эффективными имеющимися технологиями и технологиями, которые используются на данный момент. Однако наиболее существенным недостатком этого подхода является то, что в этих исследованиях упускается из виду или не учитывается на системной основе взаимозависимость различных рассматриваемых мер.

Для устранения этого дефекта были построены модели частичного равновесия при наименьших расходах, в которых учитываются одновременно все меры и которые позволяют выбрать оптимальный набор мер во всех секторах и в любые периоды времени. Эти более комплексные исследования обусловливают более высокие расходы по реализации мер, связанных с сокращением выбросов ПГ, чем обычные строгие расчеты, связанные с использованием каждой технологии. Эти модели, построенные на основе оптимизации, дают результаты, которые можно легко интерпретировать на основе сопоставления оптимальных мер реагирования и оптимальных базовых условий; однако их недостаток заключается в том, что в них редко производится выверка базового года модели по существующей не оптимальной ситуации, и в этой связи косвенно допускается наличие оптимальных условий. Вследствие этого они не дают информации о возможностях обеспечения «негативных» расходов.

После публикации Второго доклада об оценках дедуктивные модели позволили получить огромное количество дополнительных результатов по странам как включенным, так и не включенным в приложение I, а также по отдельным группам стран. Кроме того, в результате включения факторов воздействия на спрос и некоторых торговых последствий, их сфера применения значительно расширилась и не ограничивается только классическим расчетом прямых расходов по сокращению выбросов.

Однако результаты моделирования обнаруживают значительный разброс показателей в зависимости от того или иного исследования, что объясняется целым рядом факторов, которые в одних случаях

[14] «Конечная цель настоящей Конвенции и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон, заключается в том, чтобы во исполнение соответствующих положений Конвенции добиться стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе».

[15] «Сторонам следует принимать предупредительные меры в целях прогнозирования, предотвращения или сведения к минимуму причин изменения климата и смягчения его отрицательных последствий. Там, где существует угроза серьезного или необратимого ущерба, недостаточная научная определенность не должна использоваться в качестве причины для отсрочки принятия таких мер, учитывая, что политика и меры, направленные на борьбу с изменением климата, должны быть экономически эффективными для обеспечения глобальных благ при наименьших возможных затратах. С этой целью такая политика и меры должны учитывать различные социально-экономические условия, быть всеобъемлющими, охватывать все соответствующие источники, поглотители и накопители парниковых газов и меры по адаптации и включать все экономические сектора. Усилия по реагированию на изменения климата могут предприниматься заинтересованными сторонами на совместной основе».

отражают значительные различия в условиях, существующих в исследуемых странах (например: наличие энергоресурсов, экономический рост, энергоемкость, промышленные и торговые структуры), а в других — допущения, сделанные при разработке моделей, и допущения относительно возможностей обеспечения «негативных» расходов.

Однако, как и во Втором докладе об оценках, они совпадают в плане расчета возможностей реализации «беспроигрышных» вариантов в результате снижения существующих дефектов рынка, учета дополнительных выгод и включения двойных дивидендов. Это означает, что реализация некоторых мер по смягчению может быть обеспечена при «негативных» расходах. Возможности реализации «беспроигрышных» вариантов обусловлены существующими дефектами рыночного или институционального регулирования, которые препятствуют принятию затратоэффективных мер по сокращению выбросов. Основной вопрос здесь заключается в том, можно ли устранить такие недостатки с помощью экономически эффективных программных мер.

Второй важный момент для директивных органов заключается в том, что краткосрочные и среднесрочные предельные расходы, связанные с сокращением выбросов, которые в большинстве случаев определяют макроэкономические воздействия программных мер в области изменения климата, весьма чувствительны к факторам неопределенности, заложенным в базовые сценарии (темпы роста и энергоемкость), и техническим расходам. Даже в случае вариантов, обеспечивающих существенные «негативные» расходы, предельные расходы могут резко возрасти и превысить расходы по достижению некоторого предполагаемого уровня смягчения последствий. Этот риск гораздо меньше в моделях, допускающих торговлю выбросами углерода. Со временем этот риск снижается по мере сдерживания предельных расходов в результате технического прогресса.

8.3 Расходы, связанные с проведением внутренней политики по сокращению выбросов углерода

Весьма важным моментом в определении общих расходов по смягчению климата являются масштабы сокращения выбросов, которые необходимо обеспечить для достижения заданной цели, вследствие чего исключительно важное значение приобретают выбросы в базовых условиях. Темпы роста выбросов CO_2 зависят от темпов роста ВВП, от темпов снижения энергоемкости единицы продукции и темпов снижения выбросов CO_2 на единицу потребления энергии.

В проекте сопоставления многих моделей, в котором приняли участие более десяти международных групп по моделированию, были рассмотрены общие расходы по соблюдению Киотского протокола с использованием моделей энергетического сектора. В этих моделях налоги на выбросы углерода используются в целях снижения выбросов, а налоговые поступления «рециклируются» в единую сумму. Масштабы использования налога на выбросы углерода в первом приближении указывают на степень регулирования рынка, которое может понадобиться, и эквивалентно предельным затратам, связанным с мерами по сокращению выбросов, которые необходимо произвести для достижения установленной цели в области их сокращения. Размер налога, который необходим для удовлетворения конкретной цели, определяется маргинальным источником энергоснабжения (включая энергосбережение) с учетом и без учета поставленной цели. Это в свою очередь будет зависеть от таких факторов, как: уровень необходимых сокращений выбросов, допущения в отношении стоимости и наличие углеродных и безуглеродных технологий, ресурсной базы ископаемых видов топлива, а также краткосрочная и долгосрочная эластичность цен.

Без международной торговли выбросами объем налогов на углерод, необходимых для соблюдения ограничений, предусмотренных Киотским протоколом на 2010 год, в значительной мере варьируется в зависимости от той или иной модели. Из примечания к *таблице ТР-4*[16] следует, что для США расчетные показатели варьируются в пределах от 76 до 322 долл. США, для европейских стран-членов ОЭСР — от 20 до 665 долл. США, для Японии — от 97 до 645 долл. США, и, наконец, для остальных стран-членов ОЭСР (КАНЗ) — от 46 до 425 долл. США. Все цифры приведены по курсу доллара на 1990 год. Маргинальные расходы на сокращение выбросов составляют около 20—135 долл. США на тонну углерода при условии, что международная торговля выбросами допускается. Эти модели, как правило, не включают «беспроигрышные» меры или возможности увеличения абсорбции поглотителями CO_2 и иных парниковых газов, помимо CO_2.

Однако между уровнем налогообложения углерода и колебанием ВНП и благосостоянием четкая корреляция отсутствует в силу воздействия факторов, специфичных для данной страны (страны с низкой долей ископаемых энергоносителей в конечной структуре их потребления в меньшей степени подвержены воздействию налогообложения на выброс углерода того же уровня по сравнению с другими странами), а также в силу разного содержания планируемых ими программных мер.

В целях обеспечения более легкого сопоставления между странами вышеупомянутые исследования построены на допущении, в соответствии с которым доходы от налогообложения углерода (или проданных разрешений на выбросы) пересчитываются в виде единой суммы дохода для экономики. Чистые общественно-необходимые издержки, обусловленные данными предельными расходами, связанными с реализацией мер, препятствующих выбросам, могут быть снижены, если полученные поступления направить на финансирование недобора средств в результате снижения предельных ставок налогов, таких, как подоходный налог, налог на заработную плату и налог на продажу, действовавших до реализации мер в условиях перекоса системы налогообложения. Если пересчет поступлений в виде общей суммы дохода не приводит к повышению эффективности, то пересчет на основе снижения маргинальных ставок помогает избежать некоторых расходов на повышение эффективности или бремени недобора существующих налогов. Это расширяет возможность того, что ничего не дающие с точки зрения поступлений налоги на углерод могут обеспечить двойной дивиденд посредством (1) улучшения состояния окружающей среды и (2) снижения расходов, связанных с работой налоговой системы.

[16] Максимальные цифры, указанные в данном предложении, получены на основании одной модели: АБАРЕ-ГТЕМ.

Для варианта двойного дивиденда характерно наличие слабого и сильного эффекта. Слабый эффект проявляется в том, что расходы по реализации экологической реформы, нейтральной с точки зрения поступлений, когда полученные поступления направляются на компенсацию недобора средств в результате снижения предельных ставок налогов, действовавших до реализации данного сценария в условиях перекоса системы налогообложения, более низки по сравнению с расходами по реализации реформы в том случае, когда налоговые поступления возвращаются в виде единовременной суммы домашним хозяйствам или фирмам. Сильный эффект варианта двойного дивиденда проявляется в том, что расходы на реализацию реформы системы экологического налогообложения, нейтральной с точки зрения поступлений, являются нулевыми или негативными. Если слабый эффект варианта двойного дивиденда получает практически всестороннюю поддержку, то сильный эффект этого варианта до сих пор является предметом споров.

Случаи, в которых необходимо направлять поступления от налогов на выбросы углерода или от продажи разрешений, зависят от специфики данной страны. Результаты моделирования показывают, что в странах, экономика которых характеризуется исключительной неэффективностью или дисбалансом в аспектах, не имеющих отношения к окружающей среде, эффект пересчета поступлений может быть достаточно сильным и с лихвой компенсировать основные расходы и эффект взаимодействия налогов, в результате чего сильный эффект варианта двойного дивиденда может получить материальное воплощение. Таким образом, в ряде исследований, посвященных европейским странам, в которых налоговые системы могут характеризоваться значительным дисбалансом с точки зрения относительного налогообложения труда, сильный эффект варианта двойного дивиденда может проявляться на практике — во всяком случае более часто, нежели в случае других вариантов пересчета. Напротив, большинство исследований, посвященных политике налогообложения выбросов углерода или продажи разрешения на выбросы в Соединенных Штатах, показывают, что пересчет посредством снижения налога на трудовые ресурсы менее эффективен, чем посредством снижения налогов на капитал; однако они, как правило, показывают, что сильный эффект варианта двойного дивиденда обеспечить не удастся. Второй вывод заключается в том, что даже в случаях отсутствия сильного эффекта двойного дивиденда, положение будет значительно лучше в случае принятия мер по «рециклированию» поступлений, когда они используются на компенсацию снижения предельных ставок предшествующих налогов, чем в случае мер, не предусматривающих «рециклирование» поступлений, как например, в случае обычных квот.

Во всех странах, в которых введены налоги на CO_2, был предусмотрен вариант либо освобождения некоторых секторов

Таблица ТР-4. *Основные результаты сопоставления моделей энергетического сектора. Маргинальные расходы по сокращению выбросов (в долл. США/тС по курсу 1990 года; цель на 2010 год по Киотскому протоколу)*

Модель	При отсутствии торговли				Торговля (страны приложения I)	Глобальная торговля
	США	ОЭСР-Е	Япония	КАНЗ		
АБАРЕ-ГТЕМ	322	665	645	425	106	23
АИМ	153	198	234	147	65	38
СЕТА	168				46	26
Модель «Фанд»					14	10
Модель «Три Г»	76	227	97	157	53	20
ГРЕЙП		204	304		70	44
МЕРДЖ-3	264	218	500	250	135	86
МИТ-ЕППА	193	276	501	247	76	
МС-МРТ	236	179	402	213	77	27
Модель «Оксфорд»	410	966	1074		224	123
РАЙС	132	159	251	145	62	18
СГМ	188	407	357	201	84	22
Модель «УорлдСкэн»	85	20	122	46	20	5
Административная модель	154				43	18
ЕИА	251				110	57
ПОУЛЗ	135,8	135,3	194,6	131,4	5,9	18,4

Примечание. Результаты модели «Оксфорд» не включены в пределы значений, приведенные в техническом резюме и РП, поскольку эта модель не подвергалась подробной аналитической проверке (и поэтому она не подходит для оценки МГЭИК) и основывается на данных, собранных в начале 80-х годов для разработки ключевых параметров, определяющих результаты, полученные по данной модели. Эта модель совершенно не связана с моделью КЛИМОКС, разработанной Оксфордским институтом исследований в области энергетики, которая упомянута в *таблице ТР-6*.

EMF-16. Снижение ВНП (в процентах от общего ВНП), связанное с соблюдением предписанных целевых показателей по Киотскому протоколу. Четыре региона включают США, европейские страны-члены ОЭСР (ОЭСР-Е), Японию и группу в составе Канады, Австралии и Новой Зеландии (КАНЗ). Сценарий включает варианты отсутствия торговли выбросами, торговлю выбросами только в случае стран, включенных в приложение В, и полный вариант глобальной торговли.

от налога, либо применение дифференцированного налога к различным секторам. В большинстве исследований сделан вывод о том, что освобождение от налога приводит к повышению экономических расходов в случае реализации политики, предусматривающей унифицированную систему налогов. Однако, что касается величины расходов, связанных с освобождением, то результаты неодинаковы.

8.4 Эффект распределения налогов на выбросы углерода

Помимо общей суммы расходов, важное значение для общей оценки политики в области изменения климата имеет их распределение. Политика, которая ведет к повышению эффективности, может не привести к повышению общего уровня благосостояния, если некоторые люди оказываются в худшем положении, чем раньше, и наоборот. В частности, если есть желание сгладить в данном обществе различия в доходах, то в процессе оценки следует учитывать воздействие принятых мер на распределение доходов.

Воздействия налогов на выбросы углерода в плане распределения носят, судя по всему, регрессивный характер, если только налоговые поступления не используются либо прямо, либо косвенно в интересах групп с низким доходом.

«Рециклирование» налоговых поступлений посредством снижения налогов на трудовые ресурсы может обеспечить более привлекательные последствия в плане распределения, чем в случае «рециклирования» единой суммы, в случае которой «рециклированные» поступления распределяются между работниками, получающими заработную плату, и владельцами основных средств. Снижение налогов на трудовые ресурсы приводит к увеличению заработной платы и благоприятствует тем, кто получает свой доход главным образом за счет труда. Однако самые малообеспеченные группы в обществе могут вообще не иметь никакого дохода от своего труда. В этом случае снижение налогов на трудовые ресурсы не во всех случаях может быть более прогрессивным по сравнению со схемами «рециклирования», которые предусматривают распределение поступлений между всеми группами общества и могут ослабить регрессивный характер налогов на выбросы углерода.

8.5 Аспекты международной торговли выбросами

Уже давно признается, что международная торговля квотами на выбросы может привести к снижению расходов по ограничению выбросов. Это будет иметь место в тех случаях, когда страны с высокими предельными издержками, связанными с внутренними мерами борьбы с выбросами, приобретают квоты на выбросы у стран с низкими предельными издержками по сокращению выбросов. Этот вариант зачастую называют «механизмом обеспечения гибкости». Это означает обеспечение сокращения в тех местах, где это обходится наиболее дешево, независимо от географического расположения. Здесь важно отметить, что место сокращения выбросов и тот, кто платит за сокращение, не зависят друг от друга.

«Механизм обеспечения гибкости» может действовать на разных уровнях. Он может применяться на глобальном, региональном или страновом уровне. В теоретическом случае всеобщей глобальной торговли выбросами все страны договариваются на предмет установления предельных величин выбросов и участвуют в международной торговле в качестве покупателей или продавцов разрешений на выбросы. МЧР может допускать извлечение выгоды от расходов на сокращение в месте реализации проекта. Когда рынок определяется на региональном уровне (например, страны, включенные в приложение B), то возможности торговли более ограничены. И наконец, торговля всеми сокращениями выбросов может осуществляться и в стране их происхождения.

Таблица TP-5 показывает снижение расходов в результате торговли выбросами в случае стран, включенных в приложение B, и в случае полной глобальной торговли в сопоставлении с вариантом

Таблица TP-5. *Основные результаты сопоставления моделей энергетического сектора. Снижение ВНП в 2010 году (в процентах от ВНП; целевые показатели, предусмотренные Киотским протоколом на 2010 год)*

	Отсутствие торговли				Торговля (страны приложения I)				Глобальная торговля			
Модель	США	ОЭСР-Е	Япония	КАНЗ	США	ОЭСР-Е	Япония	КАНЗ	США	ОЭСР-Е	Япония	КАНЗ
АБАРЕ-ГТЕМ	1,96	0,94	0,72	1,96	0,47	0,13	0,05	0,23	0,09	0,03	0,01	0,04
АИМ	0,45	0,31	0,25	0,59	0,31	0,17	0,13	0,36	0,20	0,08	0,01	0,35
СЕТА	1,93				0,67				0,43			
Модель «Три Г»	0,42	1,50	0,57	1,83	0,24	0,61	0,45	0,72	0,06	0,26	0,14	0,32
ГРЕЙП		0,81	0,19			0,81	0,10			0,54	0,05	
МЕРДЖ-3	1,06	0,99	0,80	2,02	0,51	0,47	0,19	1,14	0,20	0,20	0,01	0,67
МС-МРТ	1,88	0,63	1,20	1,83	0,91	0,13	0,22	0,88	0,29	0,03	0,02	0,32
«Оксфорд»	1,78	2,08	1,88		1,03	0,73	0,52		0,66	0,47	0,33	
РАЙС	0,94	0,55	0,78	0,96	0,56	0,28	0,30	0,54	0,19	0,09	0,09	0,19

Примечание. Результаты модели «Оксфорд» не включены в пределы значений, приведенные в техническом резюме и РП, поскольку эта модель не подвергалась подробной аналитической проверке (и поэтому она не подходит для оценки МГЭИК) и основывается на данных, собранных в начале 80-х годов для разработки ключевых параметров, определяющих результаты, полученные по данной модели. Эта модель совершенно не связана с моделью КЛИМОКС, разработанной Оксфордским институтом исследования в области энергетики, которая упомянута в *таблице TP-6*.

«отсутствия торговли». Расчет сделан на основе различных моделей на глобальной и региональной основе. В каждом случае ставится цель соблюдения показателей сокращения выбросов, предусмотренных Киотским протоколом. Все эти модели свидетельствуют о значительных выгодах по мере увеличения масштабов торговли. Различие между моделями обусловлено отчасти различиями в их базовых условиях, в допущениях относительно расходов и в наличии дешевых заменителей со стороны поставщиков и потребителей энергетического сектора и степени учета краткосрочных потрясений на макроуровне. В целом, все рассчитанные общие расходы для случая «отсутствия торговли» составляют менее 2 % от ВВП (который, в соответствии с принятым допущением, значительно вырос за рассматриваемый период) и в большинстве случаев — менее 1%. Торговля выбросами в случае стран, включенных в приложение B, приводит к снижению расходов по региону ОЭСР в целом до уровня ниже 0,5 %, причем региональное воздействие варьируется в пределах от 0,1 % до 1,1 %. В случае глобальной торговли эти расходы в целом снизятся до уровня, гораздо ниже 0,5 % ВВП, причем для ОЭСР средний уровень расходов будет составлять менее 0,2 %.

Вопрос так называемого «горячего воздуха»[17] также влияет на расходы по осуществлению Киотского протокола. Спад экономической деятельности, который произошел в последнее время в Восточной Европе и бывшем Советском Союзе, приводит к снижению их выбросов ПГ. Хотя эта тенденция, как ожидается, должна изменить знак на обратный, тем не менее выбросы углерода некоторыми странами все еще прогнозируются на уровне, который гораздо ниже уровня, установленного Киотским протоколом. Если это произойдет, то эти страны будут располагать лишними квотами выбросов, которые могут продаваться другим странам в поисках дешевых вариантов соблюдения их собственных обязательств. Экономия расходов в результате торговли выбросами в значительной мере зависит от количества «горячего воздуха». Многие оценки сокращения прогнозируемого ВНП связываются с необходимостью соблюдения предельных величин, установленных по аналогии с Киотским протоколом.

В большинстве экономических исследований основное внимание уделяется общим расходам на оптимизацию деятельности, ведущей к выбросам углерода[18], при этом в них не учитывается возможный вклад в сокращение общих расходов мер по ограничению выбросов иных газов, помимо CO_2, и механизмов поглощения углерода, а также не принимаются во внимание экологические преимущества (дополнительные преимущества и преимущества мер, позволяющих избежать изменения климата) или возможность использования поступлений для устранения возникающих диспропорций. Учет таких возможностей мог бы привести к снижению расходов.

Введение ограничения приведет к изъятию средств из той схемы, которой отдается предпочтение при отсутствии какого-либо ограничения, и вложению этих средств в потенциально дорогостоящую деятельность по энергосбережению и замещению одного топлива другим. Относительные цены также изменятся. Такие вынужденные изменения ведут к снижению экономических показателей, что отражается на ВВП. Соответственно представляется совершенно очевидным, что более широкий рынок торговли разрешениями создает более широкие возможности для сокращения общих расходов на меры по смягчению последствий изменения климата. И напротив, любое ограничение возможности выполнения какой-либо страной своих обязательств за счет приобретения квот на выбросы может вести к увеличению расходов на смягчение последствий выбросов. В ряде исследований приводятся расчеты, согласно которым это увеличение будет особенно значительным в тех странах, для которых характерны наибольшие маргинальные расходы на меры по смягчению последствий изменения климата. Еще одним фактором, по всей вероятности ограничивающим экономию в расходах за счет торговли квотами на выбросы углерода, является само функционирование систем торговли (трансакционные издержки, управленческие расходы, страхование от факторов неопределенности и стратегическое поведение субъектов в процессе использования разрешений).

8.6 Дополнительные преимущества уменьшения воздействий выброса парниковых газов

Политика, направленная на уменьшение воздействий выбросов парниковых газов, может иметь как позитивные, так и негативные побочные последствия для общества, если не считать явных преимуществ мер, позволяющих избежать изменения климата. В настоящем разделе рассматриваются в первую очередь те исследования, в которых оцениваются побочные последствия мер, направленных на смягчение последствий изменения климата. Именно поэтому здесь используется термин «дополнительные преимущества или расходы». Широкое согласие по поводу определения, охвата и размера этих дополнительных преимуществ, а также методики их учета в политике борьбы с изменением климата, отсутствует. Разрабатываются критерии, необходимые для рассмотрения растущего числа работ, в которых конкретная политика, направленная на уменьшение последствий выбросов углерода, увязывается с дополнительными финансовыми преимуществами. В докладе содержится обзор и оценивается достоверность проведенных недавно исследований, авторы которых подходят к толкованию дополнительных преимуществ с точки зрения всей экономики, а не какого-либо одного сектора (в главе 9 содержится секторальный анализ). Несмотря на существенные результаты, достигнутые в последнее время в области разработки новых методов, перед исследователями по-прежнему стоит крайне сложная задача — дать количественную оценку побочному воздействию и дополнительным преимуществам политики, направленной на уменьшение последствий выброса ПГ, а также подсчитать расходы на ее осуществление. Несмотря на эти трудности, в краткосрочной перспективе дополнительные преимущества политики, направленной на ограничение выбросов ПГ, могут при определенных обстоятельствах составить значительный

[17] «Горячий воздух»: ряд стран, в частности страны с переходной экономикой, располагают единицами установленного количества, число которых, как представляется, намного выше их прогнозируемых выбросов (в результате экономического спада). Это превышение носит название «горячего воздуха».

[18] Хотя некоторые исследования содержат анализ мер по ограничению выброса ряда различных газов, необходимо серьезно заняться изучением этого потенциала как в межвременном, так и в межрегиональном плане.

процент от частных (прямых) расходов на смягчение последствий выбросов, а в отдельных случаях будут даже сопоставимы с общей суммой расходов на принятие соответствующих мер. В научных исследованиях содержатся данные, согласно которым дополнительные преимущества могут быть особенно велики в развивающихся странах, однако число таких научных источников пока еще ограничено.

Конкретные размеры, масштабы и охват таких дополнительных преимуществ и расходов будут варьировать в зависимости от местных географических и базовых условий. При определенных обстоятельствах, когда базовые условия предполагают относительно низкие уровни выбросов углерода и невысокую плотность населения, преимущества могут быть незначительными. С помощью моделей, которые чаще всего используются для оценки дополнительных преимуществ — модели рассчитываемого общего равновесия (РОР) — оценить дополнительные преимущества трудно, поскольку эти модели редко обеспечивают необходимую пространственную детализацию, а иногда могут быть и вовсе лишены такой способности.

Что касается базовых условий, то в большинстве работ, посвященных дополнительным преимуществам, как правило, рассматриваются лишь политика государства и действующие в стране природоохранные нормы. Что же касается других основных аспектов политики регулирования, касающихся, в частности: энергетики, транспорта и здравоохранения, то им, равно как и другим важным аспектам, не имеющим отношения к регулированию, в частности аспектам, связанным с технологией, демографией и базой природных ресурсов, как правило, не уделяется никакого внимания. Из рассматриваемых здесь исследований явствует, что наибольшая доля дополнительных преимуществ приходится на сектор здравоохранения. Наиболее неопределенным компонентом моделирования дополнительных преимуществ для сектора здравоохранения является взаимосвязь между выбросами и атмосферной концентрацией, особенно с учетом объема вторичных загрязнителей. Вместе с тем признается, что значительные дополнительные преимущества, которые еще не были оценены в количественном или денежном выражении, можно получить не только в секторе здравоохранения, но и в других секторах. В то же время в методах и моделях оценки дополнительных расходов, как представляется, имеются серьезные пробелы.

8.7 «Побочное» воздействие[19] мер, принимаемых в странах, включенных в приложение B, на страны, не включенные в приложение B

Сегодня, когда международная торговля и потоки капитала обуславливают взаимосвязанность экономики всех стран мира, принятие мер по ограничению выбросов в одной стране будет положительно сказываться на положении в других странах, принимающих или не принимающих аналогичные меры. Такое положительное воздействие называется побочным воздействием и включает воздействие на торговлю, «утечку углерода», передачу и распространение экологически безопасных технологий и т.д. (*рисунок TP-8*).

Что касается воздействия на торговлю, то главный вывод проведенных до принятия Киотского протокола исследований по вопросам воздействия введения ограничений на выбросы в странах, включенных в приложение B, на страны, не включенные в приложение B, заключается в том, что сокращение выбросов в странах, включенных в приложение B, окажет в основном отрицательное воздействие на регионы, в которых располагаются страны, не включенные в приложение B. Что касается сценариев, подготовленных на основе Киотского протокола, то их результаты являются менее однозначными: согласно этим сценариям некоторые из регионов, в которых расположены страны, не включенные в приложение B, должны выиграть, тогда как другие — проиграть. Это в основном объясняется использованием в сценариях, основанных на Киотском протоколе, менее высокого целевого показателя, чем в сценариях, составленных до принятия Киотского протокола. Кроме того, был сделан однозначный вывод о том, что большинство стран, не включенных в приложение B, которые несли значительные потери с точки зрения уровня благосостояния в случае единообразного независимого сокращения выбросов, в условиях торговли квотами на выбросы будут нести меньшие потери.

Сокращение выбросов в странах, включенных в приложение B, будет вести к увеличению выбросов в странах, не включенных в приложение B, что снизит экологическую эффективность мер по борьбе с выбросами в странах, включенных в приложение B. Это называется «утечкой углерода», которая может составлять около 5 %—20 % и выражаться в возможной передислокации предприятий, выбрасывающих большое количество углерода, по причине уменьшения международной конкурентоспособности предприятий стран, включенных в приложение B, снижения на международных рынках цен производителей на ископаемое топливо и изменений в уровне доходов в результате улучшения условий торговли.

Если во Втором докладе об оценках говорилось, что оценки «утечки углерода», полученные с помощью имевшихся моделей, колебались в широком диапазоне, то оценки, полученные в последующие годы, в меньшей степени отличаются друг от друга. Вместе с тем, это, возможно, в значительной степени объясняется разработкой новых моделей, основанных на относительно сходных допущениях и источниках данных. Подобные изменения не обязательно отражают более широкое согласие в том, что касается соответствующих допущений в отношении поведения. С достаточно высокой степенью определенности, очевидно, можно говорить лишь о том, что «утечка углерода» во все большей степени зависит от строгости мер, принимаемых в рамках стратегии по борьбе с выбросами. Это означает, что при достижении целевого показателя Киотского протокола «утечка» может представлять собой менее серьезную проблему, чем при достижении более жестких показателей, рассматривавшихся до принятия Протокола. Кроме того, в условиях торговли квотами на выбросы «утечка выбросов» является меньшей, чем при независимом осуществлении мер по борьбе с выбросами. Действующие на практике исключения для

[19] Побочное воздействие» национальных стратегий, направленных на смягчение последствий изменения климата, означает воздействие этих стратегий на другие страны. Побочное воздействие может быть позитивным или негативным и включать воздействие на торговлю, «утечку углерода», передачу и распространение экологически безопасной технологии и т. д.

Побочное воздействие / Политика и меры	Преимущества усовершенствования технологий	Воздействие на работу энергетических предприятий и цены на энергию	Воздействие на энергоемкие предприятия	Передача ресурсов в сектора
Государственная политика в области НИОКР	Расширение базы научных данных			
Политика, направленная на «обеспечение доступа к рынкам» для новых технологий	Расширение ноу-хау за счет накопления опыта и приобретения практических навыков			
Стандарты, субсидии, добровольные соглашения	Новые стандарты, обеспечивающие более чистое производство/выпуск более экологичной продукции			
Налоги на выбросы углерода	Обусловленные ценовыми соображениями технические усовершенствования и распространение технологий	Сокращение производственной деятельности предприятий, работающих на ископаемом топливе	«Утечка углерода», позитивное влияние на деятельность, негативное воздействие на окружающую среду в принимающей стране	
Отмена субсидий на энергоносители		Снижение международных цен, негативные последствия для экспортеров, позитивные последствия для импортеров, возможность эффекта «бумеранга»	Уменьшение перекосов в конкуренции между промышленными предприятиями	
Унифицированные налоги на выброс углерода				
Внутренняя торговля квотами на выбросы			Перекосы в области конкуренции при использовании дифференцированных схем (преференции вместо аукционирования)	
Совместное осуществление, механизм чистого развития				Передача технологии
Международная торговля квотами на выбросы				Чистая прибыль в тех случаях, когда плата за разрешение превышает (а не равняется) средней сумме расходов на ограничение

Рисунок TP-8. «Побочное воздействие» национальных стратегий, направленных на смягчение последствий изменения климата, означает воздействие этих стратегий на другие страны. Побочное воздействие может быть позитивным или негативным и включать воздействие на торговлю, утечку углерода, передачу и распространение экологически безопасной технологии и т. д.

энергоемких предприятий и другие факторы позволяют говорить о том, что более высокие модельные оценки «утечки углерода» являются маловероятными, однако те же факторы будут вести к повышению совокупных расходов.

На «утечку углерода», возможно, также влияет предполагаемая степень конкурентоспособности на мировом рынке нефти. Хотя авторы большинства исследований исходят из наличия конкурентного нефтяного рынка, исследования, посвященные проблеме несовершенной конкуренции, указывают на вероятность меньшей «утечки», если ОПЕК сможет оказать определенное рыночное влияние на объем поставок нефти и тем самым воспрепятствовать снижению международных цен на нефть. Степень снижения благосостояния стран ОПЕК и других производителей нефти, а также стоимость разрешений на выбросы в странах, включенных в приложение B, могут в значительной степени зависеть от того, будет ли ОПЕК действовать как картель. [9.2]

Третий вид побочного воздействия, упомянутый выше, — передача и распространение экологически безопасной технологии — касается вызванных необходимостью технических изменений (см. раздел 8.10). Передача экологически безопасных технологий и ноу-хау, не учтенная в моделях, может вести к уменьшению «утечки» и способна более чем компенсировать такую «утечку», особенно в долгосрочной перспективе.

8.8 Резюме основных результатов, полученных на основе целевых показателей Киотского протокола

Оценки расходов стран, включенных в приложение B, по осуществлению Киотского протокола колеблются в зависимости от исследований и регионов и в значительной степени зависят от допущений в отношении использования механизмов Киотского протокола и их взаимодействия с национальными мерами. В подавляющем большинстве глобальных исследований, в которых рассчитываются и сопоставляются такие расходы, используются международные энергоэкономические модели. Девять таких исследований указывают на следующие возможные последствия для ВВП[20]:

Страны, включенные в приложение II[21]. При отсутствии торговли квотами на выбросы между странами, включенными в приложение B[22], прогнозируемый ВВП в 2010 году, согласно большинству глобальных исследований, сократится примерно на 0,2 %—2 % в зависимости от различных регионов и стран, включенных в приложение II. При широкомасштабной торговле квотами на выбросы между странами, включенными в приложение B, прогнозируемый ВВП, согласно оценкам, сократится в 2010 году на 0,1 %—1,1 %[23]. В основе упомянутых исследований лежат самые разнообразные допущения. Модели, результаты которых излагаются в настоящем документе, исходят из полного использования механизмов торговли квотами на выбросы без

учета трансакционных издержек. Результаты, касающиеся тех случаев, когда торговля квотами на выбросы между странами, включенными в приложение B, не ведется, исходят из полномасштабной внутренней торговли в рамках каждого региона. Модели не учитывают поглотители и иные парниковые газы, помимо CO_2. Они не включают МЧР, варианты расходов с отрицательным знаком, дополнительные преимущества и целевое использование поступлений.

На величину расходов во всех регионах влияют также следующие факторы:

- К увеличению расходов могут вести ограничения на использование механизмов торговли между странами, включенными в приложение B, высокие трансакционные издержки, связанные с созданием соответствующих механизмов, и неэффективность национальных мер по осуществлению.
- К снижению расходов могут вести интеграция во внутреннюю политику и меры «беспроигрышных возможностей»[2], использование МЧР и поглотителей, и включение иных парниковых газов, помимо CO_2. Расходы конкретных стран могут колебаться в более широких пределах.

Модели показывают, что механизмы Киотского протокола имеют важное значение с точки зрения предупреждения риска высоких расходов в отдельных странах и могут таким образом дополнять механизмы, предусмотренные внутренней политикой. Наряду с этим они могут минимизировать риски несправедливого воздействия международных факторов и способствовать выравниванию маргинальных расходов. Согласно глобальным исследованиям по моделям, упомянутым выше, национальные маргинальные расходы по достижению целевых показателей Киотского протокола колеблются в пределах от примерно 20 долл. США/тУ до 600 долл. США/тУ при отсутствии торговли и в пределах от примерно 15 долл. США/тУ до 150 долл. США/тУ при торговле между странами, включенными в приложение B. Степень, в которой такие механизмы позволяют сократить расходы, может зависеть от конкретных аспектов осуществления, включая совместимость национальных и международных механизмов, ограничения и трансакционные издержки.

Страны с переходной экономикой. Для большинства этих стран воздействие на ВВП колеблется в пределах от совершенно незначительной величины до нескольких процентов роста. Это отражает возможности в области повышения энергоэффективности, которыми не располагают страны, включенные в приложение II. При допущении резкого повышения энергоэффективности и/или непрерывного экономического спада в ряде стран установленные количества могут превышать прогнозируемые выбросы в течение первого периода действия обязательств. В этом случае модели указывают на рост ВВП за счет поступлений от торговли установленными количествами. Вместе с тем, осуществление Киотского протокола может оказать на ВВП ряда стран с переходной экономикой такое же воздействие, какое оно оказывает на ВВП стран, включенных в приложение II.

Страны, не включенные в приложение I. «Побочное» воздействие ограничений на выбросы в странах, включенных в приложение I, на страны, не включенные в приложение I, хорошо известно, хотя и неодинаково[24].

- Страны-экспортеры нефти, не включенные в приложение I. В аналитических работах содержатся различные данные о расходах, включая данные о сокращении прогнозируемого ВВП и прогнозируемых поступлений от продажи нефти[25]. В исследовании, содержащем наименьшую сумму расходов, сообщается, о том что при отсутствии торговли квотами на выбросы прогнозируемый ВВП в 2010 году сократится на 0,2 %, а при торговле выбросами между странами, включенными в приложение B, — на менее чем 0,05 %[26]. В исследовании, содержащем наибольшую сумму расходов, говорится о том, что при отсутствии торговли квотами на выброс прогнозируемые поступления от нефти в 2010 году сократятся на 25 %, тогда как при наличии такой торговли между странами, входящими в приложение B, они сократятся лишь на 13 %. Эти исследования не принимают во внимание какие-либо другие стратегии и меры[27], кроме торговли квотами на выбросы между странами, включенными в приложении B, которые могли бы уменьшить воздействие на страны-экспортеры нефти, не включенные в приложение I, и поэтому в таких исследованиях завышаются как расходы этих стран, так и общие расходы. Уменьшению воздействия на эти страны могут, кроме того, способствовать: отмена субсидий на ископаемое топливо, реструктурирование налогов на энергоносители в зависимости от содержания углерода, расширение использования природного газа и диверсификация экономики стран-экспортеров нефти, не включенных в приложение I.
- Другие страны, не включенные в приложение I. На этих странах может отрицательно сказаться снижение спроса на товары, экспортируемые ими в страны ОЭСР, и увеличение цен на товары, при производстве которых выбрасывается большое количество углерода, и другую продукцию, которую они продолжают импортировать. Эти страны могут получить выгоду от снижения цен на топливо, увеличения экспорта товаров, при производстве которых выделяется большое количество углерода, и передачи экологически безопасных технологий и ноу-хау. Чистый баланс по каждой стране зависит от того, какие из этих факторов преобладают. В виду сложности расчетов не вполне ясно, какие страны выиграют, а какие проиграют.

[20] Во многих других исследованиях, более полно учитывающих специфику стран и разнообразие проводимой ими политики, оценки чистых расходов колеблются в более широких пределах

[21] Страны, включенные в приложение II: группа стран, включенных в приложение II к РКИК ООН, в том числе все развитые страны, входящие в состав Организации экономического сотрудничества и развития.

[22] Страны, включенные в приложение B: группа стран, включенных в приложение B к Киотскому протоколу, согласившихся с определенным целевым показателем в отношении их выбросов парниковых газов, в том числе все страны, включенные в приложение I (с поправками, внесенными в него в 1998 году) за исключением Турции и Беларуси.

[23] Существует много различных способов выражения расходов. Например, если годовые расходы развитых стран, связанные с выполнением целевых показателей Киотского протокола, при полномасштабной торговле квотами на выбросы между странами, включенными в приложение B, составят порядка 0,5 % ВВП, то это будет соответствовать 125 миллиардам долл. США в год (1 миллиард равен 1000 миллионам) или 125 долл. США на душу населения в год к 2010 году для стран, включенных в приложение II (согласно допущениям принятым в СДСБ). Воздействие на темпы экономического роста за десятилетний период будет измеряться цифрой менее 0,1 процентных пункта.

[24] Под побочным воздействием здесь имеется в виду только воздействие на экономику, а не на окружающую среду.

[25] Конкретные данные, взятые из шести рассмотренных исследований, содержатся в таблице 9.4 основного доклада.

- «Утечка углерода»[28]. Возможное перемещение отдельных предприятий, выбрасывающих большое количество углерода, в страны, не включенные в приложение I, и более масштабное воздействие меняющихся цен на торговые потоки может привести к «утечке» в размере 5 %—20 %. Исключения, которые, например, предусмотрены для энергоемких предприятий, делают маловероятным получение по моделям более высоких оценок объема «утечки» углерода», но ведут к росту совокупных расходов. Передача экологически безопасных технологий и ноу-хау, не учитываемых в моделях, может вести к уменьшению «утечки» или даже с лихвой компенсировать ее, особенно в долгосрочной перспективе.

8.9 Расходы на достижение разных целевых показателей по стабилизации

Исследования эффективности затрат, охватывающие столетний период, указывают на рост расходов на стабилизацию концентрации CO_2 в атмосфере по мере снижения уровня стабилизации концентрации. На абсолютные расходы могут существенно влиять различные исходные параметры. Если при переходе от уровня стабилизации концентрации, равного 750 промилле по объему, к уровню, равному 550 промилле по объему расходы растут умеренно, то при переходе от уровня, равного 550 промилле по объему, к уровню, равному 450 промилле по объему, они значительно возрастают, если только уровни выбросов, заложенные в базовый сценарий, не являются очень низкими. Однако эти результаты не учитывают секвестрации углерода и иных газов, помимо CO_2 и не отражают возможного воздействия более широких задач в области «вызванных необходимостью технологических изменений»[29]. В частности, большое значение имеет выбор справочного сценария. Проведенные в последнее время исследования, в которых при анализе стабилизации концентрации за основу брались справочные сценарии МПКИ СДСВ, со всей определенностью указывают на то, что среднее сокращение прогнозируемого ВВП в большинстве рассматриваемых в данном документе сценариев по стабилизации концентрации не превышают 3 % от базового показателя (максимальное сокращение во всех сценариях по стабилизации не превышало 6,1 % за конкретный год). В то же время некоторые сценарии (особенно по группе стран, включенных в приложение I) указывают на увеличение ВВП по сравнению с исходным уровнем, благодаря явному позитивному экономическому влиянию развития и передачи технологий. Наименьший показатель сокращения ВВП (усредненный по сценариям и уровням стабилизации) приходится на 2020 год (1 %), после чего в 2050 году он поднимается до максимально высокого уровня (1,5 %), а затем, к 2100 году, вновь опускается (1,3 %). Однако в рассматриваемых в сценариях группах с наиболее высокими базовыми уровнями выбросов (A2 и A1FI) размеры сокращения ВВП увеличиваются на протяжении всего моделируемого периода. В виду относительно малой величины сокращения ВВП по сравнению с его абсолютными объемами эти сокращения в сценариях по стабилизации в период после принятия СДСВ не ведут к существенному снижению темпов роста ВВП на протяжении нынешнего столетия. Так, например, во всех сценариях по стабилизации концентрации годовые темпы роста ВВП в 1990—2100 годах снижаются в среднем лишь на 0,003 % в год при максимальном снижении на 0,06 % в год.

Концентрация CO_2 в атмосфере определяется в большей степени кумулятивными, чем ежегодными выбросами. Иначе говоря, конкретный целевой показатель по концентрации, может быть достигнут с помощью различных подходов к ограничению выбросов. В ряде исследований выражается мысль, что выбор подхода к ограничению выбросов с точки зрения уровня общих расходов на уменьшение последствий выбросов может быть не менее важным, чем сам целевой показатель. Исследования по этому вопросу подразделяются на две категории: исследования исходящие из того, что показатель известен, и исследования, в которых данная проблема представляется как проблема принятия решения в условиях неопределенности.

В рамках исследований, исходящих из того, что показатель известен, главная проблема заключается в определении наиболее малозатратного способа достижения установленного целевого показателя. Здесь выбор подхода может рассматриваться как проблема выбора оптимального баланса углерода. До сих пор эта проблема рассматривалась лишь применительно к CO_2, тогда как другим ПГ, помимо CO_2, уделялось очень мало внимания. Целевой показатель концентрации определяет допустимый объем углерода, который может быть выброшен в атмосферу с настоящего момента и до того дня, к которому необходимо достичь целевого показателя. То есть проблема заключается в том, чтобы определить наиболее оптимальный баланс выбросов углерода с течением времени.

[26] Эти оценочные данные о расходах можно представить в качестве разницы между темпами роста ВВП за период 2000—2010 годов. При отсутствии торговли квотами на выбросы темпы роста ВВП снижаются на 0,02 процентных пункта в год; при торговле квотами на выбросы между странами, включенными в приложение B, темпы роста снижаются менее чем на 0,005 процентных пункта в год.

[27] Такие стратегии и меры включают: стратегии и меры, касающиеся иных газов, помимо CO_2, и иных источников всех газов, помимо производства энергии; компенсирующую роль поглотителей; перестройку промышленности (например, преобразование производителя энергии в поставщика энергетических услуг); использование сильных рыночных позиций стран ОПЕК; и меры (например стран, включенных в приложение B) в области финансирования, страхования и передачи технологии. Кроме того в таких исследованиях, как правило, не учитываются следующие стратегии и факторы воздействия, которые могут сократить общие затраты на уменьшение последствий: использование поступлений от доходов для снижения налогового бремени или финансирования других мер по уменьшению последствий; дополнительные экологические выгоды от сокращения применения ископаемого топлива; и вызванные необходимостью технические усовершенствования в результате проведения политики, направленной на уменьшение последствий изменения климата.

[28] «Утечка углерода» определяется в данном документе как увеличение объема выбросов в странах, не включенных в приложение B, в результате принятия мер по ограничению выбросов в странах, включенных в приложение B; такая утечка выражается в виде процента от сокращения выбросов в странах, включенных в приложение B.

[29] Вызванные необходимостью технологические изменения представляют собой новую область исследований. Ни в одной из научных работ, фигурирующих в ТДО, и посвященных взаимосвязи между столетними концентрациями CO_2 и расходами на их сокращение, не приводится результатов, которые были бы получены с помощью моделей, учитывающих вызванные необходимостью технологические изменения. Модели, учитывающие вызванные необходимостью технологические изменения, показывают, что при определенных обстоятельствах столетние концентрации могут различаться при аналогичных темпах роста ВВП, но различных стратегических режимах. [8.4.1.4]

Согласно выводам большинства исследований, в которых предпринималась попытка определить наиболее малозатратный способ достижения конкретного целевого показателя, такой способ, скорее всего, должен предполагать постепенный отход от заложенных в модель базовых уровней на начальном этапе и более быстрое и значительное ограничение выбросов в последующий период. Это объясняется рядом причин. Постепенный — в краткосрочной перспективе — отход от нынешней мировой энергетической системы минимизирует степень преждевременного устаревания и вывода из эксплуатации существующих средств производства, расширяет временные границы для развития технологий и позволяет избежать преждевременного замыкания на начальные варианты быстро развивающихся технологий производства с малыми выбросами. С другой стороны, более активные действия в краткосрочной перспективе уменьшат экологические риски, связанные с быстрым изменением климата, будут стимулировать более быстрое развитие технологий производства с малыми выбросами. [8.10], обеспечат на ближайший период сильные стимулы для принятия мер по усовершенствованию технологий в будущем, что может помочь избежать широкого применения технологий, ведущих к выбросу большого количества углеродов, и сохранить возможность повышения уровня целевых показателей в будущем, если это будет сочтено целесообразным в свете новых научных знаний.

Следует также отметить, что чем ниже целевой показатель концентрации, тем меньше общий баланс выбросов углерода и тем раньше начинается отход от базовых уровней. Вместе с тем даже при более высоких целевых показателях концентрации более постепенный отход от базовых уровней не исключает необходимости действий на раннем этапе. Для достижения всех целевых показателей по стабилизации концентрации требуется обеспечить, чтобы в будущем средства производства в меньшей степени зависели от потребления углеродного сырья. Это имеет непосредственное значение для среднесрочных инвестиционных решений. Для утверждения на рынке инновационных товаров, как правило, требуется много лет. Обеспечить наличие в нужный момент недорогостоящих заменителей с низким содержанием углерода можно только в том случае, если страны незамедлительно начнут проводить устойчивый курс на развитие НИОКР.

Приведенные выше соображения касались расходов на уменьшение последствий выбросов. Однако важно также проанализировать экологические последствия выбора того или иного способа сокращения выбросов. Это важно потому, что различные способы сокращения выбросов не только влекут за собой различные расходы, но и дают различные выгоды с точки зрения недопущенных вредных экологических последствий. [10]

Допущение о том, что целевой показатель совершенно определенно известен, конечно же, является чрезмерным упрощением. К счастью, РКИК ООН признает динамичный характер проблемы принятия решений. Она призывает к проведению периодических обзоров в свете наиболее точной научной информации об изменении климата и его последствиях. Такой последовательный и поэтапный процесс принятия решений преследует цель выработки краткосрочных стратегий страхования в условиях действия долгосрочных факторов неопределенности. Важный вопрос заключается не столько в том, «каков наилучший способ действий на следующее столетие», сколько в том, «каков наилучший способ действий в ближайшем будущем с учетом долгосрочных факторов неопределенности».

В ряде исследований была предпринята попытка определить оптимальную краткосрочную стратегию страхования от рисков, которая исходила бы из неопределенности в отношении долгосрочной цели. Авторы этих исследований пришли к выводу, что целесообразный объем страхования зависит от личной оценки каждым субъектом риска, преимуществ и расходов, связанных с осуществлением мер по уменьшению последствий выбросов. В конечном счете, решение относительно размеров страховой премии — суммы, которую общество готово заплатить, чтобы избежать риска, — является по своей сути решением политическим и варьируется в зависимости от стран.

8.10 Вопрос о вызванных необходимостью технологических изменениях

В большинстве моделей, применяемых для оценки расходов на достижение конкретной цели в области уменьшения последствий выбросов, процесс технологических изменений, как правило, излишне упрощается. Обычно принимается допущение о том, что темпы технических изменений не зависят от уровня контроля за выбросами. Такие изменения характеризуются как автономные. В последние годы внимание к вопросу о вызванных необходимостью технических изменениях повысилось. Некоторые специалисты утверждают, что такие изменения могут способствовать существенному сокращению расходов на осуществление политики борьбы с выбросами CO_2 или даже сведению таких расходов на нет.

Другие специалисты более осторожно подходят к оценке воздействия вызванных необходимостью технических изменений. Проведенные в последнее время исследования указывают на то, что воздействие технологических изменений на график принятия мер по борьбе с выбросами зависит от источника технологических новшеств. Когда таким источником являются НИОКР, вызванные необходимостью технологические изменения создают благоприятные условия для большей концентрации усилий на борьбе с выбросами в будущем. Это объясняется тем, что технологические изменения обеспечивают снижение расходов на сокращение выбросов в будущем по сравнению с нынешними расходами на аналогичные меры, и поэтому с точки зрения эффективности затрат выгоднее сделать больший упор на борьбу с выбросами в будущем. Однако в тех случаях, когда технологические изменения обусловлены накоплением практического опыта, вызванные необходимостью технологические изменения оказывают неоднозначное влияние на оптимальный график принятия мер по борьбе с выбросами. С одной стороны — вызванные необходимостью технические изменения ведут к снижению расходов на борьбу с выбросами в будущем, что склоняет чашу весов в пользу принятия основных мер по борьбе с выбросами

в будущем. С другой стороны — меры по борьбе с выбросами в настоящее время имеют свою добавленную стоимость в том смысле, что они способствуют накоплению опыта или знаний, а также снижению расходов на борьбу с выбросами в будущем. Какой из этих двух видов воздействия преобладает, зависит от конкретного характера технологий и структуры расходов.

Некоторые виды социальной практики могут препятствовать или способствовать технологическим изменениям. Таким образом, повышение информированности и просвещение общественности могут способствовать изменению социального климата и созданию атмосферы, благоприятной для внедрения технологических новшеств и распространения прогрессивных технологий. Это является одной из областей дальнейших исследований.

9. Секторальные расходы на деятельность по смягчению воздействий на изменение климата и дополнительные преимущества такой деятельности

9.1 Различия между национальной и секторальными оценками расходов на смягчение воздействий на изменение климата

Политика, избранная для борьбы с последствиями глобального потепления климата, имеет последствия для конкретных секторов, таких, как: угольная, нефтяная и газовая промышленность, производство электроэнергии, перерабатывающая промышленность, транспорт и домашние хозяйства. Секторальная оценка помогает реально оценить предстоящие расходы, определить, кто, возможно, проиграет в результате принятых мер и каков будет проигрыш, и установить, какие сектора могут оказаться в выигрыше. Вместе с тем следует отметить, что количество специальных исследований, на основе которых можно провести такую оценку, ограничен. Существует несколько всеобъемлющих исследований по проблеме воздействия мер по смягчению последствий изменения климата на отдельные сектора в сопоставлении с их воздействием на такие макроэкономические показатели, как ВВП, причем эти исследования, в основном, касаются регионов и стран, включенных в приложение I.

В связи с политикой, направленной на смягчение воздействий на изменение климата, возникает одна фундаментальная проблема. Хорошо известно, что в отличие от секторов, которые могут оказаться в выигрыше, определить те сектора, которые могут оказаться в проигрыше, сложнее, при этом их потери, вероятно, будут более непосредственными, концентрированными и определенными. Сектора, которые, возможно, выиграют (помимо сектора возобновляемых энергоресурсов и, возможно, сектора природного газа), могут рассчитывать лишь на небольшой, рассредоточенный и довольно неопределенный выигрыш в течение длительного периода. Фактически многие из тех, кто может выиграть от принятых мер, еще вообще не существуют, поскольку к этой категории бенефициаров относятся будущие поколения и еще не созданные отрасли промышленности.

Хорошо также известно, что за общим воздействием на ВВП, будь то позитивным или негативным, политики и мер, направленных на смягчение последствий изменения климата, скрываются значительные различия между секторами. В целом показатели энергоемкости и количества потребляемого углеродного сырья во всех секторах экономики снизятся. Предполагается, что угольная, а также, возможно, нефтяная промышленность, лишатся значительной доли своего традиционного объема производства по сравнению с их долей, фигурирующей в справочных сценариях, хотя степень воздействия этого явления на соответствующие отрасли будет зависеть от степени их диверсификации, в то время как производственные показатели других секторов могут увеличиться, но в значительно меньшей пропорции. Снижение объемов производства ископаемого топлива по сравнению с базовыми показателями не будет затрагивать в равной степени все виды ископаемого топлива. Все виды топлива имеют различную эластичность расходов и цен; они по-разному реагируют на меры по смягчению воздействий на изменение климата. Характеристики энергоэффективной технологии определяются видами топлива и конкретными системами его сжигания, и уменьшение спроса может по-разному сказываться на импорте и объеме производства. В энергоемких секторах, таких, как: химическая промышленность, черная металлургия и горнодобывающая промышленность — будут отмечаться более высокие расходы, более быстрые технические или организационные изменения и сокращение объема производства (опять же по сравнению со справочным сценарием) в зависимости от их показателей энергопотребления и политики, проводимой с целью смягчения воздействий на изменение климата.

Сектора промышленности, имеющие непосредственное отношение к мерам по смягчению воздействий на изменение климата, вероятно, получат выгоду от таких мер. К этим секторам относятся: сектор возобновляемых энергоресурсов и ядерная энергетика, производство оборудования, необходимого для принятия мер по смягчению последствий изменения климата (в котором используются энергосберегающие технологии и технологии, ограничивающие потребление и выброс углеродов), сектора сельского и лесного хозяйства, производящие энергоносители, и научно-исследовательские институты, занимающиеся НИОКР в области энергосбережения и ограничения потребления и выброса углеродов. В долгосрочной перспективе они могут получить выгоду от наличия финансовых и иных ресурсов, которые, в противном случае, могли бы быть задействованы в секторе производства ископаемого топлива. Они могут также получить выгоду от уменьшения бремени налогов в случае использования налоговых инструментов в целях смягчения последствий изменения климата, а налоговых поступлений — в целях сокращения налогов на работодателей и корпоративных и других налогов. Исследования, в которых говорится об уменьшении ВВП, не всегда содержат перечень возможных способов целенаправленного использования полученных средств и высвобожденных ресурсов, из чего можно сделать вывод, что пакеты программных мер, обеспечивающие рост ВВП, еще не изучены. Размеры и характер выгод будут зависеть от проводимых стратегий. Некоторые стратегии уменьшения последствий изменения климата могут обеспечить чистую совокупную экономическую выгоду. Под этим имеется в

виду то, что выгода, которая будет получена во многих секторах, перевесит те потери, которые понесут сектора, использующие уголь и другие виды ископаемого топлива, а также энергоемкие отрасли. И, наоборот, недостаточно продуманная политика может привести к общим потерям.

Представляется важным провести ретроспективный анализ задач, на выполнение которых направлена стратегия смягчения воздействий на изменение климата. За последние 40 лет темпы увеличения выбросов CO_2 в ряде стран, как правило, отставали от темпов роста ВВП. Причины, лежащие в основе таких тенденций, варьируются, но включают следующие:

- переход от использования угля и нефти к таким источникам энергии и энергоресурсам, как атомная энергия и газ;
- повышение энергоэффективности в промышленности и быту; и
- сокращение доли тяжелой промышленности и расширение экономической деятельности, в большей степени ориентированной на услуги и информацию.

Стратегии смягчения воздействий на изменение климата будут способствовать развитию и укреплению этих тенденций.

9.2 Оценки расходов на осуществление мер по смягчению воздействий на изменение климата в разбивке на отдельные сектора

9.2.1 Уголь

На общем фоне можно выделить ряд секторов, которые будут серьезно затронуты мерами по смягчению воздействий на изменение климата. С учетом данных справочного сценария, угольной промышленности, производящей наиболее углеродоемкую продукцию, грозит в долгосрочной перспективе практически неизбежное сокращение по сравнению с базовой перспективной оценкой. Определенную роль в поддержании объема производства угля в будущем при недопущении выбросов CO_2 и других газов могут сыграть находящиеся еще в стадии разработки технологии рекуперации и хранения CO_2, выбрасываемого установками, работающими на угле, и подземной газификации угля. Ожидается, что особенно значительное воздействие на угольный сектор окажут такие меры, как отмена субсидий на ископаемое топливо или реструктуризация налогов на энергоносители, в результате которой налог будет определяться содержанием углерода, а не энергетическим потенциалом топлива. Уже давно установлено, что отмена субсидий приведет к значительному сокращению выбросов ПГ и окажет стимулирующее воздействие на экономический рост. Вместе с тем, воздействие мер в конкретных странах в значительной степени определяется тем, какой вид субсидии отменяется, а также конкурентоспособностью альтернативных энергоресурсов, включая импортируемый уголь.

9.2.2 Нефть

Нефтяной промышленности в принципе также грозит относительное сокращение, хотя оно может в некоторой степени сдерживаться отсутствием заменителей нефти в транспортном секторе, переходом с твердых видов топлива на жидкие, при производстве электроэнергии и диверсификацией, в результате чего она превратится в поставщика энергоресурсов в целом.

В таблице ТР-6 представлены некоторые рассчитанные по моделям оценки воздействия мер по осуществлению Киотского протокола на страны-экспортеры нефти. В каждой модели используется свой показатель воздействия, и во многих моделях группы стран-экспортеров нефти сформированы совершенно по-разному. Однако все эти исследования указывают на то, что использование механизмов, обеспечивающих гибкость, сократит те экономические издержки, которые понесут производители нефти.

Таким образом, в исследованиях содержатся самые разнообразные оценки воздействия мер по уменьшению последствий выбросов ПГ на производство нефти и доходы нефтяной промышленности. В значительной степени эти различия объясняются различными допущениями в отношении запасов нефти, необходимой степени смягчения последствий выбросов, использования механизмов торговли квотами на выбросы, контроля за ПГ и другими газами, помимо CO_2, и использования поглотителей углерода. Однако все исследования указывают на чистый рост как добычи нефти, так и доходов нефтяной промышленности, по крайней мере, до 2020 года и на значительно меньшее воздействие этих мер на реальную цену на нефть по сравнению с тем воздействием, которое оказывали на нее колебания рыночного спроса за последние 30 лет. На *рисунке ТР-9* представлена перспективная оценка реальных цен на нефть до 2010 года, взятая из документа МЭА «1998 World Energy Outlook», и оценка воздействия осуществления Киотского протокола, взятая из модели «Три Г», — исследование, в котором прогнозируется самое крупное сокращение доходов Организации стран-экспортеров нефти (ОПЕК) (см. *таблицу ТР-6*). Сокращение доходов ОПЕК на 25 %, согласно сценарию, не предусматривающему торговлю квотами на выбросы, предполагает снижение цен на нефть к 2010 году на 17%; в случае торговли квотами на выбросы между странами, включенными в приложение I, снижение цен будет меньшим, т. е. лишь несколько превысит 7 %.

Обычно в таких исследованиях не рассматриваются некоторые или все указанные ниже стратегии и меры, которые могли бы уменьшить воздействие на экспортеров нефти:

- стратегии и меры, касающиеся иных ПГ, помимо CO_2, или неэнергетических источников всех ПГ;
- компенсирующее воздействие поглотителей;
- перестройка промышленности (например, трансформация производителя энергии в поставщика энергетических услуг);
- использование сильной рыночной позиции ОПЕК;
- меры (например, принимаемые сторонами, включенными в приложение B), касающиеся финансирования, страхования и передачи технологий.

Кроме того, в исследованиях обычно не учитываются следующие стратегии и факторы, которые могут способствовать сокращению общих расходов на меры по смягчению последствий изменения климата:

- использование налоговых поступлений для уменьшения налогового бремени или для финансирования других мер по смягчению последствий;
- экологические побочные или дополнительные преимущества сокращения потребления ископаемого топлива; и
- «вызванные необходимостью технические изменения», стимулируемые принятием мер по смягчению воздействий на изменение климата.

Таблица ТР-6. *Расходы регионов/стран-экспортеров нефти на осуществление Киотского протокола*[a]

Модель[b]	При отсутствии торговли[c]	В случае торговли между странами, включенными в приложение I	В случае «глобальной торговли»
«Три Г»	Сокращение поступлений от нефти на 25 %	Сокращение поступлений от нефти на 13 %	Сокращение поступлений от нефти на 7 %
ГРИН	Сокращение реальных доходов на 3 %	«Значительное сокращение потерь»	Данные отсутствуют
ГТЕМ	Сокращение ВВП на 0,2 %	Сокращение ВВП на менее 0,05 %	Данные отсутствуют
МС-МРТ	Уменьшение благосостояния на 1,39 %	Уменьшение благосостояния на 1,15 %	Уменьшение благосостояние на 0,36 %
Модель ОПЕК	Сокращение доходов ОПЕК на 1 7%	Сокращение доходов ОПЕК на 10 %	Сокращение доходов ОПЕК на 8 %
КЛИМОКС	Данные отсутствуют	Сокращение на 10 % доходов ряда экспортеров нефти	Данные отсутствуют

[a] Определение стран-экспортеров нефти варьируется: в моделях «Три Г» и ОПЕК под такими странами имеются в виду страны ОПЕК, в модели ГРИН — определенная группа стран-экспортеров нефти, в модели ГТЭМ — Мексика и Индонезия, в модели МС — МРТ — страны ОПЕК и Мексика, а в модели КЛИМОКС — страны-экспортеры нефти, расположенные в Западной Азии и Северной Африке.

[b] Во всех моделях рассматривается глобальная экономика вплоть до 2010 года, в рамках которой принимаются меры по достижению целевых показателей Киотского протокола в области смягчения последствий изменения климата (обычно в моделях учитываются целевые показатели по уменьшению последствий выброса CO_2 к 2010 году в отличие от целевых показателей, касающихся выбросов ПГ, которые установлены на период 2008—2012 годов) за счет введения налога на выбросы углерода или аукционной продажи разрешений на выбросы, выручка от которых поступает в виде паушальных сумм потребителям; побочные выгоды, например, такие, как уменьшение ущерба вследствие загрязнения окружающего воздуха в результатах расчета по моделям не учитываются.

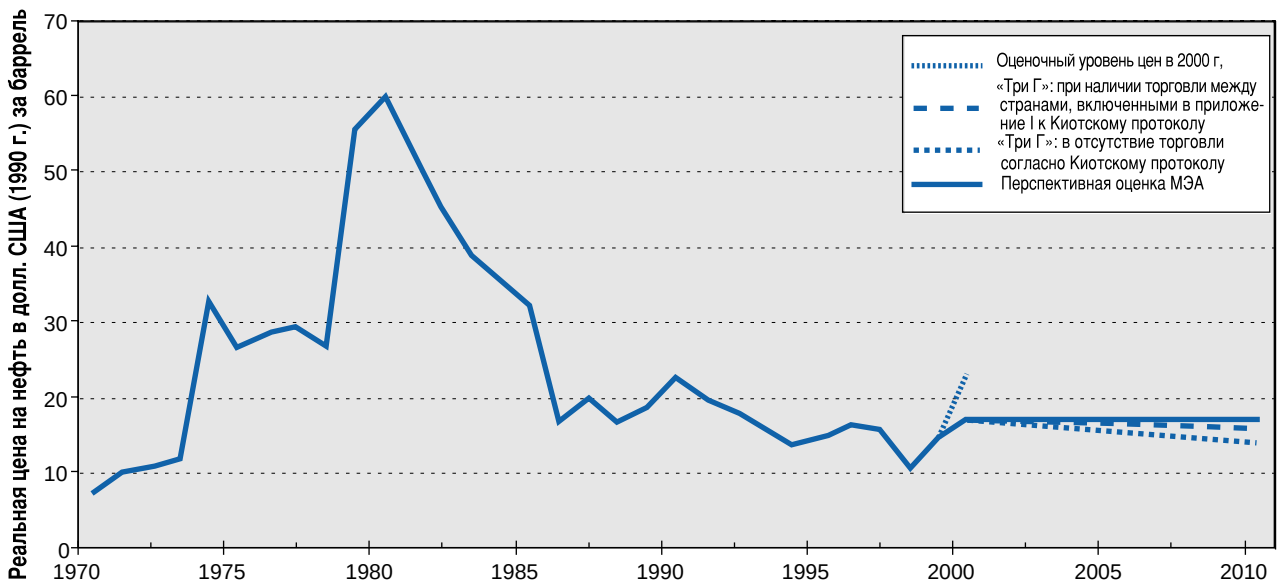
[c] «Торговля» означает торговлю между странами разрешениями на выбросы.

С учетом вышесказанного для всех таких исследований может быть характерна тенденция к завышению как соответствующих расходов стран-экспортеров нефти, так и общих расходов.

9.2.3 Газ

Результаты моделирования свидетельствуют о том, что меры по смягчению воздействий на изменение климата, возможно, в наименьшей степени отразятся на нефти, в наибольшей степени – на угле и в средней степени — на газе; именно такие результаты дало моделирование, однако эти результаты являются неполными. Содержащиеся в исследованиях весьма различные оценки воздействия мер по смягчению воздействий на изменение климата на спрос на газ объясняются такими факторами, как важность его наличия в различных точках, различные структуры удельного спроса на газ и возможности замещения угля газом в производстве энергии.

Эти результаты отличаются от тенденций последнего времени, которые свидетельствуют о более быстром росте потребления природного газа по сравнению с углем или нефтью. Объяснение



ПРИМЕЧАНИЕ. Цены на нефть на рисунке соответствуют ценам Лондонской биржи на нефть сорта «Брент», дефлированные на дефлятор ВВП США. Цена на 2000 год рассчитывалась на основе фактических цен за январь—август и прогнозируемых цен на сентябрь—декабрь.

Рисунок ТР-9. Реальные цены на нефть и воздействие мер по осуществлению Киотского протокола

может быть следующим: нынешние технологии и инфрастуктура транспортного сектора — самого крупного потребителя нефти — не позволят примерно до 2020 года добиться в странах, включенных в приложение I, существенного прогресса в деле сокращения от потребления нефтепродуктов и перехода на неископаемые виды топлива. Страны, включенные в приложение B, могут выполнить свои обязательства по Киотскому протоколу лишь путем ограничения общего потребления энергии, что приведет к снижению спроса на природный газ, если только это сокращение не будет компенсироваться переходом на природный газ в сфере производства энергии. Моделирование такого перехода в рамках рассматриваемых моделей по-прежнему носит ограниченный характер.

9.2.4 Электроэнергия

Что касается воздействия на сектор производства электроэнергии, то в целом политика, направленная на смягчение воздействий на изменение климата, либо предусматривает введение, либо непосредственно вводит стимулы как к более широкому использованию технологий с нулевым уровнем выброса (в частности, речь идет об использовании атомной энергии, энергии воды и других возобновляемых энергоресурсов) и технологий с меньшим объемом выбросов ПГ (например, комбинированный цикл использования природного газа). Кроме того, такая политика может способствовать их более широкому использованию и косвенным образом — за счет применения более гибких подходов, связанных с введением налога на выбросы ПГ или введением требования о получении разрешений на их выбросы. Как бы то ни было, в результате проведения такой политики топливный баланс в электроэнергетике будет меняться в направлении более широкого использования технологий с нулевым или менее высоким уровнем выбросов и уменьшения потребления ископаемого топлива с высоким уровнем выбросов.

Существенно выиграет от проведения политики, направленной на смягчение воздействий выбросов ПГ, атомная энергетика, поскольку при производстве электроэнергии на атомных электростанциях выделяется лишь незначительное количество ПГ. Несмотря на это преимущество, использование атомной энергии во многих странах не воспринимается как надежный способ решения глобальной проблемы потепления климата. Главными проблемами здесь являются: (1) высокие расходы по сравнению с альтернативными CCGT, (2) согласие общественности, которую тревожат вопросы эксплуатационной безопасности и отходов, (3) безопасное удаление радиоактивных отходов и переработка ядерного топлива, (4) риски, связанные с перевозкой ядерного топлива и (5) распространение ядерного оружия.

9.2.5 Транспорт

Если в ближайшем будущем не появятся высокоэффективные транспортные средства (такие, как транспортные средства, работающие на топливных батареях), то будет иметься лишь ограниченное число вариантов сокращения потребления энергии транспортными средствами, не связанных со значительными экономическими, социальными или политическими издержками. Еще ни одно правительство не разработало политики, которая вела бы к снижению общего спроса на передвижение, и все правительства считают, что в политическом плане разработка таких мер представляет собой сложную задачу. Политика, направленная на повышение цен на воздушные перевозки и, следовательно, на сокращение их объема, вполне может способствовать существенному дополнительному повышению энергоэффективности воздушного транспорта. Оценочная ценовая эластичность спроса колеблется в пределах от –0,8 до –2,7. Но повышение цен на воздушный транспорт за счет увеличения налогов сопряжено с определенными политическими трудностями. Многие двусторонние договоры, регулирующие в настоящее время работу системы воздушного транспорта, содержат положения об освобождении от налогов и сборов по многим статьям, кроме эксплуатационных расходов и расходов на усовершенствование системы.

9.3 Дополнительные выгоды, которые получат отдельные сектора в результате принятия мер по смягчению воздействий выбросов парниковых газов

Наряду с сокращением прямых расходов секторов, потребляющих ископаемое топливо, уменьшение объемов производства и сжигания такого топлива благотворно скажется на экологии и здравоохранении. Это благотворное влияние будет связано с уменьшением ущерба, наносимого такой деятельностью, и в особенности с сокращением выбросов загрязняющих веществ, образующихся в результате сжигания, — CO_2, NO_x, CO и других химических соединений и твердых веществ. Это приведет к улучшению качества воздуха и воды на местном и региональном уровнях и тем самым к уменьшению вреда, наносимого человеку, животным, растениям и экосистемам. Такие дополнительные преимущества исчезнут в том случае, если все загрязняющие вещества, содержащиеся в выбросах ПГ, будут рекуперироваться с помощью новых технологий или средств борьбы с загрязнением в конце технологической цепочки (например, десульфурация топочных газов теплоэлектростанции в сочетании с рекуперацией всех других загрязняющих веществ, не относящихся к ПГ). Однако в настоящее время такие средства борьбы с загрязнением применяются лишь в ограниченных масштабах и являются дорогостоящими, особенно в тех случаях, когда речь идет о малых по объему выбросах из бытовых источников и автомобильном выхлопе. [8.6]

9.4 Влияние мер по смягчению воздействий на изменение климата на конкурентоспособность секторов

Политика, направленная на уменьшение воздействий на изменение климата, является менее эффективной тогда, когда она ведет к снижению международной конкурентоспособности или к выводу предприятий, выбрасывающих ПГ, из региона осуществления такой политики (т. е. к «утечке углерода»). Из оценок, содержащихся в специальной литературе, явствует, что воздействие такой политики на международную ценовую конкурентоспособность невелико, а на «утечку углерода», очевидно, пока еще только выясняется и весьма различно оценивается в зависимости от моделей и принятых допущений. Есть определенные основания полагать, что это воздействие будет незначительным. Во-первых, современные стратегии смягчения воздействий на

изменение климата предусматривают использование разнообразных инструментов и, как правило, специального режима для сведения к минимуму отрицательного воздействия на промышленность, в частности, они предусматривают изъятия для энергоемких предприятий. Во-вторых, модели исходят из того, что любые переводимые из района осуществления такой стратегии предприятия, станут использовать в том районе, куда они будут переведены, среднюю для этого района технологию; однако не исключено, что на новом месте они будут использовать более современные технологии с меньшими выбросами CO_2. В-третьих, стратегии смягчения воздействий на изменение климата побуждают, кроме того, к разработке технологий с менее высоким уровнем выбросов, и такие технологии могут перемещаться и способствовать сокращению промышленных выбросов в других странах . [8.7]

9.5 Причина различий в результатах исследований

Результаты рассматриваемых исследований были получены с помощью различных подходов и моделей. Для правильного толкования этих результатов необходимо разбираться в методах и допущениях, использовавшихся в моделях и исследованиях. Значительные различия в результатах могут объясняться использованием различных справочных сценариев или базовых показателей. Особенности базовых показателей могут откладывать серьезный отпечаток на количественные результаты моделирования политики, направленной на смягчение последствий изменения климата. Так, например, если допускается, что в исходном сценарии качество воздуха является удовлетворительным, то такое допущение исключает потенциальную возможность получения дополнительной выгоды в плане улучшения качества воздуха в рамках любого сценария по уменьшению выбросов ПГ. Даже при схожих или одинаковых допущениях относительно исходных показателей исследования дают различные результаты.

Что касается различий в расходах на уменьшение последствий изменения климата, то эти различия, очевидно, в первую очередь объясняются использованием разных подходов и допущений, при этом наиболее важным фактором в этом смысле является тип модели. Индуктивные технические модели, допускающие наличие новых технологических возможностей, как правило, указывают на благоприятное воздействие мер по смягчению последствий изменения климата. Дедуктивные модели общего равновесия, как представляется, указывают на меньшие расходы по сравнению с индуктивными эконометрическими моделями, основанными на временных рядах. Меньшие расходы в этих моделях объясняются следующими основными допущениями:

- использование новых гибких механизмов, таких, как торговля квотами на выбросы и совместное осуществление;
- поступления от налогов и продажи разрешений дают определенный экономический эффект, выражающийся в уменьшении налогового бремени; и
- в результатах учитываются дополнительные выгоды, особенно от уменьшения загрязнения воздуха.

И наконец, в индуктивных моделях широко учитываются технологические новшества и распространение прогрессивных технологий в отдаленном будущем; иные допущения или более комплексный и динамичный анализ могут привести к совершенно иным результатам.

10 Аналитические рамки принятия решений

10.1 Возможности анализа в рамках принятия решений по проблеме изменения климата и новые результаты в этой области

Рамки принятия решений (РПР) по проблемам изменения климата охватывают несколько уровней, начиная глобальными переговорами и кончая выбором, который делают индивидуумы, и характеризуются разнообразием субъектов с различной ресурсной базой и различающимися ценностями и устремлениями. Именно поэтому трудно разработать такую стратегию управления, которая была бы приемлема для всех. Динамичное взаимодействие экономических секторов и соответствующих заинтересованных социальных групп затрудняет выработку национальной позиции, которую требуется отстаивать в первую очередь на международных форумах. Сложный характер международных переговоров по проблемам климата объясняется сложностью и, зачастую, неопределенностью национальных позиций, а также наличием взаимосвязей между политикой, направленной на решение проблемы изменения климата, и другими социально-экономическими задачами.

Таких РПР, которые отражали бы описанное выше разнообразие во всем его богатстве, не существует. Однако после выхода Второго доклада об оценках ученым удалось добиться существенного прогресса по ряду направлений. Во-первых, они интегрируют все большее число вопросов в единые аналитические рамки с целью получения внутренне согласованной оценки тесно связанных друг с другом компонентов, процессов и подсистем. Полученные в результате этого модели комплексной оценки (МКО), упоминаемые в главе 9 и фактически во всем докладе, позволяют директивным органам глубже проникнуть в суть целого ряда проблем, связанных с политикой предотвращения изменения климата. Во-вторых, ученые уделяют все большее внимание расширенному контексту проблем, связанных с климатом, на которые раньше практически никто не обращал внимания. Наряду с другими факторами это способствовало включению вопросов развития, устойчивости и справедливости в настоящий доклад.

Проблема изменения климата в корне отличается от большинства других экологических проблем, с которыми столкнулось человечество. Уникальность проблемы изменения климата определяется сочетанием ряда сложных аспектов. К ним относятся следующие: вопросы общественного блага, возникающие в связи с высокой концентрацией ПГ в атмосфере, для борьбы с которой требуются коллективные глобальные действия; большое количество директивных органов, начиная глобальным уровнем и кончая микроуровнем, на котором действуют отдельные предприятия и индивидуумы; и неоднородность выбросов и их последствий во всем мире. Кроме того, долгосрочный характер проблемы изменения климата определяется тем фактом, что основное значение имеет концентрация ПГ, а не объем их годовых выбросов, и в связи с этим аспектом возникают щекотливые вопросы

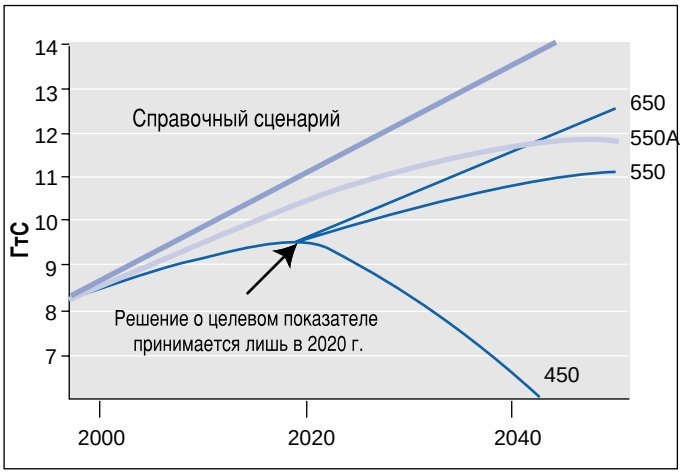


Рисунок TP-10a. Оптимальная стратегия уменьшения выбросов двуокиси углерода при использовании подхода, основанного на анализе эффективности затрат

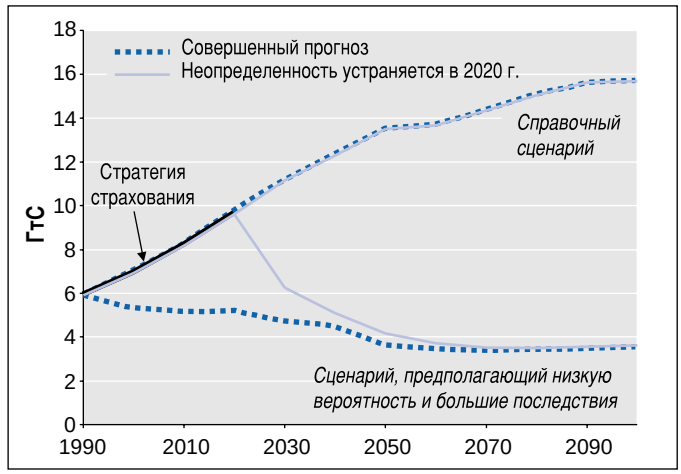


Рисунок TP-10b. Оптимальная стратегия страхования для сценария с низкой вероятностью и большими последствиями при использовании подхода, направленного на оптимизацию «расходов-выгод»

передачи от одного поколения другому богатств и экологических благ и проблем. Далее следует отметить, что человеческая деятельность, ведущая к изменению климата, широко рассредоточена и это исключает возможность успешного применения узких технологических решений, а между стратегией борьбы с изменением климата и другими широкими социально-экономическими стратегиями существует тесная взаимосвязь. И, наконец, многие аспекты этой проблемы неясны, а то и вообще неизвестны, в связи с чем все РПР, касающиеся изменения климата, должны включать элемент регулирования рисков.

Таким образом, директивным органам приходится иметь дело с серьезными факторами неопределенности при выборе соответствующих стратегий реагирования. Был разработан широкий круг инструментов, который помогает им принимать важнейшие решения. Все рамки принятия решений (РПР) имеют свои положительные стороны и недостатки, которые заключаются в том, что они позволяют успешно решать одни проблемы, но не подходят для решения других. Актуальную информацию по этой проблеме содержат недавно проведенные аналитические исследования, в которых использовались такие хорошо проверенные инструменты, как анализ «затрат-выгод», а также совсем недавно разработанные подходы, например, подход, основанный на принципе «допустимых пределов» или «безопасной посадки».

На рисунке TP-10a показаны результаты анализа эффективности затрат, цель которого заключалась в разработке оптимальной стратегии страхования от возможных рисков и неопределенностей при том допущении, что неопределенность в отношении долгосрочного целевого показателя по стабилизации не будет устранена вплоть до 2020 года. Согласно результатам этого анализа, меры по борьбе с выбросами на протяжении нескольких ближайших лет будут экономически выгодными при высокой вероятности непревышения предельных уровней, которые при иных обстоятельствах были бы достигнуты в пределах временных графиков, характерных для систем, являющихся источником выброса парниковых газов. Степень страхования на ближайший период в вышеупомянутом анализе определяется сроком устранения неопределенности, инерцией энергетической системы и тем фактом, что конечный целевой показатель концентрации (после того, как он станет ясным) должен быть достигнут любой ценой. Другие опыты, в частности с использованием моделей «затрат-выгод», основанных на аналитической методике Байе, указывают на то, что оптимальные краткосрочные (на два ближайших десятилетия) пути сокращения выбросов при точном прогнозе и страховании рисков расходятся лишь незначительно даже в рамках сценариев с низкой вероятностью и значительными последствиями (см. *рисунок TP-10b*). Однако решения относительно краткосрочной стратегии уменьшения последствий изменения климата, возможно, придется принимать тогда, когда целевой показатель стабилизации еще будет находиться в стадии обсуждения. Поэтому при принятии решения следует предусмотреть надлежащий элемент страхования на случай выяснения того, каков будет целевой показатель в будущем, и на случай возможного изменения научных представлений о рисках изменения климата. Эти два подхода существенно отличаются друг от друга. При анализе эффективности затрат целевой показатель устанавливается независимо от суммы расходов. При анализе «затрат-выгод» расходы и выгоды балансируются в установленных пределах. Тем не менее, в основе обоих подходов лежит практически одна и та же идея, которая заключается в эксплицитной интеграции неопределенности и ее поэтапного устранения с течением времени. Целесообразная степень страхования зависит от субъективной оценки рисков, преимуществ и стоимости программных мер. В конечном счете, решение относительно размеров премии страхования рисков — суммы, которую общество готово заплатить с целью уменьшения риска, — является по своей сути решением политическим и варьируется в зависимости от стран.

Цель анализа эффективности затрат заключается в нахождении способа максимальной минимизации расходов на достижение какого-либо экологического целевого показателя за счет уравнивания предельных расходов на меры по уменьшению последствий изменений климата в пространстве и во времени. В исследованиях эффективности затрат, ориентированных на

длительную перспективу, содержатся различные оценки расходов на стабилизацию атмосферных концентраций CO_2 и делается вывод о том, что при предельном уровне в 450 промилле по объему затраты значительно выше, чем при уровне в 750 промилле по объему. Вместо того чтобы определять единственный оптимальный путь, подход, основанный на принципах «допустимых пределов» или «безопасной посадки», направлен на определение всего комплекса возможных путей ограничения выбросов, которые учитывают внешнюю оценку воздействия выбросов на климат и финансовые ограничения в области борьбы с выбросами. Результаты свидетельствуют о том, что промедление в принятии мер по эффективному ограничению выбросов в краткосрочной перспективе может резко ограничить число будущих вариантов достижения относительно жестких целевых показателей в области предотвращения изменений климата, тогда как менее жесткие целевые показатели обеспечивают большую гибкость в среднесрочном плане.

10.2 Международные режимы и варианты политики

Большое влияние на эффективность и стоимость мер по смягчению последствий изменения климата, а также размеры выгоды от них будут оказывать структура и характеристики международных соглашений по проблеме изменения климата. Эффективность международного режима по предотвращению изменения климата (такого, как Киотский протокол или любые другие соглашения, которые могут быть заключены в будущем), расходы на его реализацию и обеспечиваемые им выгоды зависят от числа стран, подписавших конкретные соглашения и их целевых показателей в области ограничения выбросов и/или их решимости проводить соответствующую политику. В то же время число сторон, подписавших соглашение, зависит от того, насколько справедливо распределяются обязательства участников. Таким образом, понятия экономической эффективности (сведение к минимуму расходов за счет максимального расширения участия) и справедливости (распределение обязательств по ограничению выбросов) тесно взаимосвязаны.

Между структурой международного режима, экономической эффективностью/действенностью стратегий, направленных на уменьшение последствий изменения климата, и справедливым распределением соответствующих экономических выгод существует тройная взаимосвязь. По этой причине крайне важно разработать такой международный режим, который считался бы одновременно эффективным и справедливым. В специальной литературе рассматриваются различные теоретические подходы к оптимизации международного режима. Например, можно заинтересовать страны в присоединении к группе стран, которые обязуются достичь конкретных целевых показателей в области ограничения и сокращения выбросов за счет обеспечения большей справедливости в рамках более крупного соглашения и, соответственно, за счет повышения его эффективности благодаря таким мерам, как соответствующее распределение целевых заданий во времени, увязка обсуждения проблемы изменения климата с рассмотрением других тем («тематическая увязка»), использование механизмов предоставления финансовых средств затрагиваемым странам («побочные платежи») или заключение соглашений о передаче технологий.

Структура международного режима определяется также следующими двумя важными соображениями: «осуществление» и «соблюдение». Эффективность режима, которая зависит как от осуществления, так и от соблюдения, связана с фактическими изменениями в поведении, способствующими достижению целей соглашения. *Осуществление* означает интеграцию национальными правительствами положений международных соглашений во внутреннее законодательство, политику и правила. *Соблюдение* — это понятие, которое позволяет судить о том, соблюдают ли страны на практике положения какого-либо соглашения и, если соблюдают, то в какой степени. *Мониторинг, отчетность и проверка* крайне важны для эффективного функционирования международных природоохранных режимов, хотя до сих пор серьезные механизмы систематического мониторинга, оценки и урегулирования проблем несоблюдения создавались относительно редко. Вместе с тем, предпринимаются все более активные усилия по созданию «систем рассмотрения хода осуществления», и такие системы уже имеются в структуре РКИК ООН. В будущем предстоит повысить их эффективность, особенно за счет увеличения и повышения качества данных о национальных выгодах, политике и мерах.

10.3 Взаимосвязь с возможными вариантами устойчивого развития на национальном и местном уровнях

Неопределенность, связанная с вопросами устойчивого развития и изменения климата, в основном объясняется отсутствием замеров, которые предоставляли бы в распоряжение директивных органов исходную информацию о возможных вариантах и о том, как такие варианты влияют на ясные и распознаваемые социальные экономические и экологические вопросы, имеющие жизненно важное значение, и которые обеспечивали бы основу для оценки эффективности работы директивных органов, направленной на достижение соответствующих целей и показателей. Таким образом, для того чтобы концепция устойчивого развития заработала, требуются соответствующие показатели. На национальном уровне были предприняты важные шаги с целью определения и разработки различных комплексов показателей; однако еще предстоит проделать большую работу для достижения на практике целевых показателей в области устойчивости.

Говорить в общем о политике устойчивого развития и возможных способах его достижения трудно. Устойчивость подразумевает и требует разнообразия, гибкости и инноваций. Под стратегическим выбором подразумеваются изменения в технологических моделях использования природных ресурсов, изменения в секторах производства и потребления, структурные изменения в системах производства, пространственном распределении населения и экономической деятельности, а также в моделях поведения. Если первые три темы проработаны в специальной литературе по проблемам изменения климата достаточно широко, то таким вопросам, как важность избираемого курса и решений, касающихся моделей поведения и образа жизни, в ней уделяется мало внимания. Модели потребления в промышленно-развитых странах являются одной из важных причин изменения климата. Изменение преференций людей могло бы способствовать существенному уменьшению остроты проблемы изменения климата. Однако для изменения моделей потребления люди должны изменить не только

свое поведение, но и самих себя, поскольку эти модели являются важным элементом образа жизни людей и, соответственно, самооценки. Помимо необходимости решения проблемы изменения климата существуют и другие соображения в пользу таких изменений, а также указания на то, что их можно стимулировать политическими средствами.

Важнейшим требованием устойчивого развития является способность разрабатывать такие программные меры, которые могли бы использовать потенциальное взаимодействие между национальными задачами в области экономического роста и целями природоохранной политики, не препятствуя процессу развития и не вступая в противоречие с национальными стратегиями. Стратегии смягчения последствий изменения климата являются ярким примером того, как скоординированная и согласованная политика может использовать преимущества взаимодействия между осуществлением различных мер по смягчению последствий и достижением более широких целей. Как предполагается, большое значение для преодоления нынешних тенденций в области выбросов ПГ будут иметь повышение энергоэффективности, включая энергосбережение, переход на виды топлива с низким содержанием углерода, использование возобновляемых источников энергии и внедрение более прогрессивных, нетрадиционных энергетических технологий. Аналогичным образом большой вклад в усилия по смягчению последствий выбросов ПГ могли бы внести применение новых технологий и методов в сельском и лесном хозяйстве, а также внедрение чистых производственных процессов. В зависимости от конкретных условий применения таких вариантов они могут давать положительный побочный эффект или приносить двойную выгоду, а поэтому в ряде случаев эти варианты следует использовать независимо от того, принесут ли они какую-либо пользу с точки зрения предотвращения изменения климата.

Устойчивое развитие требует коренных преобразований в сфере технологии и смежных областях как в развитых, так и развивающихся странах. Технологические новшества и быстрое и широкое распространение и применение отдельных технологических решений и подходов, а также технологические системы в целом представляют собой важные элементы глобальных стратегий обеспечения стабилизации климата и устойчивого развития. Однако для передачи технологии требуется не только технология как таковая. Ключевую роль в деле успешной передачи и внедрения технологии, особенно в развивающихся странах, играет благоприятная для этого обстановка. Социально-экономические блага передачи технологии могут реализоваться только в том случае, если при передаче технологии учитываются местные культурные традиции и возможности, а также институциональные и организационные условия, необходимые для внедрения, использования, распространения и совершенствования технологий на постоянной основе.

Процесс интеграции и интернализации политики, направленной на предотвращение изменения климата и обеспечение устойчивого развития, в рамках национальных программ развития требует применения новых стратегий решения существующих проблем и подходов к принятию решений. Эта задача предполагает осуществление деятельности по двум направлениям. С одной стороны, необходимо активизировать аналитическую и интеллектуальную проработку понятия устойчивого развития (методы, показатели и т. д.) с тем, чтобы перевести его из теоретической плоскости в практическую. С другой стороны, при обсуждении проблемы изменения климата необходимо учитывать как ограничительный ряд допущений, лежащих в основе применяемых аналитических инструментов и методов, так и социальные и политические последствия научных построений, касающихся изменения климата. За последние годы была проведена большая аналитическая работа по этой проблеме в обоих направлениях. Были апробированы различные подходы, позволяющие выйти за стандартные рамки представлений и принятия решений при рассмотрении вопросов неопределенности, комплексности и воздействия контекста на процесс оценки и принятия решений человеком. Здесь следует отметить, что в настоящее время появляется еще одна новая тема: упор на широкое участие общественности в принятии решений в качестве основы для разработки новых институциональных механизмов.

10.4 Основные научные вопросы, связанные с политикой

Различные предельные уровни изменения климата (или соответствующих концентраций ПГ в атмосфере), согласованные в глобальных масштабах, предполагают различные соотношения расходов на смягчение последствий изменения климата и чистого ущерба для отдельных стран. С учетом факторов неопределенности и будущих знаний процесс стабилизации климата будет неизбежно носить итеративный характер: государства устанавливают свои национальные целевые показатели, принимая во внимание степень воздействия изменения климата на них и то, как на них отражается воздействие, которое изменение климата оказывает на другие страны. Глобальный целевой показатель формируется в результате сведения воедино национальных целевых показателей, возможно, предполагающих «побочные платежи», в рамках глобальных переговоров. Одновременно с этим соглашение о распределении бремени и согласованном глобальном целевом показателе определяет национальные расходы. Принимая во внимание предполагаемые чистые убытки, которые будут связаны с принятием мер по достижению глобального целевого показателя, государства могут пересматривать свои национальные целевые показатели, особенно по мере появления новой информации о глобальных и региональных моделях и последствиях изменения климата. Это служит отправным пунктом для следующего раунда переговоров. Из вышесказанного следует, что процесс установления «магической цифры» (т. е. верхних пределов для изменения глобального климата или концентрации ПГ в атмосфере) будет длительным, а его источником будет являться в первую очередь процесс формирования соответствующей политики, которому, как можно надеяться, будет способствовать совершенствование научных знаний.

Анализ ключевых дилемм, возникающих в процессе принятия решений по проблемам изменения климата, приводит к нижеследующим выводам (см. также *таблицу TP-7*):

- представляется целесообразным иметь тщательно разработанный пакет мероприятий по смягчению последствий изменения климата, адаптации и углубления знаний на следующие несколько

десятилетий с тем, чтобы застраховаться от недопустимо высоких рисков и/или темпов изменения климата (с точки зрения воздействия), а также от необходимости принимать болезненные меры по резкому сокращению выбросов, если в результате устранения неопределенностей станет ясно, что изменение климата и его последствия могут быть сопряжены с высокими рисками;

- сокращение выбросов является важным видом действий по смягчению последствий изменения климата, но пакет мер по смягчению последствий включает широкий круг других мероприятий, в том числе инвестиции в разработку недорогостоящих, неуглеродных и энергоэффективных технологий, а также технологий регулирования выбросов углерода, которые сделают менее дорогостоящими методы сокращения выбросов CO_2 в будущем;
- вопросы, касающиеся распределения во времени и комбинации мер по смягчению последствий (инвестиции в развитие технологий или непосредственно ограничение выбросов), носят весьма противоречивый характер в виду технологических особенностей энергетических систем и большого количества неопределенностей в отношении воздействия различных подходов к сокращению выбросов;
- гибкие международные инструменты помогают сократить расходы на ограничение выбросов, но ведут к возникновению ряда проблем, связанных с осуществлением и проверкой, финансовые последствия которых необходимо сопоставлять с размерами экономии;
- если по вопросу об использовании в качестве принципа эффективности «принципа улучшения по Парето»[30], имеется широкий консенсус, то по поводу наиболее оптимального принципа справедливости, который должен лежать в основе справедливого международного режима, такого согласия нет. Проблемы эффективности и справедливости имеют важное значение при проведении переговоров о системах ограничения выбросов, при этом они не являются взаимоисключающим. Таким образом, справедливость будет играть важную роль при распределении льгот на выбросы и/или в рамках систем компенсации после торговли квотами на выбросы, которая может привести к возложению на определенные страны непомерно тяжелого бремени. И наконец, возможно было бы лучше положить в основу режима не один, а сразу несколько различных принципов справедливости. Распространение во всем мире неуглеродных, энергоэффективных и других технологий, обеспечивающих меньший выброс ПГ, могло бы внести существенный вклад в сокращение выбросов в краткосрочной перспективе, однако на пути передачи технологий имеется много препятствий, включая несовершенство рынка, политические проблемы и трансакционные издержки, которым часто не уделяется никакого внимания;
- между современными глобальными и континентальными экологическими проблемами и попытками международного сообщества решить их, существует очевидная взаимосвязь, однако потенциальное взаимодействие одновременных действий по решению ряда таких проблем, не только не задействовано, но и еще не вполне изучено.

Решения относительно мер по смягчению воздействий и адаптации в связи с изменением климата, вызванным деятельностью человека, различаются. Решения относительно мер по смягчению воздействий на изменение климата, затрагивают многие страны, предусматривают распределение выгод в глобальных масштабах на протяжении десятилетий или столетий (а также дополнительных преимуществ в более краткосрочной перспективе), определяются государственной политикой и основываются на имеющейся на момент их разработки информации, а соответствующие нормативные акты потребуют принятия жестких мер по обеспечению их выполнения. В отличие от этого в случае решений относительно адаптации период между принятием решений и получением конкретных результатов является более коротким, соответствующие расходы и выгоды концентрируются на местах, а их реализация обеспечивается за счет проведения соответствующей политики местными органами власти и принятия конкретных мер по адаптации затрагиваемых социальных субъектов — в обоих случаях на основе более совершенной информации. Возможности в области принятия мер по смягчению воздействий и адаптации на местном уровне существенно различаются в зависимости от регионов и временных периодов. Комплекс мер по смягчению воздействий на изменение климата и адаптации будет зависеть от местных или национальных приоритетов и наиболее часто используемых подходов в сочетании с международной ответственностью.

Ввиду значительной неопределенности, присущей каждому аспекту проблемы изменения климата, руководящим органам в настоящее время трудно установить приемлемый в глобальных масштабах уровень стабилизации концентраций ПГ. Исследования, рассмотренные в главе 10, подкрепляют очевидные предположения относительно того, что более низкие целевые уровни стабилизации влекут за собой значительно более высокие расходы на меры по уменьшению воздействий на изменение климата и предполагают относительно более крупные сокращения выбросов в ближайшей перспективе, с одной стороны, но, как сообщила РГ II, установление целевых показателей на более низком уровне ведет к значительному уменьшению биогеофизических воздействий и соответственно к сокращению ущерба и расходов на адаптацию.

11. Пробелы в знаниях

Ниже указываются серьезные пробелы в наших знаниях, которые для облегчения проведения оценок в будущем было бы целесообразно устранить с помощью дополнительных исследований:

- *Дальнейшее изучение регионального, национального и секторального потенциала в области применения инновационных технологических и социальных решений, включая:*
  - — изучение краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного потенциала различных не связанных с энергетикой способов смягчения воздействий выбросов как CO_2, так и других газов, а также существующих расходов;
  - — изучение вопросов распространения технологий в различных регионах;
  - — выявление возможностей в области социальных инноваций, преследующих цель сокращения выбросов парниковых газов;

[30] «Улучшение по Парето» является требованием или состоянием, при котором благосостояние индивидуума не может повышаться далее без снижения благосостояния других членов общества.

Таблица TP-7. *Разработка сбалансированного пакета краткосрочных мер по смягчению воздействий на изменение климата*

Проблема	В защиту умеренных мер по сокращению выбросов на раннем этапе	В защиту жестких мер по сокращению выбросов на раннем этапе
Развитие технологий	• Энергетические технологии меняются и появляются более совершенные варианты существующих технологий, даже если на уровне политики для этого ничего не делается. • Внедрение в умеренных масштабах на раннем этапе быстро совершенствующихся технологий обеспечивает сокращение расходов по кривой накопления знаний и препятствует преждевременному замыканию на существующие малопроизводительные технологии. • Для разработки ультрасовременных технологий потребуются капиталовложения в фундаментальные исследования.	• Наличие малозатратных способов может существенно сказаться на динамике выбросов. • Эндогенные (вызванные рыночными условиями) изменения могут ускорять разработку малозатратных способов решения задач (практическое обучение). • Воздействие кластеров свидетельствует о важном значении движения в направления сокращения выбросов. • Строгие меры на начальном этапе стимулируют скорейший переход в рамках корпоративных энергетических НИОКР от усовершенствования технологий сжигания ископаемого топлива к технологиям с низким уровнем потребления и выбросов углерода.
Основные фонды и инерция	• Введение на первоначальном этапе умеренных коэффициентов ограничения выбросов позволяет избежать преждевременного старения и списания существующих основных фондов и извлечь выгоду из коэффициента естественного оборота основного капитала. • Это сокращает также расходы на усовершенствование существующих основных фондов и предотвращает рост расходов на инвестиции, вызываемых эффектом вытеснения.	• Такой курс позволяет более полно использовать коэффициент естественного оборота фондов, благодаря привлечению новых инвестиций, начиная с момента принятия соответствующих мер и далее. • Ограничивая выбросы до уровней, обеспечивающих низкую концентрацию CO_2, такой курс сохраняет возможность ограничения концентрации CO_2 до низких уровней с использованием уже имеющихся технологий. • Уменьшаются риски неопределенности в отношении показателей стабилизации и соответственно риск возникновения необходимости идти на весьма быстрое сокращение выбросов, что впоследствии потребует преждевременного списания основных фондов.
Социальные последствия и инерция	• Постепенное сокращение выбросов сокращает масштабы вынужденной секторальной безработицы, предоставляя больше времени для решения проблем рабочей силы и реструктуризации рынка труда и системы образования. • Такой курс позволяет уменьшить степень снижения благосостояния в результате необходимости быстрой перестройки образа и условий жизни людей.	• Более жесткий курс на ограничение выбросов на раннем этапе, особенно когда, в конечном счете, потребуется установить более низкие целевые показатели по стабилизации, обеспечивает снижение максимального коэффициента сокращения выбросов впоследствии и снижает остроту связанных с этим проблем переходного периода, уменьшает степень дезорганизации производства и снижения благосостояния в связи с необходимостью более быстрого изменения в будущем образа и условий жизни людей.
Дисконтирование и справедливость в отношениях между поколениями	• Сокращает текущую стоимость будущих расходов на борьбу с выбросами (*ceteris paribus*), но, возможно, снижает будущие относительные издержки за счет предложения дешевых технологий и повышения уровней будущего дохода.	• Уменьшает воздействие (*ceteris paribus*), сокращает их текущую стоимость.
Углеродный цикл и изменение баланса излучения	• Незначительное увеличение в ближайшем будущем временной концентрации CO_2. • Чем больше будет объем поглощенных выбросов на раннем этапе, тем большим может быть совокупный объем выбросов углерода в нынешнем столетии при определенном показателе стабилизации (что впоследствии будет компенсироваться меньшими уровнями выбросов).	• Незначительное уменьшение в ближайшем будущем временной концентрации CO_2. • Снижение максимальных коэффициентов изменения температуры.
Последствия изменения климата	• Существует мало данных об ущербе, нанесенном в результате относительно быстрых изменений в течение ряда десятилетий в прошлом.	• Такой курс, возможно, позволяет избежать более значительного ущерба, который способны нанести более быстрые темпы изменения климата.

— всесторонний анализ воздействия мер по смягчению воздействий на изменение климата на потоки углерода в экосистеме суши и за её пределами;
— проведение базовых исследований в области геоинжиниринга.

- *Экономические, социальные и институциональные вопросы, связанные со смягчением воздействий на изменение климата во всех странах. Приоритетные области:*
  — рекомендуется провести значительно более глубокий анализ вариантов, препятствий и политики в области смягчения воздействий на изменение климата на уровне регионов, поскольку они зависят от потенциала регионов в области уменьшения воздействий на изменение климата;
  — соблюдение принципа справедливости при принятии мер по смягчению воздействий на изменение климата;
  — разработка соответствующих методик и обеспечение наличия источников более совершенных данных для целей смягчения воздействий на изменение климата, а также создание потенциала в области комплексной оценки;
  — укрепление базы будущих исследований и оценок, особенно в развивающихся странах.

- *Методики анализа возможных вариантов действий в целях смягчения воздействий на изменение климата и их стоимость с особым упором на сопоставимость результатов. В качестве примера таких методик можно привести следующие:*
  — описание и измерение факторов, препятствующих действиям по сокращению выбросов парниковых газов;
  — повышение согласованности, воспроизводимости и доступности методов моделирования мер по смягчению воздействий на изменение климата;
  — более глубокое изучение технологии моделирования; усовершенствование аналитических инструментов для оценки дополнительных выгод, например, инструментов, позволяющих определить расходы на борьбу с выбросами парниковых газов по сравнению с другими загрязнителями;
  — систематический анализ зависимости расходов от базовых допущений в различных сценариях стабилизации концентрации парниковых газов;
  — разработка аналитической основы принятия решений для целей учета в ходе разработки политики, направленной на предотвращение изменения климата, факторов неопределенности и социально-экономических и экологических рисков;
  — усовершенствование глобальных моделей и исследований и используемых в них допущений и повышение их согласованности с точки зрения обработки и представления данных по странам и регионам, не включенным в приложение I.

- *Оценка вариантов смягчения воздействий на изменение климата в контексте развития, устойчивости и справедливости. В качестве примера можно отметить следующее:*
  — необходимо глубже исследовать в контексте РСУ баланс различных вариантов в областях смягчения воздействий на изменение климата и адаптации, а также потенциал, которым страны и регионы обладают в этих областях;
  — изучение альтернативных путей развития, включая модели устойчивого потребления во всех секторах, в том числе в транспортном секторе, и комплексный анализ мер по смягчению воздействий и адаптации;
  — выявление возможностей достижения синергического эффекта в проведении политики, конкретно направленной на уменьшение воздействий на изменение климата, и общей политики, направленной на обеспечение устойчивого развития;
  — учет в рамках исследований по вопросам смягчения воздействий на изменение климата такого аспекта, как справедливость в отношениях между поколениями и внутри поколений;
  — последствия оценок соблюдения принципа справедливости;
  — анализ научных, технических и экономических аспектов последствий применения тех или иных вариантов при самых разнообразных режимах стабилизации;
  — определение стратегий, которые при определенных социально-экономических условиях позволяют добиться сокращения выбросов CO_2 в будущем;
  — изучение того, каким образом можно стимулировать изменение социальных ценностей с целью обеспечения устойчивого развития;
  — оценка вариантов смягчения воздействий на изменение климата в контексте и с целью обеспечения эффекта синергизма за счет сочетания этих вариантов с потенциальными и фактическими мерами по адаптации.

- *Расширение технико-экономических и секторальных исследований, а также исследований по вопросам конечного потребления с целью оценки потенциала в области уменьшения воздействий выбросов ПГ, имеющегося в конкретных регионах и/или странах мира, с упором на:*
  — выявление и оценку технологий и мер по смягчению воздействий на изменение климата, которые необходимы для того, чтобы отойти от «обычной деловой практики» в краткосрочной перспективе (к 2010, 2020 гг.);
  — разработка унифицированных методик количественной оценки сокращения выбросов и расходов на внедрение технологий и осуществление мер по смягчению воздействий на изменение климата;
  — определение барьеров на пути внедрения технологий и осуществления мер по смягчению воздействий на изменение климата;
  — выявление возможностей расширения применения технологий и мер по смягчению воздействий выбросов ПГ благодаря информированию о дополнительных преимуществах и пропаганде целей РСУ;
  — увязка результатов оценок с конкретными стратегиями и программами, располагающими необходимым потенциалом для преодоления выявленных препятствий и получения выявленных дополнительных преимуществ.

Глоссарий

Адаптация

Приспособляемость в рамках естественных или антропогенных систем к новой или изменяющейся окружающей среде. Адаптация к ***изменению климата***[1] означает приспособление в рамках естественных или антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое климатическое воздействие или их последствия, которое смягчает ущерб или использует благоприятные возможности. Можно выделить различные виды адаптации, включая превентивную и ответную адаптацию, личную и общественную адаптацию, а также автономную и планируемую адаптацию.

Административные расходы

Расходы по проектной или секторальной деятельности, непосредственно связанные с ее краткосрочным осуществлением или ограниченные ею. Они включают расходы на планирование, профессиональную подготовку, управление, мониторинг и т. д.

Альтернативная энергия

Энергия, получаемая из неископаемых источников топлива.

Альтернативные издержки

Альтернативные издержки — это стоимость экономической деятельности, от которой пришлось отказаться в результате выбора другой деятельности.

Альянс малых островных государств (АМОГ)

Эта группа сформировалась во время Второй всемирной климатической конференции в 1990 г. и включает развивающиеся малые островные страны и страны с низинными прибрежными районами, которые являются особенно уязвимыми для неблагоприятных последствий ***изменения климата***, таких, как подъем уровня моря, обесцвечивание кораллов, а также повышение частоты интенсивности тропических штормов. АМОГ, в который входит 35 государств из регионов Атлантики, Карибского моря, Индийского океана, Средиземного моря и Тихого океана, ставит те же задачи в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, что и задачи в рамках процесса ***РКИК ООН (Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата).***

Альтернативные пути развития

Означают целый ряд возможных сценариев для систем общественных ценностей и моделей потребления и производства во всех странах, включая продолжение сегодняшних тенденций, но не ограничиваясь ими. В данном докладе эти пути не включают дополнительные инициативы в области климата, что означает невключение любых сценариев, которые однозначно предполагают осуществление ***РКИК ООН*** или целей по сокращению выбросов ***Киотского протокола***, однако включают в то же время предположение относительно иных видов политики, которые оказывают косвенное воздействие на выбросы парниковых газов.

АМОГ

См. ***Альянс малых островных государств.***

Анализ общего равновесия

Анализ общего равновесия — это подход, который учитывает одновременно все рынки и все эффекты обратной связи между этими рынками в экономике, ведущей к рыночному регулированию. См. также ***рыночное равновесие.***

Анализ стабилизации

В данном докладе это относится к анализам или сценариям, в которых рассматривается ***стабилизация*** концентрации ***парниковых газов***.

Антропогенные выбросы

Выбросы парниковых газов, прекурсоров парниковых газов, а также аэрозолей, связанных с деятельностью человека. К ним также относятся сжигание ***ископаемых видов топлива*** для получения энергии, ***обезлесивание*** и изменения в ***землепользовании***, которые ведут к чистому увеличению выбросов.

Барьер

Барьер — это любое препятствие к достижению потенциала, который может быть преодолен посредством осуществления политики, программы или мероприятия.

Биологические варианты

Биологические варианты смягчения последствий изменения климата связаны с одной или более чем одной из трех стратегий, а именно: *консервация* — сохранение существующего ***резерва*** углерода и предотвращение таким образом ***выбросов*** в атмосферу; ***поглощение*** — увеличение размера существующих резервов углерода и извлечение таким образом двуокиси углерода из атмосферы; и *замена* — замена ***ископаемых видов топлива*** биологическими продуктами или энергоемкими продуктами, снижая таким образом выбросы двуокиси углерода.

Биомасса

Общая масса живых организмов на заданной площади или в заданном объеме; недавно погибший растительный материал нередко учитывается в качестве мертвой биомассы. Биомасса может использоваться в качестве непосредственного топлива посредством ее сжигания (например древесина) или косвенным образом посредством ферментации до образования спирта (например сахар), или экстрагирования горючих масел (например соевые бобы).

Биотопливо

Топливо, получаемое из сухого органического вещества или горючих масел из растений. Примерами биотоплива являются

[1] Термины, которые являются независимыми единицами в настоящем глоссарии, выделены в тексте ***жирным шрифтом и курсивом*** в качестве перекрестных ссылок.

спирт (из прошедшего ферментацию сахара), черная жидкость, образующаяся в процессе производства бумаги, древесина и масло соевых бобов.

Валовое первичное производство (ВПП)
Установленное количество углерода, изъятого из атмосферы посредством фотосинтеза.

Валовый внутренний продукт (ВВП)
Сумма валовой ***прибавочной стоимости*** по закупочным ценам, созданной всеми производителями-резидентами и нерезидентами в данной стране, плюс любые налоги и минус любые субсидии, не включенные в стоимость продукции в стране или географическом регионе за данный период времени, как правило за один год. Рассчитывается без вычета обесценивания созданных активов или истощения и деградации природных ресурсов.

Валовый мировой продукт (ВМП) (Gross World Product –GWP)
Совокупность ***валовых национальных продуктов*** мира. Следует отметить, что ***GWP*** также означает ***потенциал глобального потепления***.

Валовый национальный продукт (ВНП)
ВНП — это мера национального дохода. Он измеряет ***прибавочную стоимость***, полученную из национальных и иностранных источников, заявленных резидентами. ВНП включает ***валовый внутренний продукт*** плюс чистые поступления в виде первичного дохода за счет дохода нерезидентов.

Варианты «не вызывающие сожалений»
См. ***политика, «не вызвающая сожалений».***

ВВП
См. ***валовый внутренний продукт.***

ВВП
См. ***валовый национальный продукт.***

Верхний предел
См. ***верхний предел выбросов.***

Верхний предел выбросов
Санкционированное ограничение в запланированный срок, которое устанавливает «потолок» для общего количества антропогенных ***выбросов парниковых газов***, которые могут выпускаться в атмосферу. В ***Киотском протоколе*** определены верхние пределы выбросов парниковых газов в ***странах/Сторонах***, включенных в ***приложение B***.

Внешние расходы
Термин используется для определения расходов, возникающих в результате любого вида деятельности человека, когда лицо, ответственное за данную деятельность, не учитывает в полной мере последствия своих действий для других лиц. Кроме того, во всех случаях, когда последствия являются позитивными и не учитываются при совершении действий ответственным лицом, они именуются *внешними выгодами*. ***Выбросы*** конкретного загрязнителя электростанцией отрицательно влияют на здоровье людей в округе, однако на это часто не обращают внимания или не придают должного значения в процессе принятия решений частного характера, и нет никакого рынка для таких последствий. Подобное явление именуется *внешним фактором*, а возникающие в связи с ним расходы именуются внешними расходами.

Внешний фактор
См. ***внешние расходы.***

Возможность
Возможность — это положение или обстоятельство, позволяющее сократить разрыв между ***рыночным потенциалом*** любой ***технологии*** или практики и ***экономическим потенциалом, социально-экономическим потенциалом*** или ***технологическим потенциалом.***

Возобновляемые источники энергии
Источники энергии, которые являются устойчивыми в течение короткого срока по отношению к естественным циклам Земли и включают такие, не связанные с использованием углерода технологии, как солнечная энергия, гидроэлектроэнергия и энергия ветра, а также нейтральные с точки зрения углерода технологии, такие, как использование ***биомассы***.

ВПП
См. ***валовое первичное производство.***

Выбросы
В контексте понятия «***изменение климата***» выбросы означают выпуск ***парниковых газов*** и/или их прекурсоров и аэрозолей в атмосферу над конкретным районом и в конкретный период времени.

Г77/Китай
См. ***Группа 77 и Китай.***

SF_6
См. ***гексафторид серы.***

Гексафторид серы (SF_6)
Один из шести ***парниковых газов***, подлежащих сокращению в соответствии с ***Киотским протоколом***. Широко используется в тяжелой промышленности для изоляции высоковольтного оборудования и содействия в производстве систем охлаждения кабелей. Его ***потенциал глобального потепления*** составляет 23 900.

Геоинженерия
Мероприятия по стабилизации климатической системы прямого непосредственного регулирования энергетического баланса Земли и соответственно преодоления повышенного ***парникового эффекта***.

Гидрофторуглероды (ГФУ)
Входят в число шести ***парниковых газов***, подлежащих сокращению согласно ***Киотскому протоколу***. Они производятся на коммерческой основе в качестве заменителя ***хлорфторуглеродов***.

ГФУ широко применяются в производстве холодильной техники и полупроводников. Их ***потенциалы глобального потепления*** находятся в пределах от 1300 до 11 700.

Глобальное потепление

Глобальное потепление — это наблюдаемое или прогнозируемое повышение глобальной средней температуры.

Группа 77 и Китай (Г77/Китай)

Первоначально 77, а в настоящее время более 130 развивающихся стран, которые выступают в качестве основной группы на переговорах о ходе осуществления ***РКИК ООН (Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата).*** В контексте Рамочной конвенции Организации Объединеных Наций об изменении климата Г77/Китай относятся также к ***странам, не включенным в приложение I***.

ГФУ

См. ***гидрофторуглероды***.

Двойной дивиденд

Эффект, благодаря которому образующие доход механизмы, такие, как *налог на углерод* или выставляемые на аукцион (продаваемые) разрешения на выброс углерода, могут (1) ограничивать или снижать ***выбросы*** *парниковых газов* и (2) компенсировать, по-меньшей мере, часть потенциальных потерь в области благосостояния в результате проведения климатической политики посредством рециклирования поступлений в экономику с целью снижения других налогов, которые могут стать, вероятно, непропорциональными. В мире, который характеризуется вынужденной безработицей, политика, проводимая в связи с ***изменением климата***, может иметь последствия (позитивный или негативный «третий дивиденд») для занятости. Низкий двойной дивиденд сохраняется до тех пор, пока действует эффект рециклирования поступлений; т.е. до тех пор, пока поступления рециклируются в результате снижений предельных ставок непропорциональных налогов. Высокий двойной дивиденд требует, чтобы (выгодный) эффект рециклирования поступлений более чем компенсировал совокупность предварительной стоимости, и в этом случае чистая стоимость смягчения последствий является негативной. См. также ***эффекты взаимодействия***.

Двуокись углерода (CO_2)

Газ естественного происхождения, а также побочный продукт сжигания ***ископаемых видов топлива*** и ***биомассы***, а также изменений в ***землепользовании*** и других промышленных процессов. Это основной антропогенный ***парниковый газ***, который воздействует на радиационный баланс Земли. Это эталонный газ, по которому измеряются другие ***парниковые газы***, и который имеет соответственно ***потенциал глобального потепления***, равный 1.

Дематериализация

Процесс, посредством которого экономическая деятельность отделяется от количества материала-энергии, израсходованного за определенный срок, благодаря таким технологиям, как экологически эффективное производство или ***промышленная экология***, что обеспечивает уменьшение воздействия на окружающую среду на единицу экономической деятельности.

Дисконтированная стоимость

Сумма всех издержек за все периоды времени с учетом будущих издержек.

Добавленная стоимость

Чистая продукция сектора после добавления всех видов продукции и вычета промежуточных потребляемых ресурсов.

Добровольное соглашение

Соглашение между правительственным органом или одной или более частными сторонами, а также одностороннее обязательство, которое признается государственным органом для достижения экологических целей или повышения качества экологической деятельности выше норм соблюдения.

Добровольные меры

Меры, направленные на сокращение ***выбросов парниковых газов***, которые принимаются фирмами и другими действующими лицами без санкции правительства. Добровольные меры способствуют облегчению доступа к продуктам или процессам, не влияющим на климат, или поощряют потребителей к включению экологических ***ценностей*** в качестве факторов, определяющих их рыночные преференции.

Дополнительные выгоды

Дополнительные или побочные эффекты политики, направленные исключительно на ***смягчение воздействий на изменение климата***. Подобная политика оказывает воздействие не только на ***выбросы парниковых газов***, но также и на эффективность использования ресурсов, аналогичную сокращению выбросов загрязняющих воздух веществ на местном и региональном уровнях, связанных с использованием ископаемого топлива, а также на такие виды деятельности, как: транспортные перевозки, сельское хозяйство, практика ***землепользования***, занятность и топливная безопасность. В некоторых случаях эти выгоды упоминаются в качестве «дополнительных последствий» для отражения того факта, что в определенных случаях выгоды могут быть негативными. С точки зрения политики, направленной на борьбу с загрязнением воздуха на местном уровне ***смягчение воздействий парниковых газов*** может также рассматриваться в качестве дополнительной выгоды, однако подобные взаимоотношения не рассматриваются в этой оценке. См. также ***совместные выгоды.***

Дополняемость

Сокращение ***выбросов*** по ***источникам*** или повышение абсорбции при помощи поглотителей, которая дополняет любое сокращение, которое будет происходить при отсутствии проектной деятельности в рамках ***совместного осуществления*** или ***механизма чистого развития,*** как это определено в статьях ***Киотского протокола*** по ***совместному осуществлению*** и ***механизму чистого развития.*** Это определение может быть сделано еще более широким с тем, чтобы включать финансовую, инвестиционную и ***технологическую*** дополняемость. В рамках финансовой дополняемости финансирование проектной

деятельности будет являться дополнительным по отношению к существующему Глобальному экологическому фонду, другим финансовым обязательствам Сторон, включенных в приложение I, официальной помощи на цели развития и другим системам сотрудничества. В рамках инвестиционной дополняемости ценность ***единицы сокращения выбросов/единицы сертифицированного сокращения выбросов*** значительно повысит финансовую и/или коммерческую жизнеспособность проектной деятельности. В рамках технологической дополняемости технология, используемая для проектной деятельности, будет самой лучшей из имеющихся в условиях принимающей Стороны.

Дополняемость

В ***Киотском протоколе*** говорится, что ***торговля выбросами*** и деятельность по ***совместному осуществлению*** должны дополнять национальные действия (например: налоги на энергию, ***стандарты*** кпд топлива и т. д.), предпринимаемые развитыми странами для сокращения их ***выбросов парниковых газов***. В соответствии с некоторыми предложенными определениями понятия дополняемости (например конкретный «потолок» уровня использования) развитые страны могут быть ограничены в своем использовании ***киотских механизмов*** для достижения своих показателей сокращения. Этот вопрос подлежит дальнейшим переговорам и разъяснению Сторонами.

Единица сокращения выбросов (ЕСВ)

Эквивалент одной тонны (метрической тонны) ***выбросов двуокиси углерода***, сниженных или поглощенных в результате ***совместного осуществления*** (определенного в статье 6 ***Киотского протокола***) проекта, рассчитанный с использованием ***потенциала глобального потепления.*** См. также ***сертифицированное сокращение выбросов и торговля выбросами***.

Единица установленного количества (ЕУК)

Эквивалентна одной тонне (метрической тонне) ***выбросов в эквиваленте CO_2***, рассчитанных с использованием ***потенциала глобального потепления***.

ЕСВ

См. ***единица сокращения выбросов***.

ЕУК

См. ***единица установленного количества***.

N_2O

См. **закись азота.**

Закись азота (N_2O)

Один из шести ***парниковых газов***, подлежащих сокращению в соответствии с ***Киотским протоколом.***

Запас

Согласно ***Киотскому протоколу*** [пункт 13 статьи 3], Стороны, включенные в приложение I к ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата,*** могут сберегать излишние, предоставленные или начисленные ***выбросы***, в первый период действия обязательств для их использования в последующие периоды действия обязательств (после 2012 г.).

Запас

См. ***накопитель.***

Землепользование

Сопокупность деятельности и средств производства, действующих на определенном типе земного покрова (совокупность деятельности человека). Социально-экономические цели, для которых ведется деятельность на земле (например: выпас животных, производство строевого леса, использование природных ресурсов).

«Зонтичная» группа

Ряд, в основном, неевропейских развитых стран, которые в отдельных случаях выступают в качестве группы для проведений переговоров по конкретным вопросам.

Известные технологические варианты

Имеются ввиду технологии, которые существуют в настоящее время в виде действующей или экспериментальной установки. К ним не относятся любые новые технологии, которые потребуют коренных технологических новшеств.

Изменение климата

Изменение климата — это статистически значимая вариация либо усредненного состояния климата или его изменчивости, продолжающаяся в течение длительного периода (обычно десятилетия или более того). Изменение климата может являться результатом естественных внутренних процессов или внешних воздействий, а также постоянных антропогенных изменений в составе атмосферы или в ***землепользовании***. Отметим, что ***Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата*** в своей статье 1 определяет «изменение климата» как «изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызвающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени». Таким образом, *Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций* проводит различие между «изменением климата», вызванным деятельностью человека, вызывающей изменения в составе атмосферы, и «изменчивостью», вызванной естественными причинами.

Индустриализация

Переход общества от этапа применения ручного труда к этапу применения механических устройств.

Инерция

Свойство тела сохранять существующее состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока это состояние не изменяется в результате внешнего воздействия. В контексте ***смягчения последствий изменения климата*** это свойство связано с различными формами капитала (например: физический капитал, созданный в результате деятельности человека, природный капитал и социальный нефизический капитал, включая институты, правила и нормы).

Инфраструктура
Основные сооружения и оборудование, от которых зависит функционирование и рост сообщества, такие, как: дороги, школы, предприятия электро-, газо- и водоснабжения, транспорт и системы коммуникаций.

Ископаемые виды топлива
Виды топлива на основе углерода, получаемые из месторождений ископаемого углерода, включая: уголь, нефть и природный газ.

Исследования, разработки и демонстрация
Научные и/или технические исследования и разработки новых производственных процессов или продуктов, сочетающиеся с осуществлением анализа и мероприятий, которые обеспечивают информацией потенциальных пользователей относительно применения нового продукта или процесса; демонстрационные тесты и практическая возможность применения этих продуктов и процессов посредством экспериментальных установок и других применений на этапе до начала коммерческого использования.

Источник
Источник — это любой процесс, вид деятельности или механизм, который выбрасывает ***парниковый газ***, аэрозоль или прекурсор *парникового газа* или аэрозоля в атмосферу.

Исходные условия
Сценарий, не предполагающий вмешательства, который используется в качестве основы для анализа сценариев, предполагающих вмешательство.

Капитальные расходы
Расходы, связанные с капитальными или инвестиционными расходами на землю, предприятие, оборудование и материально-производственные запасы. В отличие от расходов на рабочую силу и оперативные расходы капитальные расходы не зависят от объема продукции для данного производственного потенциала.

Квота на выбросы
Часть или доля общих допустимых выбросов, разрешенных стране или группе стран в рамках максимальных общих выбросов и обязательных выделенных ресурсов.

Киотские механизмы
Экономические механизмы, основанные на рыночных принципах, в соответствии с которыми Стороны ***Киотского протокола*** могут действовать в целях уменьшения потенциальных экономических последствий, связанных с требованиями в отношении снижения выбросов ***парниковых газов***. Они включают ***совместное осуществление*** (статья 6), ***механизм чистого развития*** (статья 12) и ***торговлю выбросами*** (статья 17).

Киотский протокол
Киотский протокол к ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата*** был принят на третьей сессии ***Конференции Сторон*** (КС) Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, состоявшейся в 1997 г. в Киото, Япония. Он содержит юридически обязательные положения дополнительно к тем, которые были включены в РКИК ООН. Страны, включенные в приложение B Протокола (большинство стран ОЭСР и страны с ***переходной экономикой)*** согласились снизить свои антропогенные ***выбросы парниковых газов (двуокись углерода, метан, закись азота, гидрофторуглероды, перфторуглероды и гексафторид серы***) по-меньшей мере на 5 % по сравнению с уровнями 1990 г. в период действия обязательств с 2008 г. по 2012 г. Киотский протокол еще не вступил в силу (по состоянию на ноябрь 2000 г.).

Коммерциализация
Последовательность действий, которые необходимы для обеспечения проникновения на рынок и общей рыночной конкурентоспособности новых технологий, процессов и продукции.

Комплексная оценка
Метод анализа, объединяющий результаты и модели из физических, биологических, экономических и социальных наук, также, как и взаимосвязи между этими компонентами в последовательную общую схему для оценки состояния и последствий изменения в окружающей среде и политики реагирования на него.

Конвенция о климате
См. ***Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата.***

Конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)
Конвенция была принята 9 мая 1992 г. в Нью-Йорке и подписана в 1992 г. на Встрече на высшем уровне по проблемам планеты Земля в Рио-де-Жанейро более чем 150 странами и Европейским экономическим сообществом. Ее конечная цель заключается в «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». Она содержит обязательства всех Сторон. В соответствии с Конвенцией Стороны, включенные в ***приложение I***, ставят цель вернуться к 2000 г. к уровням 1990 г. выбросов парниковых газов, не регулируемых ***Монреальским протоколом***. Конвенция вступила в силу в марте 1994 г. См. также ***Конференция Сторон и Киотский протокол.***

Конечная энергия
Поставляемая энергия, которая предоставляется потребителю для преобразования в полезную энергию (например электричество в розетке).

Конференция Сторон (КС)
Высший орган ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата***, в состав которого входят страны, которые ратифицировали Рамочную конвенцию об изменении климата или присоединились к ней. Первая сессия Конференции Сторон (КС-1) была проведена в Берлине в 1995 г., после чего последовали КС-2 в Женеве в 1996 г., КС-3 — в Киото в 1997 г., КС-4 — в Буэнос-Айресе, КС-5 — в Бонне и КС-6 — Гааге (см. также ***КС/сС*** и ***совещание Сторон)***.

Концепция «безопасной высадки»
См. **концепцию «допустимых окон».**

Концепция «допустимых окон»
В рамках этих концепций анализируются ***выбросы парниковых газов*** с точки зрения их будущего сокращения посредством принятия показателя долгосрочной стабилизации климата вместо ***стабилизации*** концентрации парниковых газов (например, выраженного в показателях температуры или изменений уровня моря, или темпов подобных изменений). Главная цель этих концепций заключается в оценке последствий подобных долгосрочных показателей для кратко- или среднесрочных «допустимых» диапазонов глобальных выбросов парниковых газов. Также приводится в качестве концепций безопасной «высадки».

«Котел»
Статьей 4 ***Киотского протокола*** предусматривается возможность для группы стран достигать свой показатель, указанный в ***приложении B***, совместно путем суммирования их общих ***выбросов*** в одном «котле» и разделения их обязательств. Страны Европейского союза планируют суммировать и разделять свои обязательства по выбросам в одном «котле».

Коэффициент выбросов
Коэффициент выбросов — это коэффициент, который показывает соотношение фактических ***выбросов*** к данным о деятельности в качестве стандартного показателя выбросов на единицу деятельности.

Критерии деятельности
См. ***стандарты.***

Критерий Парето/оптимум Парето
Правило или положение, в соответствии с которым благосостояние отдельного лица не может быть еще больше повышено без ухудшения благосостояния других лиц в обществе.

КС
См. ***Конференция Сторон.***

КС/сС
Конференция Сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата будет служить в качестве совещания Сторон (сС) высшего органа ***Киотского протокола***, однако лишь Стороны Киотского протокола имеют право на участие в обсуждениях и принятии решений. ***СС*** не может проводиться до тех пор, пока Протокол не вступит в силу.

Лес
Тип растительности с преобладанием деревьев. В мире существует много определений понятия лес, отражающих значительные различия в биогеофизических условиях, социальной структуре и экономике[2]. См. также ***облесение, обезлесивание*** и ***лесовозобновление.***

Лесовозобновление
Посадка лесов на землях, на которых раньше были леса, но которые были преобразованы для других видов использования[3]. См. также ***облесение*** и ***обезлесивание.***

Макроэкономические расходы
Обычно измеряются в качестве изменений в ***валовом внутреннем продукте*** или росте *валового внутреннего продукта*, или в качестве снижения «благосостояния» или потребления.

Международное энергетическое агентство (МЭА)
Созданная в 1974 г. организация по вопросам энергетики со штаб-квартирой в Париже. Она связана с Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), с тем чтобы обеспечить возможность странам-членам принимать совместные меры в чрезвычайных ситуациях, связанных с поставками нефти, совместно использовать информацию по вопросам энергии, координировать их политику в области энергетики, а также сотрудничать в разработке программ по рациональному использованию энергии.

Международные стандарты на продукцию и/или технологию
См. ***стандарты.***

Международный налог на выбросы/углерод/энергию
См. ***налог на выбросы.***

Межправительственная организация (МПО)
Организации, членами которых являются правительства. Примерами являются Всемирный банк, Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Международная организация гражданской авиации (ИКАО), Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) и другие организации системы ООН и региональные организации. ***Конвенцией о климате*** предусматривается аккредитация этих МПО в целях их участия в сессиях по проведению переговоров.

Мероприятия, осуществляемые совместно (МОС)
Экспериментальный этап ***совместного осуществления***, согласно определению, содержащемуся в статье 4.2(а) ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата***, который обеспечивает совместную проектную деятельность между развитыми странами (и их компаниями) и между развитыми и развивающимися странами (и их компаниями). МОС предназначены для предоставления возможности Сторонам *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата* для приобретения опыта в области совместно осуществляемых проектных мероприятий. На экспериментальном этапе не будет никакого учета МОС. Еще предстоит принять решение относительно будущих проектов по МОС и того, каким образом они могут быть связаны с Киотскими механизмами. В качестве простой формы продаваемых разрешений МОС и другие схемы на рыночной основе представляют собой важные потенциальные механизмы для стимулирования дополнительных потоков ресурсов на благо глобальной окружающей среды. См. также ***механизм чистого развития и торговля выбросами.***

---

[2] Обсуждение термина «*лес*» и связанных с ним терминов, таких как «*облесение*», «*лесовозобновление*» и «*обезлесивание*» *(ОЛОБ)* см. в Специальном докладе МГЭИК о землепользовании, изменениях в землепользовании и лесном хозяйстве, Кембридж юниверсити пресс, 2000 г.

[3] См. сноску 2.

Меры регулирования
Принятые правительствами правила или кодексы, которые устанавливают технические характеристики продукта или характеристики осуществления процесса. См. также ***стандарты.***

Месторождения
Ссылка на месторождения, которые определены и которые, согласно расчетам, могут повторно использоваться при современных технологиях и ценах. См. также ***ресурсы.***

Метан (CH_4)
Метан — это один из шести ***парниковых газов***, смягчение последствий которого предусматривается ***Киотским протоколом***.

Механизм чистого развития (МЧР)
В соответствии с определением, содержащимся в статье 12 ***Киотского протокола***, механизм чистого развития предназначен для достижения двух целей: (1) помогать Сторонам, не включенным в приложение I, в обеспечении устойчивого развития и в содействии достижению конечной цели Конвенции; и (2) помогать Сторонам, включенным в приложение I, в обеспечении соблюдения их определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов. ***Сертифицированные сокращения выбросов*** в результате реализации проектов в рамках механизма чистого развития в ***странах, не включенных в приложение I***, которые ограничивают или снижают ***выбросы парниковых газов***, после их сертификации оперативными органами, назначенными ***Конференцией Сторон/совещанием Сторон***, могут быть зачислены инвестору (правительству или отрасли промышленности) из Сторон, включенных в ***приложение B***. Часть поступлений от сертифицированных видов деятельности по проектам используется для покрытия административных расходов, а также для оказания помощи Сторонам, являющимся развивающимися странами, которые особенно подвержены неблагоприятным последствиям ***изменения климата***, в погашении расходов, связанных с ***адаптацией***.

Механизмы гибкости
См. ***киотские механизмы.***

Модели «от общего к частному»
Термины «от общего к частному» и «от частного к общему» используются для краткого значения агрегированных и дезагрегированных моделей. Термин «от общего к частному» появился из практики применения лицами, занимающимися моделированием, макроэкономической теории и эконометрических методов к историческим данным о потреблении, ценах, доходах и факторных издержках с целью моделирования окончательного спроса на товар и услуги, а также предложения из основных секторов, таких, как сектор энергетики, транспорт, сельское хозяйство и промышленность. В этой связи при помощи моделей «от общего к частному» оценивается система на основе совокупных экономических переменных, в то время как модели «от частного к общему» рассматривают технологические варианты или политику по конкретным проектам ***смягчения последствий изменения климата***. Тем не менее некоторые технические данные были включены в анализ «от общего к частному», в связи с чем различие не является совершенно четким.

Модели «от частного к общему»
Принцип моделирования, который включает технологические и инженерные детали в проведение анализа. См. также ***модели «от общего к частному».***

Монреальский протокол
Монреальский протокол по веществам, разрушающим ***озоновый слой***, был принят в Монреале в 1987 г., после чего в него вносились коррективы и поправки в Лондоне (1990 г.), Копенгагене (1992 г.), Вене (1995 г.), Монреале (1997 г.) и Пекине (1999 г.). Он регулирует потребление и производство хлоро- и бромосодержащих химических веществ, которые разрушают стратосферный озон, таких, как: ***хлорфторуглероды***, метилхлороформ, четыреххлористый углерод и многих других веществ.

МОС
См. ***Мероприятия, осуществляемые совместно.***

МПО
См. ***межправительственная организация.***

МЧР
См. ***Механизм чистого развития.***

МЭА
См. ***Международное энергетическое агентство.***

Накопитель
Компонент климатической системы, иной нежели атмосфера, который обладает способностью хранить, накапливать или высвобождать опасное вещество, например, углерод, ***парниковый газ*** или прекурсор. Примерами накопителей углерода являются океаны, почвы и леса. Эквивалент этого термина является понятие *резервуар* (следует отметить, что определение понятия резервуар часто включает атмосферу). Абсолютное количество опасного вещества, содержащегося в накопителе в определенный момент времени, называется *запасом*.

Налог на выбросы
Сбор, взимаемый правительством с каждой единицы ***выбросов в эквиваленте CO_2*** из ***источника***, подлежащего налогообложению. Поскольку фактически весь углерод, содержащийся в ***ископаемых видах топлива***, в конечном итоге выбрасывается в виде двуокиси углерода, сбор с содержания углерода в ископаемых видах топлива — налог на углерод — является эквивалентом налога на выбросы для выбросов, вызванных сжиганием ископаемого топлива. *Налог на энергию* — сбор с энергетического содержания топлива — снижает спрос на энергию и таким образом снижает выбросы двуокиси углерода, связанные с использованием ископаемого топлива. Эконалог введен с целью оказания влияния на поведение человека (особенно поведение, связанное с экономической деятельностью), с тем чтобы следовать по экологически благоприятному пути. Международный налог на выборосы/углерод/энергию — это налог, который вводится на конкретные источники в странах-участниках международным

агентством. Прибыль распределяется или используется в установленном порядке странами-участницами или международным агентством.

Налог на углерод
См. ***налог на выбросы.***

Налог на энергию
См. ***налог на выбросы.***

Наращивание потенциала
В контексте ***изменения климата*** наращивание потенциала — это процесс повышения технических навыков и институционального потенциала в развивающихся странах и в ***странах с переходной экономикой***, с тем чтобы обеспечить им возможность участвовать во всех аспектах ***адаптации*** к изменению климата, ***смягчении последствий*** изменения климата и проведении исследований по изменению климата, а также в деятельности по осуществлению *киотских механизмов* и т. д.

Национальные планы действий
Планы, представляемые ***Конференции Сторон*** Сторонами, с изложением тех мер, которые они приняли для ограничения своих антропогенных ***выбросов парниковых газов***. Обязательное представление этих планов странами является условием участия в ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата,*** и страны должны соответственно регулярно сообщать о достигнутом ими прогрессе *Конференции Сторон.* Национальные планы действий составляют часть национальных сообщений, которые включают национальный кадастр ***источников*** и ***поглотителей*** *парниковых газов.*

Незначительная («следовая») газовая примесь
Составляющая атмосферы в следовых (малых) количествах. Наиболее важными газовыми примесями, которые способствуют ***парниковому эффекту***, являются в частности: ***двуокись углерода, озон, метан, закись азота, перфторуглероды, хлорфторуглероды, гидрофторуглероды, гексафторид серы,*** хлористый метил и водяной пар.

Неопределенность
Выражение степени, в которой какая-либо величина (например, будущее состояние климатической системы) является неизвестной. Неопределенность может быть следствием недостатка информации или разногласия о том, что известно или, даже, что познаваемо. Источники неопределенности могут быть самыми разными от поддающихся количественному определению ошибок в данных, до не совсем четко определенных концепций или терминов, или неопределенностей в прогнозах поведения человека. Неопределенность соответственно может быть представлена как количественными показателями (например, диапазоном значений, рассчитанных с помощью разных моделей), так и качественными заявлениями (например, отражающими суждения какой-либо группы экспертов).

Норма выброса
Уровень выброса, который не может превышаться по закону или добровольному соглашению.

Обезлесивание
Превращение лесного массива в обезлесенное пространство[4].

Облесение
Посадка новых лесов на землях, на которых исторически их не было.[5] См. также ***обезлесивание*** и ***лесовозобновление.***

Обогащение атмосферы двуокисью углерода
Ускорение роста растений в результате повышенной концентрации двуокиси углерода в атмосфере. В зависимости от их механизма фотосинтеза определенные виды растений являются более чувствительными к изменениям концентрации двуокиси углерода в атмосфере. В частности, растения, которые вырабатывают трехвалентное углеродное соединение (C_3) в процессе фотосинтеза, включая большинство деревьев и сельскохозяйственных культур, как-то: рис, пшеницу, соевые бобы, картофель и овощи, которые обычно характеризуются большей степенью реагирования по сравнению с растениями, которые вырабатывают четырехвалентное углеродное соединение (C_4) в процессе фотосинтеза; растения главным образом тропического происхождения, включая травы и имеющие важное сельскохозяйственное значение культуры, такие, как: маис, сахарный тростник, просо и сорго.

Обратный эффект
Наблюдается, например, в связи с понижением стоимости пробега одного километра в результате повышения кпд мотора; отрицательным последствием является поощрение большего количества поездок.

Общая стоимость
Все статьи издержек, сложенные вместе. Общая стоимость для общества слагается как из ***внешних издержек***, так и ***частных издержек***, которые в своей совокупности определяются как социальные издержки.

Озон
Озон — трехатомная разновидность кислорода (O_3), — это газообразный компонент атмосферы. В тропосфере он образуется в результате естественных и фотохимических реакций, в которых участвуют газы антропогенного происхождения («*смог*»). Тропосферный озон действует в качестве ***парникового газа.*** В стратосфере озон образуется в результате взаимодействия между ультрафиолетовым солнечным излучением и молекулярным кислородом (O_2). Стратосферный озон играет одну из решающих ролей в радиационном балансе стратосферы. Его концентрация является наивысшей в озоновом слое.

ОКООСВ
См. ***определенные количественные обязательства по ограничению или сокращению выбросов.***

[4] См. сноску 2.
[5] См. также сноску 2.

Определенные количественные обязательства по ограничению или сокращению выбросов (ОКООСВ)

Обязательства по сокращению ***выбросов парниковых газов*** в процентах от базового года или периода, взятые развитыми странами, перечисленными в приложении B ***Киотского протокола***. См. также ***показатели и сроки.***

Оптимальная политика

Политика считается «оптимальной» в том случае, если предельные издержки борьбы с выбросами уравниваются между странами, сводя, таким образом, к минимуму ***общие издержки.***

Опустынивание

Деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая климатические колебания и деятельность человека. Кроме того, Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБО ООН) определяет деградацию земель как снижение или потерю биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полузасушливых или сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или совокупности процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения, таких, как: (i) ветровая и/или водная эрозия почв; (ii) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; и (iii) долгосрочная потеря естественного растительного покрова.

Осуществление

Осуществление означает меры (законодательство или нормы, юридические постановления и прочие меры), которые правительства принимают с целью включения положений международных соглашений в национальное законодательство и политику. Это понятие включает те события и виды деятельности, которые имеют место после выпуска авторитетных директив в области государственной политики, которые предусматривают административные мероприятия и существенные последствия для населения и событий. Важно проводить различие между правовым осуществлением международных обязательств (в национальном законодательстве) и эффективным осуществлением (меры, способствующие внесению изменений в поведение целевых групп). Соблюдение — это понятие того, присоединились ли страны к положениям договора, и если да, то в какой степени. Понятие соблюдения сосредоточено не только на мероприятиях по осуществлению, но также и на соблюдении мер по осуществлению. Понятие соблюдения является критерием той степени, в которой поведение действующих лиц, определенное положениями соглашения, соответствует мерам по осуществлению или обязательствам независимо от того, являются ли эти лица органами местного управления, корпорациями, организациями или отдельными лицами.

Паритет покупательной способности (ППС)

Оценки ***валового внутреннего продукта,*** основанные на покупательной способности валют, а не на текущих обменных курсах. Подобные оценки представляют собой совокупность экстраполированных и основанных на регрессии данных с использованием результатов Международной сравнительной программы. Оценки ППС характеризуются тенденцией понижения *внутренних валовых продуктов* на душу населения в промышленно развитых странах и повышением *валовых внутренних продуктов* на душу населения в развивающихся странах. ***ППС*** является также акронимом принципа «загрязнитель платит».

Парниковый газ (ПГ)

Парниковые газы — это газообразные составляющие атмосферы как естественного, так и антропогенного происхождения, которые поглощают и испускают излучения с конкретной длиной волны в рамках спектра инфракрасного излучения, испускаемого поверхностью Земли, атмосферой и облаками. Это их свойство приводит к возникновению ***парникового эффекта***. Основными парниковыми газами в атмосфере Земли являются: водяной пар (H_2O), ***двуокись углерода*** (CO_2), ***закись азота*** (N_2O), ***метан*** (CH_4) и ***озон*** (O_3); кроме того, в атмосфере имеется ряд полностью антропогенных *парниковых газов*, таких, как галоидуглероды и другие, содержащие хлор и бром вещества, которые рассматриваются в рамках ***Монреальского протокола***. В ***Киотском протоколе***, кроме CO_2, N_2O и CH_4 рассматриваются такие парниковые газы, как: ***гексафторид серы*** (SF6), ***гидрофторуглероды*** (ГФУ) и ***перфторуглероды*** (ПФУ).

Парниковый эффект

Парниковые газы эффективно поглощают инфракрасное излучение, испускаемое поверхностью Земли, самой атмосферой из-за присутствия этих газов, а также облаками. Атмосферное излучение идет по всем направлениям, в том числе вниз по направлению к поверхности Земли. Таким образом, *парниковые газы* являются ловушкой для тепла в системе «поверхность Земли — тропосфера». Это явление носит название «естественного парникового эффекта». Атмосферное излучение в значительной степени связано с температурой на том уровне, из которого оно исходит. В тропосфере температура, обычно, понижается с увеличением высоты. Фактически, инфракрасное излучение, испускаемое в космическое пространство, возникает с высоты, на которой температура составляет –19 °C, в сбалансированном равновесии с чистой приходящей солнечной радиацией, в то время как поверхность Земли сохраняет гораздо более высокую температуру — в среднем +14 °C. Повышение концентрации *парниковых газов* ведет к увеличению непроницаемости атмосферы для инфракрасного излучения и, соответственно, к фактическому испусканию излучения в космическое пространство с больших высот с более низкой температурой. Это является причиной ***радиационного воздействия*** — дисбаланса, который может быть компенсирован лишь за счет повышения температуры в системе «поверхность Земли — тропосфера». Это явление называют «усиленным парниковым эффектом».

ПГ

См. ***парниковый газ.***

ПГП

См. ***потенциал глобального потепления, валовый мировой продукт.***

Первичная энергия
Энергия, содержащаяся в природных ресурсах (например, уголь, сырая нефть, солнечный свет, уран), которая не подвергалась какому-либо антропогенному преобразованию или трансформации.

Передача технологии
Широкий перечень процессов, которые охватывают обмен знаниями, денежными средствами и товарами между различными ***участниками процесса*** и ведут к распространению *технологии* для адаптации к ***изменению климата*** или смягчению его последствий. В качестве общей концепции этот термин используется для охвата как распространения технологий, так и технологического сотрудничества между странами и в самих странах.

Перенос выгоды
Применения денежных величин из конкретного оценочного исследования к альтернативным или вторичным условиям принятия решений в области политики, нередко в географическом районе ином, нежели тот район, в котором было проведено первоначальное исследование.

Переход на другое топливо
Политика, направленная на сокращение ***выбросов двуокиси углерода*** путем перехода к видам топлива с более низким содержанием углерода, например от угля к природному газу.

Перспектива
Картина будущего мира, обычно желаемого будущего мира.

Перфторуглероды (ПФУ)
Входят в число шести ***парниковых газов***, подлежащих сокращению согласно ***Киотскому протоколу***. Являются побочными продуктами выплавки аллюминия и обогащения урана. Они заменяют также ***хлорфторуглероды*** в производстве полупроводников. ***Потенциал глобального потепления*** ПФУ составляет 6500—9200 потенциалов ***двуокиси углерод***а.

ПИМ
См. ***политика и меры***

Побочный эффект
Экономическое воздействие внутренних или секторальных мер по ***смягчению последствий*** на другие страны или сектора. В этом докладе не делается никаких оценок экологических побочных эффектов. Побочные эффекты могут быть позитивными или негативными и включать последствия для торговли, ***утечки*** углерода, передачи и распространения экологически безопасной ***технологии*** и другие проблемы.

Поглотители
Любой процесс или деятельность или механизм, который абсорбирует *парниковый газ*, аэрозоль или прекурсор *парникового газа,* или аэрозоль из атмосферы.

Поглощение
Процесс увеличения содержания углерода в ***накопителе*** углерода, ином нежели атмосфера. Биологические концепции поглощения включают прямую абсорбцию ***двуокиси углерода*** из атмосферы в результате изменения в *землепользовании*, ***облесения, лесовозобновления*** и сельскохозяйственной практики, благодаря которой повышается содержание углерода в почве. Физические концепции включают отделение и ликвидацию ***двуокиси углерода***, образующейся из дымовых газов или в результате обработки ***ископаемых видов топлива*** для производства обогащенных водородом (H_2) и двуокисью углерода фракций, а также долгосрочного подземного хранения в выработанных нефтяных и газовых месторождениях, угольных пластах и засоленных водоносных горизонтах.

Показатели и сроки
Показатель — это сокращение конкретной процентной доли ***выбросов парниковых газов*** с даты ***исходных условий*** (например «по сравнению с уровнями 1990 г.»), которое должно быть достигнуто к установленной дате или сроку (например 2008—2012 гг.). Например, в соответствии с формулой ***Киотского протокола,*** Европейский союз согласился сократить свои выбросы парниковых газов на 8 % по сравнению с уровнями 1990 г. к периоду действия обязательств 2008—2012 гг. Эти показатели и сроки фактически являются ***верхним пределом выбросов*** для общего количества выбросов парниковых газов, которые могут быть выброшены страной или регионом в данный период времени. См. также ***определенные количественные обязательства по ограничению или сокращению выбросов.***

Политика, «не вызывающая сожалений»
Политика, благодаря которой будут получены чистые социальные выгоды, независимо от того, будет ли происходить изменение климата. Не *вызывающие сожалений возможности* для сокращения ***выбросов парниковых газов*** определяются в качестве вариантов, выгоды от которых, такие, как снижение энергетических расходов или сокращение выбросов загрязнителей на местном/региональном уровне, равны или превышают расходы на них со стороны общества, включая выгоды от предотвращенного изменения климата. Потенциал, «*не вызывающий сожалений*», определяется как разрыв между ***рыночным потенциалом и социально-экономическим потенциалом.***

Политика и меры (ПИМ)
В ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата*** слово **политика** означает действия, которые могут быть предприняты и/или санкционированы правительством, нередко совместно с деловыми и промышленными кругами в рамках своей собственной страны, а также с другими странами — для ускорения применения и использования мер по ограничению ***выбросов парниковых газов.*** **Меры** — это технологии, процессы и практика, используемые для осуществления политики, которые в случае их применения приведут к сокращению выбросов *парниковых газов* по сравнению с прогнозируемыми будущими уровнями. В качестве примеров можно, вероятно, привести налоги на углерод или другие налоги на энергию, согласованные ***стандарты*** кпд

топлива для автомобилей и т. д. «Общая и скоординированная» или «согласованная» политика означают политику, совместно утвержденную Сторонами.

Потенциал глобального потепления (ПГП) (Global Warming Potential-GWP)

Показатель радиационных характеристик сильно перемешанных ***парниковых газов***, который представляет совокупный эффект различных врменных периодов, в течение которых эти газы остаются в атмосфере, и их относительную эффективность поглощения исходящего инфракраского излучения. Этот показатель аппроксимирует суммарный временной эффект потепления единичной массы данного *парникового газа* в сегодняшней атмосфере по отношению к эффекту, вызванного ***двуокисью углерода***. Следует отметить, что (***GWP***) означает также ***валовый мировой продукт***.

Потенциал для смягчения воздействий

Социальные, политические и экономические структуры и условия, которые требуются для эффективного ***смягчения воздействий.***

Потенциал, «не вызывающий сожалений»

См. **политика,** «не вызвающая сожалений»**.**

ППС

См. ***паритет покупательной способности.*** Соответствует также принципу «загрязнитель платит».

Преобразование энергии

См. ***трансформация энергии.***

Прибавочная потребительская стоимость

Мера ***стоимости*** потребления, выходящая за пределы цены, уплаченной за товар или услугу.

Прицип предупредительных мер

Положение, содержащееся в статье 3 ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата,*** предусматривающий, что Сторонам следует принимать предупредительные меры в целях прогнозирования, предотвращения или сведения к минимуму причин ***изменения климата*** и смягчения его отрицательных последствий. Там, где существует угроза серьезного или необратимого ущерба, недостаточная научная неопределенность не должна использоваться в качестве причины для отсрочки принятия таких мер, учитывая, что ***политика и меры***, направленные на борьбу с изменением климата, должны быть ***экономически эффективными*** для обеспечения глобальных благ при наименьших возможных затратах.

Проектные издержки

Проектные издержки — это общие финансовые издержки на осуществление проекта, такие, как капитальные затраты, затраты на рабочую силу и эксплуатационные затраты.

Производительский излишек

Прибыль, превышающая стоимость производства, которая обеспечивает компенсацию обладателям квалификации или активов, которые являются дефицитными (например продуктивные сельскохозяйственные угодья). См. также ***потребительские излишки***.

Промышленная экология

Совокупность взаимоотношений конкретной отрасли промышленности с ее окружающей средой; часто подразумевает сознательное планирование промышленных процессов таким образом, чтобы свести к минимуму их отрицательное воздействие на окружающую среду (например каскадирование тепла и материалов).

Проникновение на рынок

Проникновение на рынок — это доля определенного рынка, которая предоставляется в определенное время конкретному товару или услуге.

ПФУ

См. ***перфторуглероды***

Радиационное воздействие

Радиационное воздействие — это изменение в вертикальном нетто- излучении (выраженное в ваттах на м^2: Вт·м$^{-2}$) в тропопаузе в результате внутреннего изменения в климатической системе внешнего воздействия со стороны климатической системы, такого, как например, изменения в концентрации ***двуокиси углерода*** или в излучении Солнца. Обычно радиационное воздействие рассчитывается после того, как температуры в стратосфере вновь адаптировались к радиационному равновесию, однако, при этом все характеристики тропосферы сохраняются зафиксированными на уровне значений, не измененных возмущениями. Радиационное воздействие называется *мгновенным*, если не происходит никакого изменения в температуре стратосферы.

Разрешение на выбросы

Разрешение на выбросы — это не подлежащее передаче или торговле предоставление правительством прав отдельному предприятию на выброс определенного количества вещества.

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)

Конвенция была принята 9 мая 1992 г. в Нью-Йорке и подписана в 1992 г. на Встрече на высшем уровне «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро более чем 150 странами и Европейским сообществом. Ее конечная цель заключается в «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». В ней содержатся обязательства всех Сторон. Согласно этой Конвенции Стороны, включенные в приложение I, должны стремиться к снижению к 2000 г. выбросов парниковых газов, не контролируемых Монреальским протоколом, до уровня 1990 г. Конвенция вступила в силу в марте 1994 г. См. также ***Конференция Сторон и Киотский протокол.***

Расходы на осуществление

Расходы, связанные с осуществлением вариантов ***смягчения воздействий.*** Эти расходы связаны с необходимыми

институциональными изменениями, информационными потребностями, размером рынка, ***возможностями*** приобретения ***технологии*** и обучения, а также необходимыми экономическими стимулами (гранты, субсидии и налоги).

Регенерация метана
Метод, при помощи которого ***выбросы метана***, например из угольных шахт или мест захоронения отходов, улавливаются, а затем повторно используются либо в качестве топлива, либо для какой-то другой экономической цели (например повторное введение в месторождения нефти или газа).

Регулирование спроса
Целевые политика и программы, специально разработанные для воздействия на потребительский спрос на товары и/или услуги. В энергетическом секторе, например, это относится к политике и программам, разработанным с целью снижения потребительского спроса на электроэнергию и другие энергоносители. Оно способствует сокращению ***выбросов парниковых газов***.

Резервуар
См. ***накопитель.***

Ресурсная база
Ресурсная база включает как ***месторождения,*** так и ***ресурсы***.

Ресурсы
Ресурсы — это месторождения с менее определенными геологическими и/или экономическими характеристиками, которые, однако, считаются потенциально восстановимыми благодаря перспективным технологическим и экономическим разработкам.

Рециклирование прибыли
См. ***эффект взаимодействия.***

РКИК
См. ***Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата.***

РКИК ООН
См. ***Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата.***

Рыночное равновесие
Точка, в которой спрос на товары и услуги равен предложению; часто описывается с точки зрения уровня цен, устанавливаемых на конкурентном рынке, который «очищает» рынок.

Рыночные барьеры
В контексте смягчения последствий изменения климата — условия, которые предотвращают или затрудняют распространение ***экономически эффективных*** технологий или практики, которые будут смягчать последствия ***выбросов*** парниковых газов.

Рыночные стимулы
Меры, направленные на использование механизмов цен (например налоги и продаваемые выбросы), в целях сокращения ***выбросов парниковых газов***.

Рыночный потенциал
Часть экономического потенциала для сокращений ***выбросов парниковых газов*** или повышения ***эффективности использования энергии,*** которая может быть обеспечена при прогнозируемых рыночных условиях, при этом предполагается, что не будут осуществляться любые новые ***политика и меры.*** См. также ***экономический потенциал, социально-экономический потенциал и технологический потенциал.***

Сертифицированное сокращение выбросов (ССВ)
Эквивалент одной тонны (метрической тонны) ***выбросов в эквиваленте CO_2***, сокращенных или поглощенных в рамках проекта ***механизма чистого развития,*** рассчитанный с использованием ***потенциалов глобального потепления***. См. также ***единицы сокращения выбросов.***

Система компенсации депозита
Сочетание депозита или пошлины (налога) на товар с последующей компенсацией или выплатой (с***субсидией***) за выполнение конкретного действия. См. также ***налог на выбросы.***

Система продаваемых квот
См. ***торговля выбросами.***

Смягчение воздействий
Антропогенное вмешательство с целью сокращения ***источников*** или увеличения емкости ***поглотителей парниковых газов.*** См. также ***биологические варианты, геоинженерию.***

CH_4
См. ***метан.***

CO
См. ***совместное осуществление.***

CO_2
См. ***двуокись углерода***.

Совещание Сторон (Киотского протокола), СС
Конференция Сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, которая выступает в качестве совещания Сторон ***Киотского протокола.*** Это высший орган Киотского протокола.

Совместная генерация
Использование тепла, сбрасываемого в результате производства электроэнергии, такого, как выхлоп газовых турбин, либо для промышленных целей, либо для районного отопления.

Совместное осуществление (СО)
Рыночный механизм осуществления, определенный в статье 6 ***Киотского протокола,*** который позволяет ***странам, включенным в приложение I,*** или компаниям этих стран совместно осуществлять проекты, направленные на сокращение или снижение ***выбросов*** или увеличение абсорбции ***поглотителями***, а также совместно использовать ***единицы сокращения выбросов***. Деятельность по СО также предусмотрена в статье 4.2 (а) ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об***

изменении климата. См. также ***мероприятия, осуществляемые совместно,*** и ***киотские механизмы.***

Совместные выгоды

Выгоды от политики, которая осуществляется в силу различных причин в одно и то же время, включая ***смягчение последствий изменения климата***, при этом признается, что основные направления политики, разработанные с целью решения проблем ***смягчения последствий парниковых газов,*** имеют также другие, нередко, как минимум, в равной степени важные обоснования (например, связанные с целями развитиями, устойчивости и справедливости). Термин «совместное воздействие» также применяется в более общем смысле для охвата как позитивной, так и негативной стороны выгод. См. также ***дополнительные выгоды.***

Согласованный налог на выбросы/ углерод/ энергию

Обязывает страны-участницы вводить налог на общем уровне на одинаковые ***источники.*** Каждая страна может удерживать собранные ею налоговые поступления. Согласованный налог не требует от стран обязательного введения налога на одном и том же уровне, однако, введение различных показателей в разных странах не будет ***экономически эффективным***. См. также ***налог на выбросы.***

Соответствие

См. ***осуществление.***

Социально-экономический потенциал

Социально-экономический потенциал отражает уровень смягчения последствий ПГ, который будет достигнут посредством преодоления социальных и культурных препятствий к использованию технологий, которые являются экономически эффективными. См. также ***экономический потенциал, рыночный потенциал и технологический потенциал.***

Социальные издержки

Социальная стоимость деятельности включает ***стоимость*** всех ресурсов, используемых для ее обеспечения. На некоторые из них устанавливается цена, а на другие — нет. Ресурсы, на которые не устанавливается цена, называются ***внешними факторами***. Эта сумма стоимости всех внешних факторов и ресурсов с установленной ценой, которая составляет социальную стоимость. См. также ***частные издержки, внешние издержки*** и ***общие издержки.***

СПЭ

См. ***страны с переходной экономикой.***

Средняя стоимость

Общая стоимость, поделенная на количество единиц того объекта, стоимость которого оценивается. Например, в случае парниковых газов это будет общая стоимость программы, поделенная на физическое количество предотвращенных выбросов.

СС

См. ***совещание Сторон*** (Киотского протокола).

ССВ

См. ***сертифицированное сокращение выбросов.***

Стабилизация

Обеспечение стабилизации атмосферных концентраций одного или более ***парниковых газов*** (например ***двуокиси углерода*** или «корзины» *парниковых газов* ***в эквиваленте*** CO_2).

Стандарты

Совокупность правил или норм, регулирующих или определяющих характеристику продукции (например: сорта, размеры, характеристики, методы испытаний и правила пользования). *Международные стандарты на продукцию и/или технологию или вид деятельности* устанавливают минимальные требования в отношении затронутых продуктов и/или технологии в странах, в которых они приняты. Эти стандарты снижают ***выбросы парниковых газов***, связанных с производством или использованием продуктов и/или применением технологии. См. также ***нормы выбросов, меры регулирования.***

Стоимость

Ценность, желательность или полезность, основанная на индивидуальных преференциях. Общая стоимость любого ресурса — это сумма стоимостей различных отдельных лиц, участвующих в использовании ресурса. Стоимости, которые являются основанием для оценки издержек, измеряются посредством готовности платить (ГП) отдельными лицами, с тем чтобы получить ресурс, или готовностью отдельных лиц принять платеж (ГПП), с тем чтобы расстаться с данным ресурсом.

Стоимость ликвидации барьера

Стоимость деятельности, направленной на непосредственную корректировку рыночных сбоев или на снижение стоимости операций в государственном и/или частном секторе. Примеры включают стоимость повышения институционального потенциала, снижения риска и ***неопределенности***, оказания содействия рыночным операциям и усиления политики регулирования.

Стороны/страны, не включенные в приложение I

Страны, которые ратифицировали ***Рамочную конвенцию Организации Объединенных Наций об изменении климата*** или присоединились к ней, и которые не включены в приложение I ***Конвенции о климате.***

Страны с переходной экономикой (СПЭ)

Страны, национальная экономика которых находится в процессе перехода от плановой экономической системы к рыночной экономике.

Страны, включенные в приложение II

Группа стран, включенных в приложение II к ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата,*** включая все развитые страны Организации экономического сотрудничества и развития. В соответствии со статьей 4.2(g) Конвенции, от этих стран ожидается предоставление финансовых ресурсов для оказания помощи развивающимся странам в выполнении их обязательств, таких, как подготовка

национальных докладов. От стран, включенных в приложение II, ожидается также оказание содействия передаче экологически безопасных технологий развивающимся странам. См. также ***страны/Стороны, включенные в приложение I, приложение B и страны/Стороны, не включенные в приложение I, приложение B.***

Страны/Стороны, включенные в приложение I

Группа стран, включенных в приложение I (с поправками, внесенными в 1998 г.) к ***Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата,*** в том числе все развитые страны Организации экономического сотрудничества и развития, а также ***страны с переходной экономикой.*** При отсутствии иного указания другие страны именуются ***странами, не включенными в приложение I***. В соответствии со статьями 4.2(a) и 4.2(b) Конвенции страны, включенные в приложение I, конкретно обязуются индивидуально или совместно вернуться к 2000 г. к своим уровням ***выбросов парниковых газов*** 1990 г. См. также ***страны, включенные в приложение II, страны, включенные в приложение B, и страны, не включенные в приложение B.***

Страны/Стороны, включенные в приложение B

Группа стран, включенных в приложение B к ***Киотскому протоколу***, которые согласились с показателем сокращения их ***выбросов парниковых газов,*** в том числе все ***страны, включенные в приложение I,*** с поправками, включенными в 1998 г., за исключением Турции и Беларуси. См. также ***страны/Стороны, включенные в приложение II, страны/Стороны, не включенные в приложение I, и страны/Стороны, не включенные в приложение B.***

Страны/Стороны, не включенные в приложение B

Страны, которые не включены в приложение B ***Киотского протокола.***

Структурное изменение

Изменения, например, в относительной доле ***валового внутреннего продукта***, связанные с функционированием промышленного, сельскохозяйственного или сервисного секторов экономики; или в более общих чертах — трансформации систем, при которых некоторые компоненты либо замещаются или в перспективе заменяются другими компонентами.

Субсидия

Прямая выплата правительством экономической единице или снижение налога этой единице в целях осуществления практики, которую правительство хочет поощрять. ***Выбросы парниковых газов*** могут быть сокращены посредством снижения существующих субсидий, которые способствуют повышению выбросов, таких, как субсидии на использование ***ископаемого топлива***, или посредством предоставления субсидий на виды деятельности, которые сокращают выбросы или повышают качество ***поглотителей*** (например улучшение изоляции зданий или посадка деревьев).

Сценарии стабилизации

См. анализ стабилизации.

Сценарий

Вероятное и часто упрощенное описание того, каким образом может развиваться будущее, основанное на наборе предположений относительно ключевых определяющих факторов (например, темпы ***технического*** изменения, цены) и взаимосвязей, характеризующихся последовательностью и внутренней согласованностью. Следует отметить, что сценарии не являются ни предсказаниями, ни прогнозами.

Сюжетная линия

Описательное изложение ***сценария*** (или семьи сценариев), в котором приводятся основные характеристики сценария, связи между ключевыми определяющими факторами, а также динамика сценариев.

Технологический или производственный стандарт

См. ***стандарт.***

Технологический потенциал

Количество, на которое возможно сократить ***выбросы парниковых газов*** или повысить ***эффективность использования энергии*** посредством осуществления технологии или практики, которые уже были продемонстрированы. См. также ***экономический потенциал, рыночный потенциал и социально-экономический потенциал.***

Технология

Элемент оборудования или техники для выполнения конкретной деятельности.

Торговля выбросами

Рыночная концепция достижения природоохранных целей, которая позволяет тем, кто сокращает ***выбросы парниковых газов*** ниже требуемого уровня, использовать или продавать избыточные единицы сокращения выбросов для компенсации выбросов из другого источника внутри или за пределами страны. В целом, торговля может происходить между компаниями, а также на национальном и международном уровнях. В рамках Второго доклада об оценках Межправительственной группой экспертов по изменению климата согласовано использование термина «разрешения» для национальных систем торговли и термин «квота» — для международных систем торговли. Согласно статье 17 ***Киотского протокола*** торговля выбросами — это система товарных квот, основанная на ***установленных количествах***, рассчитанных исходя из сокращения выбросов и обязательств по ограничению, перечисленных в приложении B Протокола. См. также ***сертифицированное сокращение выбросов и механизм чистого развития.***

Торговля на «первичном рынке» и «вторичном рынке»

При товарных и финансовых обменах покупатели и продавцы, которые ведут торговлю непосредственно друг с другом, образуют «первичный рынок», в то время как покупка и продажа с использованием механизмов обмена представляет собой «вторичный рынок».

Торговые последствия

Экономические последствия изменений покупательной способности ассортимента экспортируемых товаров страны по отношению к

ассортиментам товаров, импортируемых из стран, являющихся ее торговыми партнерами. Политика в области климата меняет относительные производственные издержки и может изменить условия торговли достаточно существенным образом, для того чтобы изменить конечный экономический баланс.

Трансформация энергии

Переход от одного вида энергии, такого, как энергия, содержащаяся в ***ископаемых видах топлива,*** к другому виду, такому, как электричество.

Улучшение по Парето

Возможность, при которой благосостояние одного отдельного лица может быть повышено без ухудшения при этом благосостояния остальных членов общества.

Установленное количество (УК)

В соответствии с Киотским протоколом установленное количество — это общий объем ***выбросов парниковых газов,*** который каждая ***страна, включенная в приложение B***, согласилась не превышать в первый период действия обязательств (2008—2012 гг.). Это количество рассчитывается посредством умножения общих выбросов *парниковых газов* страны в 1990 г. на пять (в пятилетний период действия обязательств), а затем в виде процентной доли, с которой она согласилась, как это указано в приложении B Киотского протокола (например, 92 % для Европейского союза; 93 % для США).

УК

См. ***установленные количества.***

Утечка

Часть сокращений ***выбросов в странах, включенных в приложение B***, которые могут быть компенсированы за счет увеличения выброса в не подпадающих под ограничения странах сверх их ***базовых*** уровней. Это может быть осуществлено посредством (1) перемещения энергоемкого производства в не подпадающие под ограничение регионы; (2) увеличения потребления ***ископаемых видов топлива*** в этих регионах благодаря снижению международной цены на нефть и газ, вызванное более низким спросом на эти источники энергии; и (3) изменений в уровне доходов (и, таким образом, спроса на энергию) ввиду более благоприятных условий торговли. Понятие утечка относится также к такой ситуации, когда деятельность по поглощению углерода (например посадка деревьев) на одном участке земли неизбежно вызывает, прямым или косвенным образом, начало деятельности, которая в целом или частично противодействует последствиям углерода для первоначальной деятельности.

Утечка углерода

См. ***утечка.***

Участники процесса

Лицо или организация, обладающая грантами, льготами или иным видом ***ценности*** или интересом, которые будут затронуты конкретным действием или политикой.

Хлорфторуглероды (ХФУ)

Парниковые газы, включенные в Монреальский протокол 1987 г. и используемые для охлаждения, кондиционирования воздуха, упаковки, изоляции, а также в качестве растворителей или газов-вытеснителей аэрозоля. Поскольку они не поддаются уничтожению в низких слоях атмосферы, ХФУ перемещаются в верхние слои атмосферы, где, при наличии благоприятных условий, становятся разрушителями ***озона***. Эти газы заменяются другими веществами, включая фторхлоруглеводороды и ***фторуглеводороды***, которые являются ***парниковыми газами,*** включенными в ***Киотский протокол.***

ХФУ

См. ***хлорфторуглероды.***

Ценообразование на основе предельных издержек

Практика установления цены на коммерческие товары и услуги, при которой устанавливаемая цена равна дополнительным издержкам, возникающим в результате расширения производства на одну дополнительную единицу.

Ценообразование по принципу «затраты плюс прибыль»

Установление цены на коммерческие товары, такие, как электроэнергия, которое включает в конечные цены, выставляемые конечному пользователю, не только частные издержки на исходные компоненты производства, но также и стоимость ***внешних факторов***, появляющихся в результате их производства и использования.

Цикл углерода

Термин, используемый для описания потока углерода в различных формах (например в виде ***двуокиси углерода***) через атмосферу, океан, земную биосферу и литосферу.

Частные издержки

Категории издержек, влияющих на принятие решения отдельным лицом, именуется частными издержками. См. также ***социальную стоимость, внешнюю стоимость и общую стоимость.***

Эквивалент в CO_2

См. ***эквивалент CO_2.***

Эквивалент CO_2

Концентрация ***двуокиси углерода***, которая вызовет такую же величину ***радиационного воздействия,*** что и данная смесь двуокиси углерода и других ***парниковых газов.***

Эконалог

См. ***налог на выбросы.***

Экономическая эффективность

Критерий, который определяет, что стоимость ***технологии*** или способа поставки товара или услуги равна или ниже стоимости существующей практики или является наименее дорогостоящей альтернативой для достижения данного показателя.

Экономический потенциал

Экономический потенциал — это часть ***технологического потенциала*** для сокращений ***выбросов*** парниковых газов или повышения ***эффективности использования энергии***, которые могут быть обеспечены экономически эффективным образом посредством создания рынков, уменьшения рыночных сбоев, расширения объема передачи финансовых средств и технологии. Для обеспечения экономического потенциала требуются дополнительные политика и меры, направленные на ликвидацию ***рыночных барьеров***. См. также ***рыночный потенциал, социально-экономический потенциал и технологический потенциал.***

Экосистема

Система взаимодействия между живыми организмами и их физической средой обитания. Границы того, что может быть названо экосистемой, являются в определенной мере спорными в зависимости от направленности интереса или исследования. Таким образом, протяженность экосистемы может находиться в пределах от весьма малых пространственных масштабов до, в конечном итоге, всей планеты Земля.

Эластичность спроса по доходу

Процентная доля изменения объема спроса на любое благо или услугу при однопроцентном изменении дохода.

Эластичность цен

Чувствительность величины спроса к цене на товар или услугу; конкретно выражается в виде процентного изменения количества потребленного товара или услуги на один процент изменения цены на этот товар или услугу.

Энергетическое обслуживание

Применение полезной энергии к решению задач, поставленных потребителями, таких, как транспортные перевозки, обогрев помещений или освещение.

Энергоемкость

Энергоемкость — это отношение потребления энергии к экономическому или физическому результату. На национальном уровне энергоемкость — это отношение общенационального потребления ***первичной энергии*** или потребления ***конечной энергии к*** валовому внутреннему продукту или физическому результату.

Эффект взаимодействия

Результат или последствие взаимодействия политических механизмов, связанных с ***изменением климата***, с действующими национальными системами налогообложения, включая взаимодействие, связанное с как повышающим стоимость налогообложением, так и эффектом снижения стоимости в результате рециркулирования поступлений. Первый вариант отражает то последствие, которое политика в области ***парниковых газов*** может иметь для функционирования рынков рабочей силы и капитала вследствие ее влияния на реальную заработную плату и реальную прибыль на капитал. Ограничение допустимых ***выбросов*** *парниковых газов,* разрешения, нормы или налог на углерод повышают стоимость производства и цены на продукцию, снижая, таким образом, реальную прибыль на рабочую силу и капитал. Благодаря политике, направленной на повышение доходов правительства, ***налогам на углерод*** и выставляемым на аукцион разрешениям, поступления могут рециклироваться с целью снижения существующих непропорциональных налогов. См. также ***двойной дивиденд.***

Эффект налогового взаимодействия

См. ***эффект взаимодействия.***

Эффективность использования энергии

Отношение произведенной энергии процесса или системы преобразования к затрачиваемой ими энергии.

Изменение климата, 2001 г.
Обобщенный доклад

Приложения

Оценка Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Глоссарий и сопровождающие приложения не были представлены Межправительственной группе в соответствии с обычными процедурами МГЭИК

A. Глоссарий терминов
B. Научные, технические и социально-экономические вопросы, выбранные Группой
C. Акронимы, сокращения и единицы
D. Авторы и эксперты-рецензенты
E. Перечень основных докладов МГЭИК

Приложение А. Авторы и эксперты-рецензенты

Австралия

Сузан Бэррелл	Служба метеорологии
Брайен Бэйтс	КСИРО
Ян Каррутерс	Австралийская служба “Гринхаус”
Хабиба Джитай	Австралийский национальный университет
Джон А. Черч	Отделение океанографии КСИРО
Оув Хег-Гульдберг	Квинслендский университет
Роджер Джонс	КСИРО, Атмосферные исследования
Брайант Макавени	Бюро метеорологического исследовательского центра
Крис Митчелл	КСИРО, Атмосферные исследования
Йэн Ноубл	Австралийский национальный университет
Барри Питток	КСИРО (группа по климатическим воздействиям)
Энди Райзингер	Министерство охраны окружающей среды
Б. Зодербаум	Бюро планирования “Гринхаус”, Австралийская служба “Гринхаус”
Грег Террилл	Австралийская служба “Гринхаус”
Кевин Уолш	Главный научный сотрудник КСИРО, Атмосферные исследования
Джон Зиллман	Сопредседатель РГI

Австрия

Хельмут Хойески	Федеральное министерство охраны окружающей среды
К. Радунски	Федеральное ведомство охраны окружающей среды

Аргентина

Даниэль Буй	Фонд “Барилоче”
Марсело Кабидо	ИМБИВ, Университет Кордовы
Освальдо Ф. Кансьани	Сопредседатель, РГII
Родольфо Каркавальо	Отделение энтомологии
Хорхе О. Кодиньотто	Лаборатория геологии и прибрежной геодинамики
Мартин де Сувирия	“Аэротерра С.А.”
Сандра Мирна Диас	Многопрофильный институт биологии растительного мира
Хорхе Франхи	Национальный университет Ла-Платы
Эктор Хинсо	Институт нейробиологии
Освальдо Хирардин	Фонд “Барилоче”
Карлос Лабрага	Национальный совет по научным и техническим исследованиям, Национальный центр Патагонии
Габриель Солер	Фонд Латиноамериканского института социальной политики (ИЛАПС)
Вальтер Варгас	Буэнос-Айресский университет – ИЕИМА
Эрнесто Ф. Виглиццо	ПРОКСИСУР/ИНТО/КОНИСЕТ

Бангладеш

К. К. Ахмад	“Бангладеш Уннаян Паришад”

Барбадос

Леонард Нерс	Группа управления прибрежными районами

Бельгия

Филипп Хюбрехтс	Брюссельский университет
К. Финкир	Отделение химии, “КУЛевен”
Р. Зандер	Льежский университет

Бенин

Эпифан Доту Алонзу	Национальная метеорологическая служба
Мишель Боко	Бургундский университет

Босния

	Постоянное представительство Боснии и Герцеговины

Ботсвана

Паулин О. Дьюб	Университет Ботсваны

Бразилия

Жилван Мейра-Фильо	Сопредседатель МГЭИК
Жозе Роберто Морейра	“Байомасс Юзер Нетворк” (БЮН)

Великобритания

Найджел Арнелл	Саутхемптонский университет
С. Бейкер	Совет по охране окружающей среды и природным исследованиям
Терри Баркер	Кембриджский университет
К. Д. Бегг	Суррейский университет
С.А. Бемер-Кристиансен	Халлский университет
Ричард Кортни	“Либерт”
К. Дайз	Департамент охраны окружающей среды, пищевой промышленности и сельского хозяйства
Томас Е. Даунинг	Институт по проблемам изменения окружающей среды при Оксфордском университете
Кэролайн Фиш	Отдел глобальных атмосферных явлений
Крис Фолланд	Метеорологическая служба при центре Хэдли
Джонатан Грегори	Климатический исследовательский центр Хэдли
Стив Грегори	Комиссия по лесному хозяйству
Дэвид Григгс	Руководитель ГТП РГ-I
Джоанна Хейг	Королевский колледж
М. Харлей	“Инглиш Нэйчар”
Сузан Хаселдайн	Департамент охраны окружающей среды, пищевой промышленности и сельского хозяйства
Джон Хотон	Сопредседатель РГ-I
Майк Хелм	Университет Восточной Англии
К. Дайз	Департамент охраны окружающей среды, пищевой промышленности и сельского хозяйства
Томас Е. Даунинг	Институт по проблемам изменения окружающей среды при Оксфордском университете
Кэролайн Фиш	Отдел глобальных атмосферных явлений
Крис Фолланд	Метеорологическая служба при центре Хэдли
Джонатан Грегори	Климатический исследовательский центр Хэдли
Стив Грегори	Комиссия по лесному хозяйству
Дэвид Григгс	Руководитель ГТП РГ I
Джоанна Хейг	Королевский колледж
М. Харлей	“Инглиш Нэйчар”
Сузан Хаселдайн	Департамент охраны окружающей среды, пищевой промышленности и сельского хозяйства
Джон Хотон	Сопредседатель РГ I
Майк Хелм	Университет Восточной Англии
Майкл Джефферсон	Всемирный энергетический совет
Кэти Джонсон	МГЭИК, РГ I
Сари Коватс	Лондонская школа гигиены и тропической медицины
Дэвид Мэнселл-Муллен	Международная ассоциация нефтяной промышленности по охране окружающей среды (ИПИЕКА)
Анил Маркандиа	Батский университет
А. Маккаллок	“Ай-си-ай Кемикалс энд Полимер Лимитид”
Гордон Мак-Фейдайен	Одел департамента глобальных атмосферных явлений по охране окружающей среды, транспорту и делам регионов
Э. Дж. Макмайкл	Лондонская школа гигиены и тропической медицины
Обри Мейер	Глобальный общий институт
Джон Митчелл	Центр Хэдли
Мартин Пэрри	Джексоновский институт охраны окружающей среды
Д.М. Пенмэн	Департамент по охране окружающей среды, транспорту и делам регионов
С.Рейпер	Университет Восточной Англии
Кейт Шайн	Кафедра метеорологии, Рединг ский университет

П. Синглтон	Шотландская служба по охране окружающей среды
Питер Смит	“ИАКР-Ротамстед”
П. Смитсон	Шеффилдский университет
Питер Торн	Факультет экологии Университета Восточной Англии
П. Ван дер Линден	Метеорологическая служба при центре климатических прогнозов и исследований Хэдли
Дэвид Уоррилоу	Департамент охраны окружающей среды, пищевой промышленности и сельского хозяйства
Филипп Л. Вудуорт	Бидстоновская обсерватория

Венгрия

Г. Коппани	Университет Сегеда
Халлдор Торгейрссон	Министерство охраны окружающей среды

Венесуэла

Армандо Рамирес Рохас	Заместитель Председателя РГI

Гамбия

Б.Е. Гомес	Управление водными ресурсами
М. Нжие	Управление водными ресурсами

Германия

Хайнц-Юрген Альгримм	Институт технологий и биосистем
Розмари Бенндорф	Федеральное управление по охране окружающей среды
Петер Буршель	Мюнхенский технический университет
Ульрих Кубаш	Метеорологический институт Макса Планка
У. Фуентес	Консультативный совет ФРГ по вопросам глобальных изменений
Джоанна Хауз	Институт биогеохимии Макса Планка
Юкундус Якобайт	Вюрцбургский университет
Эберхард Йохем	Заместитель Председателя РГIII
Харальд Коль	Федеральное министерство охраны окружающей среды
Петра Маренхольц	Федеральное управление Германии по охране окружающей среды
И. Колин Прентис	Институт биогеохимии Макса Планка
С. ле Кере	Институт биогеохимии Макса Планка
Сара Рейпер	Университет Восточной Англии
Ференц Тот	Потсдамский институт по изучению климатических воздействий
Манфред Требер	“Джермануоч”
Р. Сарториус	Федеральное управление по охране окружающей среды
Михаэль Вебер	Мюнхенский университет Людвига Максимилиана
Герд-Райнер Вебер	Объединение немецких горнорудных предприятий

Дания

Йеспер Гундерманн	Датское энергетическое агентство
Кирстен Хальснаес	Международная лаборатория РИСО
Эрик Расмуссен	Датское энергетическое агентство
Мартин Стенель	Датский метеорологический институт

Зимбабве

Крис Магадза	Университет Зимбабве
М.С. Зиниовера	Отдел МСУ правительства Зимбабве

Израиль

Шимон Кричак	Тель-Авивский университет

Индия

Мурари Лал	Индийский технологический институт
Раджендра К. Пашаури	Институт энергетических исследований “Тата”
Н.Г. Равиндранат	Индийский научный институт
Приярадши Шукла	Индийский институт управления

Леена Шривастава	Институт энергетических исследований “Тата”

Индонезия

Р.Т.М. Сутамихарджа	Заместитель председателя РГIII

Испания

Серхио Алонсо	Университет Балеарских островов
Франсиско Айала-Карседо	Горный геолого-технологический институт Испании
Луис Балайрон	Национальный метеорологический институт
Феликс Эрнандес	CSIC
Дон Антонио Лабахо Саласар	Правительство Испании
Мариа-Кармен Льясат Ботиха	Барселонский университет
Хозеп Пенуелас	Центр экологических исследований и управления лесными ресурсами
Ана Ябер	Мадридский университет

Италия

Филиппо Джиорджи	Международный центр теоретической физики Абдуса Салама (МЦТФ)
Аннарита Мариотти	Отдел по проблемам климата ЕНЕА

Канада

Брэд Басс	Министерство охраны окружающей среды Канады
Джеймс П. Брюс	Совет Канады по климатической программе
Марго Бергесс	Министерство природных ресурсов Канады
Вэньцзюнь Чэнь	Министерство природных ресурсов Канады
Цзин Чэнь	Торонтский университет
Стюарт Д. Коуэн	Министерство охраны окружающей среды Канады
Патти Эдвардс	Министерство охраны окружающей среды Канады
Дейвид Эткин	Министерство охраны окружающей среды Канады
Даррен Гетц	Министерство охраны окружающей среды Канады
Д. Питер Холл	Служба управления лесным хозяйством Канады
Х. Хенгевельд	Министерство охраны окружающей среды Канады
Памела Кертланд	Министерство природных ресурсов Канады
Абдель Мааруд	Министерство охраны окружающей среды Канады
Джоан Мастертон	Министерство охраны окружающей среды Канады
Крис Мак-Дермотт	Министерство охраны окружающей среды Канады
Брайен Миллс	Министерство охраны окружающей среды Канады
Линда Морч	Министерство охраны окружающей среды Канады
Тед Мёрти	“Бейрд энд Ассошиэйтс Костал Энджиниерс”
Пол Паркер	Университет Ватерлоо
Джон Робинсон	Университет Британской Колумбии
Ханс-Холгер Рогнер	Университет Виктории
Дэниел Скотт	Министерство охраны окружающей среды Канады
Шерон Смит	Министерство охраны окружающей среды Канады
Барри Смит	Гелфский университет
Джон Стоун	Заместитель Председателя РГI
Тана Лоуэн Страттон	Министерство иностранных дел и международной торговли
Роджер Стрит	Министерство охраны окружающей среды Канады
Эрик Тейлор	Министерство природных ресурсов Канады
Г. Дэниел Уильямс	Министерство охраны окружающей среды Канады (в отставке)

Кения

Ричард С. Одинго	Заместитель председателя РГIII
Кингири Сенельва	Университет Мои

Китай

Ду Билань	Китайский институт стратегий разработки морских ресурсов
Ц. Чэнь	Метеорологическое управление Китая

Лю Чуньчжэнь	Центр гидрологических прогнозов и управления водными ресурсами
Чжоу Дади	Институт энергетических исследований
Цинь Дахэ	Метеорологическое управление Китая
Сяосу Дай	ГТП РГI МГЭИК
Линь Эрда	Китайская академия сельскохозяйственных наук
Миншань Су	Университет Синьхуа
Ихуэй Дин	Сопредседатель РГI
Гуаншэн Чжоу	Академия наук Китая
Ц.Ч. Чжао	Национальный климатический центр

Куба

Рамон Пичс-Мадруга	Заместитель председателя РГIII
А.Г. Суарес	Кубинское ведомство по охране окружающей среды

Малави

Пол Дезанкер	Виргинский университет

Марокко

Абделькадер Аллали	Министерство сельского хозяйства, сельского развития и рыболовства
Абдаллах Мокссит	Национальный центр климатических и метеорологических исследований

Мексика

Густаво Альбин	Постоянное представительство Мексики

Нигер

Гарба Гуду Дьедон	Канцелярия Премьер-министра

Нигерия

Сани Самбо	Университет Абубакар Тафава Балева

Нидерланды

Алфонсус П. М. Баеде	Королевский метеорологический институт Нидерландов (КМИН)
Т.А. Бейсханд	Королевский метеорологический институт Нидерландов
В.Л. Харе	“Гринпис Интернэшнл”
Катринус Й. Йепма	Гронингенский университет
Е. Куккук	Министерство жилищного хозяйства, территориального планирования и окружающей среды
Рик Леманс	Национальный институт здравоохранения и охраны окружающей среды
К. Мак-Куллен	“Гринпис Интернэшнл”
Берт Метц	Сопредседатель РГIII
Лео Мейер	Министерство охраны окружающей среды
Мареса Остерман	“Министерие ван Буйтенландзе Закен”
М.Б.А.М. Схефферс	Национальный институт прибрежного и морского управления
Роб Суорт	Руководитель ГТП РГIII
Х.М. тен Бринк	ЕСН
Ад П. ван Улден	Королевский метеорологический институт Нидерландов
Й. Вербек	Министерство транспорта, общественных работ и управления водными ресурсами

Новая Зеландия

Джон Барнетт	Центр мирных исследований Максимилиана Брауна, Университет Кентербери
Винсент Грей	Консультант по климату
Уэйн Хеннесси	“Коул Ресерч Ассошиэйшн оф Нью Зиленд, Инк.”
Пиерс Макларен	Новозеландский институт лесного хозяйства
Мартин Мэннинг	Заместитель Председателя РГII
Хелин Плюм	Министерство охраны окружающей среды
А. Райзингер	Министерство охраны окружающей среды
Д. Сэлинджер	Национальный институт водных ресурсов и атмосферных исследований (НИВРАИ)

Ральф Симс	Университет Массей

Норвегия

Торгрим Аспьелль	Норвежский отдел по борьбе с загрязнением
Ойвинд Кристоферсен	Министерство охраны окружающей среды
Эйрик Й. Форлэнд	Метеорологический институт Норвегии
С. Горнас	Бергенский университет
Йарл Инге Хольтен	Отдел исследований экологии суши
Сноре Квердокк	Центр “Фриш”
А. Моене	Метеорологический институт Норвегии
Эудун Россланд	Норвежский отдел по борьбе с загрязнением
Нильс Р. Саельтхун	Норвежский отдел по управлению водными ресурсами и энергией
Том Сегальстад	Университет Осло
С. Сундбю	Институт морских исследований
Кристиан Танген	Институт Фритьофа Нансена

Оман

Мохаммед Аль-Хакмани	Министерство региональных муниципалитетов, охраны окружающей среды и водных ресурсов

Пакистан

Тарик Банури	Институт стратегий устойчивого развития

Перу

Эдуардо Кальво	Заместитель Председателя РГIII
Надиа Гамбоа	Перуанский папский католический университет

Польша

Ян Добровольский	Школа Гетеля по охране окружающей среды и проектированию
Збышек Кундевич	Академия наук Польши
Мирослав Мьетус	Институт метеорологии и управления водными ресурсами
А. Олецка	Национальный фонд по охране окружающей среды и управлению водными ресурсами
М. Садовский	Национальный фонд по охране окружающей среды и управлению водными ресурсами
Войцех Сухоржевский	Варшавский технологический университет

Россия

Олег Анисимов	Государственный гидрологический институт
Юрий Анохин	Институт мирового климата и экологии
Игорь Башмаков	Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ)
Юрий Израэль	Заместитель председателя МГЭИК
Игорь Кароль	Главная геофизическая обсерватория
Алла Цыбан	Институт мирового климата и экологии

Румыния

Василе Кукуляну	Национальный институт метеорологии и гидрологии
Адриана Марика	Национальный институт метеорологии и гидрологии

Сенегал

Алионне Ндиае	Заместитель Председателя РГII

Словацкая Республика

Милан Лапен	Университет Комениуса

Соединенные Штаты

Дилип Ахуджа	Национальный институт специальных исследований
Дан Албриттон	Лаборатория аэрономии НОАА
Джеффри С. Эмтор	Национальная лаборатория Оук-Ридж

Питер Бэкланд	Управление по вопросам политики в области науки и техники/Отдел по охране окружающей среды
Ли Бек	Ведомство США по охране окружающей среды
Леонард Бернстайн	ИПИЕКА
Дэниел Бодански	Государственный департамент США
Рик Брэдли	Министерство энергетики США
Джеймс Л. Бьюцер	Государственное бюро по проблемам океана и атмосферы
Джон Кристи	Алабамский университет
Сузан Конар	Управление по вопросам политики в области науки и техники / Отдел по охране окружающей среды
Курт Коуви	Национальная лаборатория Лоренса Ливермора
Бенджамин Ди Энджело	Ведомство США по охране окружающей среды
Роберт Дикинсон	Аризонский университет
Дэвид Доккен	Научное общество по исследованию атмосферы
Рейола Доуер	Американский нефтяной институт
Уильям Истерлинг	Пенсильванский государственный университет
Джерри Элвуд	Министерство энергетики США
Пол Р. Эпштайн	Гарвардский медицинский колледж
Пол Д. Фаррар	Военно-морская океанографическая служба
Говард Фельдман	Американский нефтяной институт
Джош Фостер	Управление глобальных программ НОАА
Лори Геллер	Национальный исследовательский совет
Майкл Гил	Калифорнийский университет, Лос-Анджелес
Вивьен Горниц	Колумбийский университет
Кеннет Грин	Институт рациональной государственной политики
Дэвид Харрисон	“Нэшнл Экономик Ресерч Ассошиэйтс”
Дэвид Д. Хоутон	Университет Висконсин-Мэдисон
Малькольм Хьюз	Аризонский университет
Стэнли Джейкобс	Земная обсерватория Ламонт-Догерти Колумбийского университета
Генри Д. Джейкоби	Массачусетский технологический институт
Джудсон Джаффе	Совет экономических консультантов
Стивен М. Джейпар	Автомобилестроительная компания “Форд”
Рассел О. Джонс	Американский нефтяной институт
Салли Кейн	НОАА
Т. Карл	Национальный центр климатических данных НОАА
Чарлс Келлер	IGPP.SIO.UCSD
Харон Кеши	“Эксон Ресерч энд Инджиниринг Компани”
Анн Кинциг	Аризонский государственный университет
Морин Т. Кец	Институт ядерной энергии
Раттан Лал	Государственный университет Огайо
Крис Лендси	НОАА АОМЛ / Отдел изучения ураганов
Нейл Леари	Руководитель ГТП РГII
Свен Т. Лундстед	Государственный университет Огайо
Энтони Лупо	Миссурийский университет – Колумбия
Майкл С. Маккрэкен	Исследовательская программа США по глобальным изменениям
Джеймс Дж. Маккарти	Сопредседатель РГII
Джеральд Мил	НКАР
Роберт Мендельсон	Йелский университет
Патрик Микаельс	Виргинский университет
Эван Миллс	Национальная лаборатория Лоренса Беркли
Уильям Мумау	Школа права и дипломатии Флетчера, университет Туфтс
Беррьен Мур	Нью-Хэмпширский университет
Джеймс Моррисон	Вашингтонский университет
Дженнифер Орме-Завалета	USEP/NHEERL/WED
Кемил Пармезан	Техасский университет
Д.А. Пац	Университет Джона Хопкинса
Джойс Пеннер	Мичиганский университет

Роджер А. Пилке	Университет штата Колорадо
Майкл Пратер	Калифорнийский университет
Линн К. Прайс	Национальная лаборатория Лоренса Беркли
В. Рамасвами	НОАА
Роберт Л. Ренделл	Институт восстановления влажных лесов
Ричард Ричелз	Научно-исследовательский институт электроэнергетики
Дэвид Ринд	Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства
Катриона Роджерс	Исследовательская программа США по глобальным изменениям
Маттиас Рут	Мэрилендский университет
Джаянт Сатае	Национальная лаборатория Лоренса Беркли
Майкл Шлезингер	Иллинойский университет Урбана-Чампейн
Стивен Шнайдер	Станфордский университет
Майкл. Д. Скотт	Северо-западные тихоокеанские национальные лаборатории Баттелль
Роджер Седжо	Организация “Ресурсы на будущее”
Вальтер Шорт	Национальная лаборатория возобновляемых источников энергии
Джоул Б. Смит	“Стратус Кансалтинг Инк.”
Роберт Н. Стэвинс	Школа государственного управления им. Джона Ф. Кеннеди, Гарвардский университет
Рон Стоуффер	Министерство торговли США/НОАА
Т. Толли	Отдел по исследованиям глобальных изменений, Государственный департамент США
Кевин Трендберт	НКАР
Эдвард Вайн	Национальная лаборатория Лоренса Беркли
Генри Уокер	Ведомство США по охране окружающей среды
Роберт Уотсон	Председатель МГЭИК
Говард Весоки	Федеральное авиационное управление
Джон П. Уэянт	Форум по моделированию энергетики, Станфордский университет
Том Уилбэнкс	Национальная лаборатория Оук-Ридж

Судан

Нагмельдин Эльхассан	Высший совет по охране окружающей среды и природным ресурсам

Сьерра-Леоне

Огунладе Р. Дэвидсон	Сопредседатель РГIII

Танзания

М.Д. Мвандосиа	Центр энергетики, охраны окружающей среды, науки и технологий
Бурухани С. Ниензи	Заместитель Председателя РГI

Филиппины

Льюис Г. Зиска	Международный научно-исследовательский институт риса

Финляндия

Тимоти Картер	Финский институт охраны окружающей среды
П. Хейкинхеймо	Министерство охраны окружающей среды
Раино Хейно	Финский метеорологический институт
Пекка Е. Кауппи	Хельсинский университет
Р. Корхонен	“ВТТ Энерджи”
А. Лампинен	Университет Ювяскюла
И. Саволайнен	“ВТТ Энерджи”

Франция

Оливье Буше	Университет Лилля I
Марк Даррас	“Газ де Франс”
Жанна Элли	ОЭСР
Жан-Шарль Уркад	СИРЕД/СНРС
Ж.К. Морло	Управление по охране окружающей среды
М. Пети	Высшая политехническая школа

Чешская Республика

Ян Претель	Заместитель Председателя РГII

Чили

Е. Бассо	Независимый консультант

Швейцария

Кристоф Апенцеллер	Федеральное управление метеорологии и климатологии (“Метросвисс”)
Ренате Крист	Секретариат МГЭИК
Фортунат Джос	Заместитель Председателя РГI
Герберт Ланг	Швейцарский федеральный технологический институт Цюриха
Жозе Ромеро	Федеральная служба по охране окружающей среды и природных ландшафтов
Т. Стоукер	Бернский университет
Н. Сундарараман	Секретарь МГЭИК

Швеция

Марианна Лиллиескольд	Управление по охране окружающей среды Швеции
Ульф Моллау	Гётеборгский университет
Нильс-Аксель Морнер	Факультет палеогеофизики и геодинамики Стокгольмского университета
Маркку Руммукайнен	Шведский метеорологический и гидрологический институт

Шри-Ланка

Мохан Мунасингхе	Заместитель Председателя РГIII
Б. Пуньявардена	Департамент сельского хозяйства

Южная Африка

Джерри Котзи	Департамент по охране окружающей среды и туризму
Брус Хюитсон	Университет Кейптауна
Стив Леннон	“Эском”
Роберт Д. Скоулз	CSIR

Япония

Кадзуо Асакура	Центральный исследовательский институт (КРИЕПИ)
Нориюки Гото	Токийский университет, Комаба
Марико Ханда	Организация по развитию технологий садово-паркового и городского озеленения
Хидэо Харасава	Отдел по социальным системам и окружающей среде
Ясуо Хосоя	“Токио Электрик Пауэр Компани”
Я. Игараси	Министерство иностранных дел
Такеси Имаи	“Кансаи Электрик Пауэр Ко. Инк.”
М. Иноэ	Министерство экономики, торговли и промышленности
Хисаси Като	Центральный исследовательский институт электроэнергетики
Наоки Мацуо	Институт мировой промышленности и социального прогресса (ГИСПРИ)
Хисайоси Морисуги	Университет Тохоку
Цунеюки Морита	Национальный институт исследований окружающей среды
Синити Нагата	Управление по охране окружающей среды
С. Накагава	Метеорологическое управление Японии
Иосиаки Нисимура	Центральный исследовательский институт электроэнергетики
Итиро Садамори	Институт мировой промышленности и социального прогресса (ГИСПРИ)
Акихико Сасаки	Национальный институт здравоохранения
Седзиро Сато	“Тюба Электрик Пауэр Ко.”
А. Такэути	Метеорологическое управление Японии
Канако Танака	Институт мировой промышленности и социального прогресса
Томихиро Танигуши	Заместитель Председателя МГЭИК

Приложение В. Глоссарий терминов

Настоящий список терминов основан на глоссариях, содержащихся в Третьем докладе об оценке, подготовленном МГЭИК (МГЭИК, 2001 г., a,b,c), однако была проведена дополнительная работа по установлению соответствия и уточнению некоторых терминов. Термины, которые приводятся в настоящем списке в виде отдельных статей, выделены *курсивом*.

Акклиматизация
Физиологическая адаптация к изменениям климата.

Адаптация
Приспособление природных и *антропогенных систем* к новым или изменяющимся окружающим условиям. Адаптация к *изменению климата* означает приспособление природных и антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое *воздействие климата* или его последствия, которое позволяет снизить вред и использовать благоприятные возможности. Существуют различные виды адаптации, включая упреждающую и ответную адаптацию, адаптацию частных и государственных субъектов деятельности и автономную и плановую адаптацию.

Адаптируемость
См. *Способность к адаптации*.

Азот как удобрение
Усиление роста растений в результате добавления азотных соединений. В оценках МГЭИК это, как правило, относится к удобрению почвы за счет *антропогенных источников* азота, например искусственных азотных удобрений и *окислов азота*, высвобожденных в результате сжигания *ископаемых видов топлива*.

Аквакультура
Разведение и выращивание рыбы, моллюсков и т.п. или выращивание растений в продовольственных целях в специальных прудах.

Альбедо
Доля *солнечной радиации*, отраженная поверхностью или предметом, зачастую выражаемая в процентах. Поверхности, покрытые снегом, характеризуются высоким альбедо; альбедо почв варьируется от высокого до низкого; поверхности, покрытые растительностью, и океаны характеризуются низким альбедо. Альбедо Земли варьируется, главным образом, в результате изменения облачности, снежного и ледяного покрова, листового индекса и растительного покрова.

Альпийский
Биогеографическая зона, образованная склонами, расположенными выше лесного пояса, и характеризуемая наличием травянистых розеточных растений и низкорослых медленнорастущих древесных кустарников.

Альтернативные схемы развития
Разнообразные возможные *сценарии* изменения социальных *ценностей* и структур потребления и производства во всех странах, включая продолжение сегодняшних тенденций, но не ограничиваясь ими. В настоящем докладе эти схемы не включают дополнительные инициативы в области *климата;* это означает, что в них не включены сценарии, четко предполагающие *осуществление Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата* или целевых показателей сокращения выбросов, предусмотренных *Киотским протоколом*, но включены допущения в отношении других программных мер, косвенно воздействующих на *выбросы парниковых газов*.

Альтернативный вид энергии
Энергия, полученная из источников, не являющихся ископаемым видом топлива.

Анализ стабилизации
В настоящем докладе это означает анализы или *сценарии,* в которых рассматривается *стабилизация* концентраций *парниковых газов.*

Антропогенная система
Любая система, в которой основную роль играют совокупности людей. Зачастую, но не всегда, этот термин синонимичен «обществу» или «социальной системе» (т.е. сельскохозяйственной системе, политической системе, технологической системе, экономической системе и т.п.)

Антропогенные выбросы
Выбросы парниковых газов, прекурсоров парниковых газов и *аэрозолей*, связанные с деятельностью человека. Они включают сжигание *ископаемых видов топлива* в целях производства энергии, *обезлесивание* и *изменения в землепользовании*, которые приводят к чистому увеличению выбросов.

Антропогенный
Обусловленный или произведенный людьми.

Апвеллинг
Поднятие глубинных вод на поверхность, обычно вызываемое горизонтальным перемещением поверхностной воды.

Ареал
Конкретная среда или место обычного распространения тех или иных организмов или видов; более ограниченная часть общей среды.

Атмосфера
Газовая оболочка, окружающая Землю. Сухая атмосфера состоит практически целиком из азота (78,1% *состава смеси по объему*) и кислорода (20,9% состава смеси по объему), а также ряда газовых примесей в следовых

количествах, таких, как аргон (0,93% состава смеси по объему), гелий и радиационно активный *диоксид углерода* (0,035% состава смеси по объему) и *озон*. Кроме того, атмосфера содержит водяные пары, количество которых варьируется в широких пределах, но, как правило, составляет 1% состава смеси по объему. Атмосфера также содержит облака и *аэрозоли*.

Аэрозоли
Дисперсные системы, состоящие из твердых или жидких частиц, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе, размер которых обычно составляет от 0,01 до 10 мкм и которые сохраняются в *атмосфере*, как минимум, несколько часов. Аэрозоли могут быть как естественного, так и *антропогенного* происхождения. Аэрозоли могут воздействовать на *климат* двумя способами: непосредственно, путем рассеивания или поглощения излучения, и косвенно, действуя в качестве ядер конденсации, вокруг которых формируются облака, или путем изменения оптических свойств и продолжительности жизни облаков. См. *Косвенное воздействие аэрозолей.*

Базовые условия
Базовые (или исходные условия) означают любой элемент данных, по отношению к которому измеряется данное изменение. Это могут быть «нынешние базовые условия», то есть условия, наблюдаемые сегодня. Это могут быть «будущие базовые условия», в этом случае они представляют собой прогнозируемую будущую совокупность условий, исключающую движущий фактор интереса. Альтернативные толкования исходных данных могут обуславливать различные базовые условия.

Барьер
Барьер означает любое препятствие на пути достижения потенциала, которое может быть преодолено с помощью соответствующей политики, программы или меры.

Бассейн
Водосборная площадь потока, реки или озера.

Беспроигрышная политика
Политика, которая в любом случае приведет к социальным выгодам независимо от того, произойдет *изменение климата* или нет. Беспроигрышные возможности сокращения *выбросов парниковых газов* представляют собой, по определению, те варианты, выгоды от которых, например снижение расходов на энергию и сокращение выбросов местных/региональных загрязнителей, равны или превышают обусловленные ими расходы для общества, причем без учета выгоды от предотвращения изменения климата. Беспроигрышный потенциал определяется как разница между *рыночным потенциалом* и *социально-экономическим потенциалом.*

Беспроигрышные варианты
См. *Беспроигрышная политика*.

Беспроигрышные возможности
См. *Беспроигрышная политика*.

Беспроигрышный потенциал
См. *Беспроигрышная политика.*

Биологически активное ультрафиолетовое излучение (УФБ)
Солнечная радиация в диапазоне длины волн 280-320 нм, большая часть которой поглощается атмосферным *озоном.* Усиленная радиации УФБ подавляет иммунную систему и может оказывать другое неблагоприятное воздействие на живые организмы.

Биом
Группа похожих совокупностей растений и животных в определенных ландшафтных зонах, которые встречаются в одинаковых условиях окружающей среды.

Биомасса
Общая масса живых организмов в данном районе или объеме; в последнее время в мертвую биомассу зачастую включают мертвый растительный материал.

Биоразнообразие
Численность и относительное обилие различных генов (генетическое разнообразие), видов и *экосистем* (сообществ) в том или ином конкретном районе.

Биосфера (земная и морская)
Часть земной системы, включающая все *экосистемы* и живые организмы в *атмосфере*, на суше (земная биосфера) или в океане (морская биосфера), включая производное органическое вещество, например подстилку, почвенный органический материал и океанический детрит.

Биота
Совокупность живых организмов в данном районе; флора и фауна рассматривается как одно целое.

Биотопливо
Топливо, полученное из сухого органического материала или горючих масел, производимых растениями. Примеры биотоплива включают спирт (продукт ферментации сахара), деготь – продукт процесса изготовления бумаги, дрова и соевое масло.

Болото
Слабо дренируемый участок, богатый скопившимся растительным материалом, зачастую окружающий открытый водоем и заросший характерной растительностью (например осокой, вереском и торфяным мхом).

Бореальный лес
Сосновые, еловые, пихтовые и лиственничные *леса,* простирающиеся от восточного побережья Канады до

западного побережья Аляски и далее, через всю Сибирь, по территории России до Европейской равнины.

Быстрое изменение климата

Нелинейность изменения *климатической системы* может привести к быстрому *изменению климата*, иногда называемому внезапными или даже неожиданными явлениями. Некоторые из таких внезапных явлений можно себе представить: например резкое изменение процесса *термохалинной циркуляции,* быстрое отступление ледников и повсеместное подтаивание *вечной мерзлоты*, что ведет к быстрому изменению *круговорота углерода*. Другие явления могут оказаться совершенно неожиданными вследствие сильного, быстро меняющегося внешнего воздействия нелинейной системы.

Валовая первичная продуктивность (ВПП)

Количество свободного углерода, связанного в результате *фотосинтеза.*

Валовой внутренний продукт (ВВП)

Совокупная валовая *добавленная стоимость* в рыночных ценах, произведенная всеми субъектами хозяйственной деятельности, как резидентами, так и нерезидентами, с учетом всех налогов и за вычетом всех субсидий, не включенных в стоимость продукции, в данной стране или географическом регионе в течение данного периода времени, обычно одного года. ВВП рассчитывается без поправки на снижение стоимости произведенных товаров или на истощение или деградацию природных *ресурсов.* ВВП представляет собой часто используемую, однако неполную единицу измерения благосостояния.

Варианты

Плавно изменяющаяся совокупность концентраций, представляющая собой возможную схему достижения стабилизации. Слово “варианты” используется с целью проведения различия между такими схемами и схемами выбросов, которые обычно называются “*сценариями*”.

Варианты S

Варианты концентрации диоксида углерода, ведущие к стабилизации, которые определены в докладе МГЭИК об оценке за 1994 г. (см. Enting *et al*., 1994; Schimel *et al*., 1995). Для любого заданного уровня стабилизации эти варианты предполагают наличие широкого круга возможностей. Буква «S» означает “Stabilization” (стабилизация). См. также *Варианты WRE.*

Варианты WRE

Варианты концентрации диоксида углерода, ведущие к стабилизации, определенные Уигли, Ричелзом и Эдмондсом (1996 г.). Сокращение дается по первым буквам на английском языке (Wigley, Richels и Edmonds). Для любого данного уровня стабилизации эти варианты дают широкий спектр возможностей. См. также *Варианты S.*

Вековое изменение (относительного) уровня моря

Долгосрочные изменения относительного уровня моря, вызванные либо эвстатическими изменениями (например в результате *теплового расширения*), либо изменениями в режиме вертикальных перемещений земли.

Вечная мерзлота

Многолетнемёрзлый грунт в условиях сохранения температуры ниже 0°C в течение многих лет.

Внешнее воздействие

См. *Климатическая система*.

Внешние издержки

Термин, используемый для определения издержек, обусловленных деятельностью человека, когда субъект, несущий ответственность за осуществление данного вида деятельности, не полностью принимает во внимание воздействие этой деятельности на другие субъекты. Аналогичным образом, когда воздействие носит положительный характер и не учитывается в деятельности субъекта, который несет за нее ответственность, его принято называть внешней выгодой. *Выбросы* загрязняющих частиц тепловыми электростанциями воздействуют на здоровье проживающих вблизи них людей, однако в процессе принятия решения частными субъектами деятельности и в условиях отсутствия рыночного регулирования такого воздействия этот фактор зачастую не учитывается или ему придается недостаточное значение. Такое явление принято называть “издержками, обусловленными внешними факторами”, а издержки, которые им обусловлены, – внешними издержками.

Внутренняя изменчивость

См. *Изменчивость климата*.

Водный стресс

Страна находится в состоянии водного стресса, если наличие запасов пресной воды по отношению к забору воды действует в качестве существенного препятствия на пути развития. Показателем водного стресса служит забор воды, превышающий 20% возобновляемых водных запасов.

Водоносный слой

Пласт водопроницаемой породы, несущий воду. Неизолированный водоносный слой пополняется непосредственно за счет местной дождевой воды, рек и озер, причем степень пополнения зависит от водопроницаемости расположенных выше пород и почв. Изолированный водоносный слой характеризуется наличием расположенного над ним водонепроницаемого пласта, поэтому местное выпадение дождей не оказывает влияния на водоносный слой.

Водосборный бассейн

Район сбора и стока дождевой воды.

Воздействие
Характер и степень подверженности данной системы значительным климатическим колебаниям.

Воздействие рыночных факторов
Воздействие, связанное с рыночными сделками и непосредственно сказывающееся на *валовом внутреннем продукте* (национальных счетах страны), – например изменения в системе поставок и стоимости сельскохозяйственной продукции. См. также *Воздействие нерыночных факторов.*

Воздействия (климата)
Последствия *изменения климата* для естественных и *антропогенных систем.* В зависимости от того, под каким углом зрения рассматривается *адаптация,* воздействия климата подразделяются на потенциальные и остаточные.

- Потенциальные воздействия: все воздействия, которые могут иметь место в случае реализации данного прогнозируемого изменения *климата* без учета адаптации.
- Остаточные воздействия: воздействия в результате изменения климата, которые могут иметь место после адаптации.

См. также *Совокупные воздействия, Воздействия рыночных факторов* и *Воздействия нерыночных факторов*.

Воздействия (связанные с климатом)
Все элементы *изменения климата,* включая средние характеристики *климата, изменчивость климата* и частотность и масштабы экстремальных явлений.

Воздействия нерыночных факторов
Воздействия, которые сказываются на *экосистемах* или благосостоянии людей, но которые непосредственно не связаны с рыночными факторами, например с повышенным риском преждевременной смерти. См. также *Воздействие рыночных факторов.*

Возможность
Возможность представляет собой ситуацию или обстоятельства, позволяющие сократить разрыв между *рыночным потенциалом* любой *технологии* или практики и *экономическим, социально-экономическим* или *технологическим потенциалом.*

Возобновляемые источники
Источники энергии, которые носят – в пределах кратковременных периодов по сравнению с естественными циклами в жизни Земли – устойчивый характер и включают неуглеродные источники, такие, как солнечная энергия, гидроэлектроэнергия и энергия ветра, а также источники, нейтральные с точки зрения выбросов углерода, например *биомасса.*

Волокнистый материал
Древесина, дрова (как древесного, так и недревесного происхождения).

Восстановление
Возобновление древостоя либо естественным способом (семенение на месте, появление смежного древостоя или семенение с помощью ветра, птиц или животных), либо искусственно (путем посадки саженцев или непосредственного высева).

Временная реакция климата
Усредненное на глобальном уровне за 20-летний период повышение температуры воздуха на поверхности в момент удвоения концентрации CO_2 (т.е. в 70-й год в случае эксперимента с использованием *климатической модели,* предусматривающей ежегодное повышение совокупных выбросов CO_2 на 1%).

Временная шкала
Характерная длительность процесса, подлежащего описанию. Поскольку в большинстве случаев эффекты многих процессов проявляются на ранних этапах, после чего они приближаются к апогею постепенно, в течение длительного периода времени, в целях настоящего доклада временная шкала определяется численно в виде времени, необходимого для проявления по крайней мере половины конечного эффекта, вызванного возмущающим фактором.

Время круговорота
См. *Продолжительность жизни*.

Время реакции
Время реакции или время корректировки означает время, которое требуется *климатической системе* для того, чтобы снова стабилизироваться в новом состоянии после прекращения воздействия, обусловленного внешними или внутренними процессами или *ответной реакцией климата*. Время реакции различных компонентов климатической системы варьируется в очень широких пределах. Время реакции *тропосферы* относительное короткое – от нескольких дней до нескольких недель; *стратосфера* достигает стабилизированного состояния в диапазоне *временной шкалы* продолжительностью, как правило, несколько месяцев. Время реакции океанов, в силу их огромной теплоемкости, гораздо большее – обычно десятилетия, а то и целые столетия и тысячелетия. Время реакции тесно связано с системой “поверхность-атмосфера” и определяется, главным образом, океанами. *Биосфера* может реагировать на вынужденные воздействия быстро (пример – *засухи*), но в целом ее реакция очень медленная. Иное определение времени реакции применительно к скорости процессов, воздействующих на концентрации газов в следовых количествах, см. *Продолжительность жизни.*

Вторжение (интрузия) соленых вод
Вытеснение пресных поверхностных или подземных вод – обычно в прибрежных и эстуариевых зонах – в результате проникновения соленых вод в силу их большей плотности.

Выбросы CO_2 (диоксида углерода), обусловленные ископаемым топливом
Выбросы диоксида углерода в результате сжигания топлива, добытого из залежей ископаемого углеродного топлива, например нефти, природного газа и угля.

Выбросы
В условиях *изменения климата* выбросы означают высвобождение *парниковых газов* и/или их *прекурсоров* и *аэрозолей* в *атмосферу* в пределах заданного района и в заданный период времени.

Выгоды от адаптации
Расходы, связанные с причиненным ущербом, которых удалось избежать, или выгоды, возросшие в результате принятия и *осуществления* мер по *адаптации*.

Вымирание
Полное исчезновение целого вида.

Галоидуглероды
Соединения, содержащие углерод и хлор, бром или фтор. Такие соединения могут действовать в качестве активных *парниковых газов* в *атмосфере*. Хлор- и бромсодержащие галоидуглероды также относятся к категории веществ, разрушающих *озоновый слой*.

Гексафторид серы (SF_6)
Один из шести *парниковых* газов, выбросы которых подлежат сокращению в соответствии с *Киотским протоколом*. Он широко используется в тяжелой промышленности для изоляции оборудования высокого напряжения и в процессе изготовления систем охлаждения кабелей. Его *потенциал глобального потепления* равен 23 900.

Геоинжиниринг
Попытки стабилизировать климатическую систему путем прямого регулирования энергетического баланса Земли в целях компенсации усиления *парникового эффекта*.

Гетеротрофная респирация
Преобразование органического вещества в CO_2 организмами, помимо растений.

Гидросфера
Компонент *климатической системы*, состоящий из поверхностных и подземных вод в жидком состоянии, таких, как океаны, моря, реки, пресноводные озера, грунтовые воды и т.д.

Гидрофторуглероды (ГФУ)
Относятся к шести *парниковым газам*, выбросы которых подлежат сокращению в соответствии с *Киотским протоколом*. Они производятся на промышленной основе в качестве заменителей *хлорфторуглеродов*. ГФУ широко используются в холодильном деле и производстве полупроводников. Их потенциалы глобального потепления варьируются в пределах от 1 300 до 11 700.

Глобальная температура поверхности
Глобальная температура поверхности представляет собой глобальную средневзвешенную по площади 1) температуру на поверхности океана (т.е. подповерхностную среднемассовую температуру океана на глубине нескольких метров) и 2) поверхностную температуру воздуха на суше на высоте 1,5 м над уровнем грунта.

Глубоководное образование
Происходит в тех случаях, когда морская вода замерзает, образуя морской лед. Локальное высвобождение соли с последующим увеличением плотности воды ведет к образованию массы соленой холодной воды, опускающейся на дно океана.

Горный
Биогеографическая зона, образованная относительно влажными, прохладными горными склонами, расположенными ниже границы лесов, и характеризующаяся наличием крупных вечнозеленых деревьев в качестве господствующей формы жизни.

Градусо-день отопления
Суммарная суточная температура ниже 18°C (например, сутки со средней температурой 16°C принимаются за 2 градусо-дня отопления). См. также *Градусо-день охлаждения*.

Градусо-день охлаждения
Суммарная суточная температура выше 18°C (например, сутки со средней температурой 20°C принимаются за 2 градусо-дня охлаждения). См. также *Градусо-день отопления*.

Дамба
Искусственная насыпь или перемычка, возведенная вдоль берега в целях предохранения от волновой *эрозии*.

Двойной дивиденд
Последствия, обусловленные тем фактом, что механизмы, обеспечивающие денежные поступления, например *налоги на углерод* или продаваемые (переуступаемые) разрешения на выбросы углерода, могут 1) приводить к ограничению или сокращению *выбросов парниковых газов* и 2) компенсировать по крайней мере часть потенциального снижения благосостояния, обусловленного проведением соответствующей политики в области климата, посредством «рециклирования» поступлений на уровне экономики в целях снижения других налогов, которые, как предполагается, могут приводить к рыночным

перекосам. В условиях невольной безработицы принятая политика в области *изменения климата* может приводить к определенному воздействию на трудоустройство (положительному или отрицательному, так называемому "третьему дивиденду"). Явление слабого двойного дивиденда наблюдается до тех пор, пока проявляется эффект *рециклирования поступлений,* т.е. до тех пор пока поступления рециклируются путем снижения предельных ставок налогов, которые приводят к рыночным перекосам. Сильный двойной дивиденд предполагает необходимость того, чтобы (благоприятный) эффект рециклирования поступлений был более существенным, а не просто сводился к компенсации некоторой комбинации основных расходов, в случае чего чистые расходы по сокращению выбросов будут негативными.

Дедуктивные модели

Способ моделирования, предусматривающий включение в анализ технологических и инженерных данных. См. также *Индуктивные модели.*

Диапазон ассимиляции

Колебание климатических *воздействий*, которое может быть абсорбировано данной системой без существенных последствий.

Диоксид углерода (CO_2) как удобрение

Усиление роста растений в результате повышенной концентрации *диоксида углерода* в атмосфере. Некоторые виды растений, в зависимости от их механизма *фотосинтеза,* более чувствительны к изменению концентрации диоксида углерода в атмосфере. В частности, растения, которые образуют в процессе фотосинтеза трехатомное соединение углерода (C_3), – включая большинство деревьев и таких сельскохозяйственных культур, как рис, пшеница, соя, картофель и овощи – обычно обнаруживают более сильную реакцию по сравнению с растениями, которые образуют в процессе фотосинтеза четырехатомное соединение углерода (C_4). Это, главным образом, растения тропического происхождения, в том числе травы и важные сельскохозяйственные культуры: кукуруза, сахарный тростник, просо и сорго.

Диоксид углерода (CO_2)

Природный газ, а также побочный продукт сгорания *ископаемых видов топлива* и *биомассы,* а также *изменений в землепользовании* и других промышленных процессах. Он является основным *парниковым газом антропогенного происхождения,* нарушающим *радиационный баланс* Земли. Это контрольный газ, по которому оцениваются другие парниковые газы, и, как следствие, его *потенциал глобального потепления* принимается равным 1.

Диффузный источник загрязнения

Загрязнение из *источников,* которые не подпадают под определение дискретных точечных источников, например, районы выращивания культур, заготовки лесоматериалов, разработки открытым способом, удаление отходов и строительные работы. См. также *Точечный источник загрязнения.*

Добавленная стоимость

Чистая отдача от данного сектора, полученная после суммирования всей произведенной продукции и вычета промежуточных затрат.

Добровольное соглашение

Соглашение между государственным органом и одним или несколькими субъектами частного права, а также одностороннее обязательство, признаваемое государственным органом, цель которого – достижение экологических целей или улучшение экологических показателей сверх предусмотренных обязательствами по *соблюдению.*

Доиндустриальный

См. *Промышленная революция.*

Дополнительные выгоды

Дополнительные или побочные последствия реализации политики, направленной исключительно на *смягчение последствий изменения климата*. Такая политика воздействует не только на *выбросы парниковых газов*, но и на эффективность использования ресурсов, например на сокращение местных и региональных выбросов загрязняющих веществ, связанное с использованием *ископаемых видов топлива*, а также на такие вопросы, как транспорт, сельское хозяйство, различные виды практики в области *землепользования*, занятость и топливная безопасность. Иногда эти выгоды именуются «дополнительными воздействиями» с целью отразить тот факт, что в некоторых случаях они могут быть негативными. С точки зрения политики, направленной на снижение уровня местного загрязнения, смягчение последствий изменения климата может также считаться дополнительной выгодой, однако эта взаимосвязь в данном анализе не рассматривается.

Дополняемость

Сокращение *выбросов* из *источников* или усиление абсорбции *поглотителями*, которое является дополнительным к тому, что произошло бы в случае отсутствия деятельности по проектам, подпадающим под определение *совместного осуществления* или *механизма чистого развития*, содержащееся в статьях *Киотского протокола*, касающихся совместного осуществления и механизма чистого развития. Это определение может быть расширено за счет включения в него финансовой, инвестиционной и *технологической* дополняемости. В случае "финансовой дополняемости" финансирование проектной деятельности является дополнительным к финансированию по линии Глобального экологического фонда, других финансовых

обязательств Сторон, включенных в приложение I, официальной помощи в целях развития и других систем сотрудничества. В случае "инвестиционной дополняемости" ценность *единицы сокращения выбросов/ сертифицированной единицы сокращения выбросов* должна обуславливать значительное повышение финансовой и/или коммерческой жизнеспособности проектной деятельности. В случае "технологической дополняемости" используемая технология должна относиться к категории наилучшей имеющейся технологии, соответствующей условиям принимающей Стороны.

Дыхание
Процесс, с помощью которого живые организмы преобразуют органическое вещество в *диоксид углерода*, высвобождая энергию и потребляя кислород.

Единица сертифицированного сокращения выбросов (ССВ)
Равна 1 (метрической) тонне *выбросов в эквиваленте* CO_2, сокращенных или поглощенных в результате реализации проекта, подпадающего под определение *механизма чистого развития*, рассчитанной с использованием *потенциала глобального потепления*. См. также *Единица сокращения выбросов*.

Единица сокращения выбросов (ЕСВ)
Равна 1 (метрической) тонне *выбросов диоксида углерода,* сокращенных или поглощенных в результате реализации проекта на принципах *совместного осуществления* (определенного в статье 6 *Киотского протокола*), рассчитанной с использованием *потенциала глобального потепления*. См. также *Единица сертифицированного сокращения выбросов* и *Торговля выбросами*.

Единица установленного количества (ЕУК)
Равна 1 (метрической) тонне *выбросов в эквиваленте* CO_2, рассчитанной с использованием *потенциала глобального потепления*.

Заболеваемость
Распространенность болезней или других нарушений здоровья среди определенной группы населения с учетом показателей распространенности, характерных для конкретных возрастных групп. Характеристики состояния здоровья включают распространенность/ частотность хронических болезней, коэффициент госпитализации, число больных, обратившихся в учреждения первичной медико-санитарной помощи, количество дней нетрудоспособности (т.е. дней отсутствия на работе) и распространенность симптомов.

Забор воды
Количество воды, забранной из водоемов.

Заинтересованные стороны
Физическое или юридическое лицо, располагающее дотациями, льготами или любым иным видом *"ценности"*, которое может быть затронуто конкретной мерой или политикой.

Закись азота (N_2O)
Активный парниковый газ, выбрасываемый в атмосферу в результате применения некоторых видов возделывания культур, в особенности использования коммерческих и органических удобрений, сжигания ископаемых видов топлива, производства азотной кислоты и сжигания биомассы. Один из шести *парниковых газов,* выбросы которого подлежат сокращению в соответствии с *Киотским протоколом.*

Залежь пресной воды
Чечевицеобразная залежь подземной пресной воды, расположенная под океанским островом. Под ней находится соленая вода.

Запас
См. *Накопитель*.

Запасы
Означают те месторождения, которые выявлены или оценены, с учетом имеющихся технологий и цен, в качестве экономически и технически извлекаемых запасов. См. также *Ресурсы*.

Засоление
Накопление соли в почвах.

Засуха
Явление, возникающее в тех случаях, когда количество осадков значительно ниже нормальных зафиксированных уровней, что вызывает серьезное нарушение гидрологического равновесия, неблагоприятно сказывающееся на продуктивности земельных ресурсов.

Засушливые районы
Экосистемы, в которых ежегодное выпадение осадков составляет менее 250 мм.

Затопление
Подъем уровня воды по отношению к суше, в результате чего районы, которые ранее были сухими, покрываются водой; это происходит либо по причине оседания грунта, либо по причине подъема уровня воды.

Затратоэффективный
Критерий, указывающий на то, что данная *технология* или мера обеспечивает получение какого-либо товара или услуги по той же или более низкой цене в сравнении с существующей практикой, или самый дешевый альтернативный вариант достижения данной цели.

Землепользование
Совокупность мероприятий, деятельности и вводимых

ресурсов в пределах данного вида растительного покрова (комплекс работ, выполняемых людьми). Социально-экономические задачи, которые решаются с помощью системы управления земельными ресурсами (например организация пастбищного хозяйства, заготовка лесоматериалов, охрана природы).

Зоопланктон

Животные формы *планктона*. Они питаются *фитопланктоном* или другим *зоопланктоном*. См. также *Фитопланктон*.

Иерархия моделей

См. *Климатическая модель*.

Известные технологические варианты

Технологии, которые применяются сегодня на промышленной или экспериментальной основе. Они не включают новые технологии, которые предполагают необходимость радикальных технологических прорывов.

Издержки, обусловленные внешними факторами

См. *Внешние издержки*.

Изменение климата

Изменение климата означает статистически значимое изменение либо среднего состояния *климата,* либо его изменчивости на протяжении длительного периода времени (обычно несколько десятилетий или больше). Изменение климата может быть вызвано естественными внутренними процессами или *внешними воздействиями*, а также устойчивыми изменениями *антропогенного* происхождения в составе *атмосферы* или в практике *землепользования.* Следует иметь в виду, что в статье 1 *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата* (РКИК ООН) “изменение климата” определяется следующим образом: “изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени”. Таким образом, РКИК ООН проводит различие между “изменением климата”, обусловленным деятельностью человека, и “изменчивостью климата”, обусловленной естественными причинами. См. также *Изменчивость климата.*

Изменения в землепользовании

Изменение методов использования земельных ресурсов людьми или управления ими, что может привести к изменению растительного покрова. Изменение растительного покрова и практики землепользования может сказаться на *альбедо, эвапотранспирации, источниках* и *поглотителях парниковых газов* или других свойствах *климатической системы* и, как следствие, оказать воздействие на *климат* на местном или глобальном уровне. См. также Специальный доклад МГЭИК “Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство” (МГЭИК, 2000 г., b).

Изменчивость климата

Изменчивость климата означает колебания среднего состояния и других статистических параметров (таких, как стандартные отклонения, наступление экстремальных явлений и т.п.), описывающих *климат*, по всем *временным и пространственным шкалам,* помимо шкалы отдельных погодных явлений. Изменчивость может быть обусловлена естественными внутренними процессами в самой *климатической системе* (внутренняя изменчивость) или колебаниями внутреннего или *антропогенного внешнего воздействия* (внешняя изменчивость). См. также *Изменение климата.*

Изостатические перемещения суши

Изостазия означает форму реакции *литосферы* и мантии на изменения поверхностной нагрузки. Когда нагрузка на литосферу меняется в результате изменения массы наземного льда, массы океана, отложения осадков, эрозии или рельефообразования, происходит изостатическое выравнивание по вертикали для уравновешивания новой нагрузки.

Ил

Незатвердевший или несвязанный осадочный материал с составными твердыми частицами меньше чем у песка, но больше чем у глины.

Инвазивный вид

Интродуцированный вид, вторгшийся в естественные *ареалы обитания*.

Индуктивные модели

Термины “индуктивный” и “дедуктивный” представляют собой усеченное описание моделей, основанных на агрегированных и дезагрегированных показателях. Определение “индуктивный” означает метод, с помощью которого специалисты по разработке моделей применяют макроэкономическую теорию и эконометрические методы к данным за прошлый период о потреблении, ценах, доходах и факторных издержках к конечному прогнозируемому спросу на товары и услуги и выходу продукции, произведенной основными секторами, например сектором энергетики, транспорта, сельского хозяйства и промышленности. Поэтому индуктивные модели позволяют оценить данную систему на основе агрегированных экономических переменных в противовес дедуктивным моделям, которые позволяют изучать политику, конкретно ориентированную на технологические варианты или проекты в области *смягчения последствий*. Вместе с тем некоторые данные о технологиях все же были включены в индуктивный анализ, поэтому четкого различия между этими моделями нет.

Инерция
Запаздывание, медлительность или устойчивость *климатической*, биологической или *антропогенной системы* с точки зрения ее реакции на действие факторов, которые нарушают темпы изменений, в том числе на продолжение процесса изменений в системе после устранения вызывающей их причины.

Интродуцированный вид
Вид, встречающийся в районе, вне своего известного с прошлых времен естественного ареала обитания, в результате его случайного распространения людьми (также известен под названием "*экзотический вид*" или «чужеродный вид»).

Инфекционные болезни
Любая болезнь, которая может передаваться от одного человека другому. Такая передача может происходить в результате прямого физического контакта, совместного пользования одним и тем же предметом, содержащим заразные организмы, через переносчика болезни или воздушно-капельным путем во время кашля или выдыхания.

Инфекционные заболевания
Заболевание, которое передается от одного носителя другому организмом-переносчиком, таким, как комар или клещ (например *малярия, лихорадка денге* и лейшманиоз).

Инфракрасное излучение
Излучение, испускаемое земной поверхностью, *атмосферой* и облаками. Оно также известно под названием земного или длинноволнового излучения. Инфракрасное излучение характеризуется соответствующим диапазоном длины волны ("спектра"), большей чем в красном диапазоне видимой части спектра. Спектр инфракрасного излучения в общем и целом отличается от спектра солнечного или коротковолнового излучения, что обусловлено разницей в температуре между Солнцем и системой земной атмосферы.

Инфраструктура
Основное оборудование, коммунальные сооружения, производственные предприятия, установки и службы, необходимые для развития, работы и расширения какой-либо организации, города или страны. Например, инфраструктурой считаются дороги, школы, электро-, газо- и водоснабжение, транспорт, связь и правовые системы.

Ископаемые виды топлива
Различные виды топлива на основе углерода, добытого из залежей ископаемого углеродного топлива, например нефти, природного газа и угля.

Испарение
Процесс превращения жидкости в газ.

Использование энергии
Использование полезной энергии для выполнения работы, необходимой для потребителя, например для транспортировки, отопления помещений или освещения.

Исследования, разработки и демонстрация
Научные и/или технические исследования и разработки новых производственных процессов или изделий, вместе с анализом и измерениями, которые позволяют пользователям получить нужную информацию о применении этого нового изделия или процесса, показательными испытаниями и технико-экономическим обоснованием этих изделий и процессов с использованием опытных установок и других видов применения на этапе, предшествующем коммерциализации.

Источник
Любой процесс, вид деятельности или механизм, в результате которого в атмосферу поступает *парниковый газ, аэрозоль* или *прекурсор* парникового газа или аэрозоли.

Истребление
Исчезновение какого-либо вида в части его ареала; местное вымирание.

Исходный сценарий
См. *Базовые условия*.

Калькуляция себестоимости по прямым издержкам
Калькуляция себестоимости коммерческих товаров и услуг таким образом, что цена равняется дополнительной стоимости, обусловленной расширением производства на одну дополнительную единицу.

Квота выбросов
Часть или доля общих допустимых *выбросов*, установленная для данной страны или группы стран в пределах максимального общего объема выбросов и обязательного выделения ресурсов.

Киотские механизмы
Экономические механизмы, действующие на основе рыночных принципов, которые могут использоваться участниками *Киотского протокола* в работе по смягчению потенциального экономического воздействия, обусловленного соблюдением требований по сокращению выбросов *парниковых газов*. К их числу относятся: механизм *совместного осуществления* (статья 6), *механизм чистого развития* (статья 12) и *торговля выбросами* (статья 17).

Киотский протокол
Киотский протокол к *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата* (РКИК ООН) был принят на третьей сессии *Конференции Сторон* РКИК ООН в 1997 г. в Киото (Япония). Он также содержит подлежащие соблюдению юридические обязательства, в дополнение к тем, которые содержатся

в РКИК ООН. Страны, включенные в *приложение B* к Протоколу (большинство стран – членов Организации экономического сотрудничества и развития и *страны с переходной экономикой*), согласились сократить свои *выбросы парниковых газов антропогенного происхождения (диоксид углерода, метан, закись азота, гидрофторуглероды, перфторуглероды и гексафторид серы)* не менее чем на 5% ниже уровней 1990 г. в течение периода действия обязательств с 2008 по 2012 год. Киотский протокол еще не вступил в силу (по состоянию на сентябрь 2001 г.).

Климат

Климат в узком смысле этого слова обычно определяется как "средний режим погоды" или, в более строгом смысле, как статистическое описание средней величины и изменчивости соответствующих количественных параметров в течение периода времени, который может варьироваться от нескольких месяцев до тысяч или миллионов лет. По определению Всемирной метеорологической организации (ВМО), классическим периодом считается 30 лет. Соответствующими количественными параметрами наиболее часто являются такие переменные на поверхности Земли, как температура, осадки и ветер. В более широком смысле, климат представляет собой состояние *климатической системы*, в том числе ее статистическое описание.

Климатическая модель (иерархия)

Численное описание *климатической системы* на основе физических, химических и биологических свойств ее компонентов, их взаимодействий и *обратных* процессов, которые полностью или частично объясняются ее известными свойствами. Климатическая система может быть описана с помощью моделей различной сложности – т.е. для каждого компонента или комбинации компонентов можно найти соответствующую "иерархию" моделей, отличающихся друг от друга в таких аспектах, как число пространственных параметров, степень точности описания физических, химических и биологических процессов или уровень эмпирического *определения параметров*. Всестороннее описание климатической системы обеспечивают *модели общей циркуляции* в системе "атмосфера-океан-морской лед" (AOGCM). В настоящее время наблюдается тенденция к применению более сложных моделей с использованием активных химических и биологических связей. Климатические модели применяются в качестве инструмента исследования и моделирования климата, а также для оперативных целей, в том числе для месячного, сезонного и междугодичного *предсказания климата*.

Климатическая система

Климатическая система представляет собой весьма сложную систему, состоящую из пяти важнейших компонентов: *атмосферы, гидросферы, криосферы,* поверхности суши и *биосферы* и взаимодействий между ними. Климатическая система изменяется во времени под воздействием собственной внутренней динамики и в силу внешних воздействий, например извержения вулканов, колебания режима солнечной радиации и воздействий, обусловленных деятельностью человека, таких, как изменение состава атмосферы и *изменения в землепользовании.*

Климатический сценарий

Правдоподобное и зачастую упрощенное описание будущего *климата* на основе внутренне последовательного набора климатологических связей, которое было построено исключительно для анализа потенциальных последствий *изменения климата под воздействием антропогенных факторов,* зачастую служащих в качестве исходных данных для разработки моделей воздействия. В качестве исходного материала для разработки климатических сценариев зачастую служат *прогнозы климата*, однако для сценариев требуется, как правило, также дополнительная информация, например данные наблюдений за нынешним климатом. "Сценарий изменения климата" описывает разницу между климатом, соответствующим некоторому сценарию, и нынешним состоянием климата.

Когенерация

Использование отводимого тепла в результате производства электроэнергии, например отработавших газов из газовых турбин, для промышленных процессов или для центрального отопления.

Комплексная оценка

Метод анализа с использованием результатов и моделей физических, биологических, экономических и гуманитарных наук и взаимодействий между их компонентами на единой последовательной основе в целях оценки состояния и последствий экологических изменений и директивных мер, принимаемых в порядке реагирования на эти изменения.

Конверсия энергии

См. *Преобразование энергии.*

Конечная энергия

Энергия, предоставленная в распоряжение пользователя в целях ее преобразования в энергию, пригодную для использования (например электричество, подведенное к розетке на стене).

Конференция Сторон (КС)

Верховный орган *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)*, состоящий из стран, которые ратифицировали РКИК ООН или присоединились к ней. Первая сессия Конференции Сторон (КС-1) состоялась в Берлине в 1995 г., КС-2 – в Женеве в 1996 г., КС-3 – в Киото в 1997 г., КС-4 – в Буэнос-Айресе в 1998 г., КС-5 – в Бонне в 1999 г., первая часть КС-6 – в Гааге в 2000 г. и вторая часть КС-6 – в Бонне в 2001 году. КС-7 намечена на ноябрь 2001 г. в Марракеше. См. также *Совещание Сторон (СС).*

Концепция "безопасной посадки"
См. *Концепция допустимых диапазонов*.

Концепция допустимых диапазонов
Эта концепция позволяет анализировать *выбросы парниковых газов* в той мере, в какой они будут подвергаться сокращению путем принятия не цели *стабилизации* концентрации парниковых газов, а скорее долгосрочной цели в области *климата* (например с точки зрения изменений температуры или уровня моря либо скорости таких изменений). Основная цель этой концепции – оценить последствия таких долгосрочных целей для кратко- или среднесрочных "допустимых" диапазонов *выбросов парниковых газов*. Также известна под названием концепции "безопасной посадки".

Коренные народы
Народы, предки которых проживали в данном месте или стране в то время, когда сюда прибыли люди с другой культурой и другого этнического происхождения и покорили их в результате завоевания, расселения или с помощью других методов, и которые сегодня живут в большей степени в соответсвии со своими собственными социальными, экономическими и культурными обычаями и традициями, чем с обычаями и традициями той страны, в состав которой они сейчас входят (называемые также "туземцами", "аборигенами" или "людьми, ведущими племенной образ жизни").

Корректировка потока
В целях исключения такой ситуации, при которой модель общей циркуляции в системе "атмосфера-океан" будет описывать некоторое нереальное состояние климата, к потокам тепла и влаги в системе "атмосфера-океан" (а иногда и к поверхностным стрессам, вызванным ветровым воздействием на поверхность океана) могут применяться – до включения характеристик этих потоков в модель океана и атмосферы – соответствующие методы корректировки. Поскольку эти коэффициенты корректировки рассчитываются заранее и поэтому не имеют отношения к интегрированию модели, они не коррелируются с отклонениями от нормы, которые могут возникать в процессе интегрирования.

Косвенное воздействие аэрозолей
Аэрозоли могут являться причиной косвенного *радиационного воздействия* на *климатическую систему*, выполняя функцию ядра конденсации или изменяя оптические свойства и продолжительность жизни облаков. Различают два вида косвенного воздействия:

- первое косвенное воздействие – радиационное воздействие, обусловленное повышением содержания аэрозолей *антропогенного* происхождения, которые являются причиной изначального увеличения концентрации капелек с фиксированным содержанием воды в жидкой фазе и уменьшения их размеров, что ведет к увеличению *альбедо* облаков. Этот эффект также известен под названием "эффекта Туми". Иногда его также называют эффектом альбедо облаков. Однако это название неверно отражает данное явление, поскольку второе косвенное воздействие также меняет альбедо облаков;
- второе косвенное воздействие – радиационное воздействие, обусловленное повышением содержания аэрозолей *антропогенного* происхождения, которые являются причиной уменьшения капелек, что снижает эффективность выпадения осадков и тем самым изменяет содержание воды в жидкой фазе, толщину облачного покрова и продолжительность жизни облаков. Этот эффект также известен под названием "эффект продолжительности жизни облаков" или "эффект Альбрехта".

Косвенные данные
Косвенный климатический показатель представляет собой местный набор данных, которые интерпретируются – с использованием физических или биофизических принципов – таким образом, чтобы описать некоторую комбинацию колебаний климата в прошлом. Климатические данные, полученные этим способом, называются косвенными данными. Примером косвенных данных могут служить годовые кольца деревьев, характеристики кораллов и различные данные, полученные по кернам льда.

Криосфера
Компонент *климатической системы,* состоящий из всего снега, льда и *вечной мерзлоты* на поверхности суши и океана и под нею. См. также *Ледник* и *Ледяной покров*.

Критерий Парето/оптимум Парето
Такое необходимое условие или состояние, при котором благосостояние какого-либо индивида может быть улучшено только за счет ухудшения состояния других членов общества.

Круговорот углерода
Термин, используемый для описания потока углерода (в различных формах, например в форме *диоксида углерода*) через *атмосферу,* океан, земную *биосферу* и *литосферу*.

Ледник
Масса наземного льда, движущаяся вниз по склону (в результате внутренней деформации и скольжения в области основания) и ограниченная в своем движении окружающей топографией местности (например склонами долины или расположенными на его пути пиками); основное влияние на динамику и поверхностный наклон ледника оказывает топография скального основания. Ледник поддерживается за счет накопления снежной массы на больших высотах, уравновешиваемой за счет подтаивания на малых высотах или схода в море.

Ледниковый покров
Масса наземного льда достаточной толщины, покрывающая

большую часть топографии подстилающей скальной породы, в результате чего ее форма определяется главным образом ее внутренней динамикой (истечение льда в результате внутренней деформации и скольжения в области основания). Ледниковый покров перемещается в сторону периферии от высокогорного центрального плато с небольшим уклоном поверхности. Его края круто поднимаются вверх, и лед сбрасывается через быстродвижущиеся "ледовые потоки" или сток *ледника* в море или, в некоторых случаях, в шельфовые ледники, плавающие на поверхности моря. Сегодня в мире есть два крупных ледниковых покрова: в Гренландии и в Антарктике. Антарктический ледниковый покров разделяется Трансантарктическим хребтом на восточный и западный; во время ледникового периода были и другие ледниковые покровы.

Ледовая шапка
Куполообразная масса льда, покрывающая высокогорный участок, которая по своим размерам значительно меньше *ледникового покрова.*

Лес
Тип растительности, в котором господствующий ярус образован деревьями. В мире существует множество определений термина "лес", отражающих огромное разнообразие биогеофизических условий, социальной структуры и экономики. Анализ термина "лес" и связанных с ним терминов, таких, как *облесение*, *лесовозобновление* и *обезлесивание* см. в Специальном докладе МГЭИК "Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство" (МГЭИК, 2000 г., b).

Лесоводство
Разведение лесов и уход за ними.

Лесовозобновление
Насаждение *лесов* на территориях, ранее находившихся под лесами, но выведенных в целях использования для других нужд. Анализ термина "лес" и связанных с ним терминов, таких, как *облесение*, *лесовозобновление* и *обезлесивание* см. в Специальном докладе МГЭИК "Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство" (МГЭИК, 2000 г., b).

Литосфера
Верхний слой твердой оболочки Земли – как континентальной, так и морского дна, – который состоит из всех горных пород, образующих земную кору, и холодной, в основном эластичной, части верхней мантии. Вулканическая активность, хотя она также относится к литосфере, частью *климатической системы* не является, однако действует в качестве одного из факторов *внешнего воздействия.*

Лихорадка денге
Инфекционная вирусная болезнь, переносимая комарами, которая зачастую называется костоломной лихорадкой из-за жестокой боли в суставах и спине. Повторное заражение вирусом инфекции может привести к геморрагической лихорадке денге (ГЛД) и к синдрому денге с развитием шока (СДШ), что может привести к летальному исходу.

Ля-Ниньа
См. *Южное колебание Эль-Ниньо.*

Малярия
Эндемическая или *эпидемическая* паразитарная болезнь, вызываемая простейшими рода плазмодиев и передаваемая через комаров рода Anopheles; сопровождается высоким жаром и общесистемными нарушениями, является причиной гибели около двух миллионов человек в год.

Международная продукция и/или технологические стандарты
См. *Стандарты.*

Международное энергетическое агентство (МЭА)
Базирующаяся в Париже энергетическая организация, созданная в 1974 году. Она работает в контакте с Организацией экономического сотрудничества и развития в целях принятия совместных мер по решению чрезвычайных проблем, связанных с поставками нефтепродуктов, обменом информацией и координацией политики в области энергетики и сотрудничества в разработке рациональных энергетических программ.

Международный налог на выбросы/углерод/энергию
См. *Налог на выбросы.*

Мероприятия, осуществляемые совместно (МОС)
Совместное осуществление на экспериментальном этапе, определенное в статье 4.2(a) *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата,* которое допускает осуществление проектной деятельности между развитыми странами (и их компаниями) и между развитыми и развивающимся странами (и их компаниями). МОС имеет целью дать Сторонам Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата возможность приобрести опыт работы по совместному осуществлению проектов. Кредитование в ходе МОС на экспериментальном этапе не допускается. Что касается будущего проектов МОС и того, каким образом их можно увязать с *киотскими механизмами,* то этот вопрос еще предстоит решить. Являясь простой формой переуступаемых на коммерческой основе разрешений, проекты МОС и другие схемы, основанные на рыночных принципах, представляют собой важные потенциальные механизмы стимулирования дополнительных потоков ресурсов в интересах защиты глобальной окружающей среды. См. также *Механизм чистого развития* и *Торговля выбросами.*

Местная "повестка дня на XXI век"
Местная "повестка дня на XXI век" представляет собой

местные планы в области охраны окружающей среды и развития, которые должны быть разработаны каждым местным органом власти на основе процесса консультаций со своим населением с уделением особого внимания привлечению к этому процессу женщин и молодежи. Многие местные органы власти разрабатывают местную "повестку дня на XXI век" с помощью такого процесса консультаций в качестве средства переориентации своей политики, планов и работы на достижение целей *устойчивого развития.* Этот термин взят из главы 28 "Повестки дня на XXI век" – документа, который был официально одобрен представителями всех правительств, принявших участие в Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (известной также под названием «Встреча на высшем уровне "Планета Земля"»), состоявшейся в Рио-де-Жанейро в 1992 году.

Метан (CH_4)

Углеводород, являющийся *парниковым газом,* который образуется в результате анаэробного (без доступа кислорода) разложения отходов в свалках, интестинальной ферментации животных, разложения останков животных, добычи и распределения природного газа и нефти, добычи угля и неполного сгорания ископаемых видов топлива. *Метан* является одним из шести *парниковых газов*, выбросы которых подлежат сокращению в соответствии с *Киотским протоколом.*

Метод актуализации расходов

Сумма всех расходов за все периоды времени с дисконтированием будущих расходов.

Механизм чистого развития (МЧР)

Механизм чистого развития, определенный в статье 12 *Киотского протокола,* направлен на достижение следующих двух целей: 1) оказание помощи Сторонам, не включенным в приложение I, в обеспечении устойчивого развития и в содействии достижению конечной цели Конвенции; и 2) оказание помощи *Сторонам, включенным в приложение I*, в обеспечении *соблюдения* взятых ими на себя количественных обязательств по ограничению и сокращению своих выбросов. *Единицы сертифицированного сокращения выбросов*, полученные в результате осуществления проектов, отвечающих критериям механизма чистого развития, в *странах, не включенных в приложение I*, которые приводят к ограничению или сокращению *выбросов парниковых газов,* могут приобретаться – после их сертификации оперативными органами, назначенными *Конференцией Сторон/Совещанием Сторон,* – инвестором (правительством или промышленностью) у *Сторон, включенных в приложение B*. Часть поступлений от сертифицированных видов деятельности по проектам используется на покрытие административных расходов, а также для оказания помощи Сторонам, являющимся развивающимися странами, которые особенно уязвимы к неблагоприятному воздействию *изменения климата*, в погашении расходов, связанных с *адаптацией*.

Механизмы обеспечения гибкости

См. *Киотские механизмы*.

Модель общей циркуляции (МОЦ)

См. *Климатическая модель*.

Мольный состав

Мольный состав или состав смеси представляет собой соотношение между числом молей определенного компонента в данном объеме и общего числа молей всех компонентов в этом объеме. Он обычно соотносится к сухому воздуху. Типичные значения долгоживущих *парниковых газов* составляют порядка микромоль/моль (частей на миллион: млн.$^{-1}$), наномоль/моль (частей на миллиард: млрд.$^{-1}$) и фемтомоль/моль (частей на триллион: трлн.$^{-1}$). Мольный состав отличается от состава смеси, который зачастую выражается в млн.$^{-1}$ по объему и т.п., на величину поправок на неидельность газов. Эти поправки имеют важное значение для точности измерений в случае многих парниковых газов (Schwartz and Warneck, 1995).

Монреальский протокол

Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, был принят в Монреале в 1987 году. Впоследствии в него были внесены исправления и изменения в Лондоне (в 1990 г.), Копенгагене (в 1992 г.), Вене (в 1995 г.), Монреале (в 1997 г.) и Пекине (в 1999 г.). Он регулирует потребление и производство хлор- и бромсодержащих химических веществ, разрушающих озоновый слой, таких, как *хлорфторуглероды* (ХФУ), метилхлороформ, четыреххлористый углерод и многие другие.

Муссон

Ветер, характерный для общей атмосферной циркуляции с типичным преобладающим сезонным направлением ветра и явно выраженным изменением направления при смене сезона.

Нагрузка

Общая масса рассматриваемого газового вещества в атмосфере.

Накопитель

Компонент *климатической системы,* помимо *атмосферы,* который обладает способностью хранить, аккумулировать или высвобождать подконтрольное вещество (например углерод, *парниковый газ* или *прекурсор*). Примерами накопителей углерода являются океаны, почвы и *леса. Пул* является равнозначным термином (следует иметь в виду, что это определение зачастую включает также атмосферу). Абсолютное количество подконтрольных веществ, содержащихся в накопителе в течение заданного

времени, называется запасом. Этот термин также означает искусственный или естественный водоем, например, озеро, пруд или водоносный слой, из которого может производиться забор воды для таких целей, как орошение или водоснабжение.

Налог на выбросы

Сбор, взимаемый правительством с каждой единицы *выбросов в эквиваленте* CO_2 из определенного *источника,* облагаемого налогом. Поскольку практически весь углерод, содержащийся в *ископаемых видах топлива*, в конечном итоге выбрасывается в виде *диоксида углерода*, сбор, взимаемый с углерода, содержащегося в ископаемом топливе, – *налог на углерод* – эквивалентен налогу на выбросы, образующиеся в результате сжигания ископаемого топлива. *Налог на энергию* – сбор, взимаемый с энергетического содержания топлива, – приводит к снижению спроса на энергию и, как следствие, к снижению выбросов диоксида углерода в результате использования ископаемого топлива. Экологический налог имеет целью воздействовать на характер поведения людей (особенно на уровне экономики), вынуждая их вести себя экологически рациональным образом. Международный налог на выбросы/углерод/энергию представляет собой налог, которым оговоренные источники стран-участниц облагаются соответствующим международным учреждением. Налоговые поступления распределяются или используются по указанию стран-участниц или международного учреждения.

Налог на энергию

См. *Налог на выбросы.*

Налоги на углерод

См. *Налог на выбросы.*

Нарушение режима

Частотность, интенсивность и типы нарушений, как, например, пожары, налет насекомых или нашествие вредителей, наводнения и *засухи.*

Населенный пункт

Место или район, занятый поселенцами.

Недостаточность питания

Результат приема пищи, недостаточной для удовлетворения потребностей в энергетическом рационе питания на постоянной основе, плохое усвоение и/или слабое биологическое использование потребленных питательных веществ.

Нелинейность

Процесс называется “нелинейным” в том случае, если причина и следствие не связаны простой пропорциональной зависимостью. В *климатической системе* наблюдается множество таких процессов, в результате чего ее поведение приобретает потенциально весьма сложный характер. Такая сложность может привести к *быстрым изменением климата.*

Неопределенность

Выражение степени незнания какого-либо параметра (например будущего состояния *климатической системы*). Неопределенность может быть обусловлена отсутствием информации или расхождением во мнениях относительно того, что известно или даже познаваемо. Источники неопределенности могут быть самые разные: от поддающихся количественному определению ошибок в данных до нечетко сформулированных концепций или терминологии или неопределенных *прогнозов* поведения людей. Поэтому неопределенность может быть выражена количественными единицами измерения (например диапазоном значений, рассчитанных с помощью различных моделей) или качественными утверждениями (например отражающими суждение какой-либо группы экспертов). См. Moss and Schneider (2000).

Неправильная адаптация

Любые изменения в естественных и *антропогенных системах*, которые могут привести к случайному повышению степени *уязвимости* по отношению к климатическому *воздействию;* вместо того, чтобы снизить степень уязвимости, принятые меры по *адаптации,* напротив, повышают ее.

Нормативные меры

Правила и своды нормативных актов, введенные в действие правительствами, которые предписывают соблюдение соответствующих спецификаций на изделия или рабочих параметров процессов. См. также *Стандарты.*

Обезлесивание

Превращение *леса* в нелесные угодья. Анализ термина “лес” или связанных с ним терминов, например *облесение, лесовозобновление* и *обезлесивание* см. в Специальном докладе МГЭИК “Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство” (МГЭИК, 2000 г., b).

Обесцвечивание кораллов

Побледнение цвета коралла в результате потери им симбиозных водорослей. Обесцвечивание происходит в ответ на физиологический шок, вызванный резкими перепадами температуры, солености и мутности.

Облесение

Выращивание новых *лесов* на территориях, которые ранее не находились под ними. Анализ термина *лес* и связанных с ним терминов, таких, как *облесение*, *лесовозобновление* и *обезлесивание* см. в Специальном докладе МГЭИК “Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство” (МГЭИК, 2000 г., b).

Обнаружение и установление причины
Климат варьируется в диапазоне всех *временных шкал.* Обнаружение факта *изменения климата* представляет собой процесс подтверждения того, что в некотором определенном статистическом смысле климат изменился, без указания причины такого изменения. Установление причины изменения климата представляет собой процесс определения наиболее вероятных причин обнаруженного изменения с указанием соответствующего доверительного уровня.

Обратная реакция
См. *Ответная реакция климата*.

Обратный эффект
Возникает, например, в том случае, когда повышение коэффициента полезного действия двигателей приводит к снижению удельных расходов в расчете на километр пробега; приводит к неблагоприятным последствиям, выражающимся в увеличении количества поездок.

Общая циркуляция
Крупномасштабные перемещения воздушных масс *атмосферы* и вод океана вследствие различий в режиме нагревания в процессе вращения Земли в целях восстановления *энергетического баланса* всей системы за счет переноса тепла и количества движения.

Объемный состав смеси
См. *Мольный состав*.

Озон (O_3)
Озон, трехатомная форма молекулы кислорода (O_3), представляет собой газовый компонент в составе атмосферы. В *тропосфере* он образуется как естественным путем, так и в результате фотохимических реакций с участием газов, являющихся продуктом деятельности человека (фотохимический “смог”). В больших концентрациях тропосферный озон может быть вреден для очень многих живых организмов. Тропосферный озон действует в качестве *парникового газа.* В *стратосфере* озон образуется в результате взаимодействия солнечного ультрафиолетового излучения с молекулярным кислородом (O_2). Стратосферный озон играет решающую роль в *радиационном балансе* стратосферы. Его концентрация достигает наибольшего значения в *озоновом слое*. Истощение стратосферного озона в результате химических реакций, которые могут быть ускорены под воздействием *изменения климата*, приводит к увеличению околоземного потока *биологически активного ультрафиолетового излучения.* См. также *Монреальский протокол* и *Озоновый слой.*

Озоновая дыра
См. *Озоновый слой*.

Озоновый слой
В *стратосфере* есть слой, в котором концентрация *озона* достигает максимального значения. Это слой называется озоновым. Он расположен на высоте от 12 до 40 км с максимумом концентрации озона на высоте приблизительно 20-25 км. Этот слой истощается в результате антропогенных *выбросов* хлористых и бромистых соединений. Каждый год весной в южном полушарии, над районом Антарктики, происходит очень сильное истощение озонового слоя, что также обусловлено действием хлористых и бромистых соединений антропогенного происхождения в сочетании со специфическими метеорологическими условиями в этом районе. Это явление получило название *озоновой дыры*.

Океанский циркуляционный пояс
Теоретический маршрут, вдоль которого происходит циркуляция воды вокруг земного шара под воздействием ветра и *термохалинной циркуляции.*

Окислы азота (NO_x)
Любой из нескольких окислов азота.

Оползень
Масса грунта, которая сползает вниз по склону под действием собственного веса, зачастую в результате насыщения грунта водой; быстрое движение вниз по склону массы почвы, скальных пород или обломков горной породы.

Оптимальная политика
Политика считается “оптимальной”, если предельные издержки по сокращению выбросов уравнены по всем странам, в результате чего *общие расходы* сведены к минимуму.

Опустынивание
Деградация земель в засушливых, *полузасушливых* и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая климатические колебания и деятельность человека. Кроме того, Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием определяет деградацию земель как снижение или потерю биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, *лесов* и лесистых участков в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате *землепользования* или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения, таких, как 1) ветровая и/или водная *эрозия* почв; 2) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв и 3) долгосрочная потеря естественного растительного покрова.

Органические аэрозоли
Частицы *аэрозоли,* состоящие преимущественно из

органических соединений, главным образом C, H и O, и меньшего количества других элементов (Charlson and Heintzenberg, 1995). См. *Углеродосодержащая аэрозоль.*

Оседание грунта

Внезапная просадка грунта или постепенное оседание земной поверхности с незначительным горизонтальным перемещением или без такового.

Осуществление

Осуществление означает меры (законодательство или правила, судебные постановления или другие меры), которые принимаются правительствами в целях переложения международных соглашений в нормы внутреннего права и политику. Оно включает те мероприятия и виды деятельности, которые осуществляются на практике после издания директивных указаний государственными органами власти, ориентированных, в том числе, на вопросы управления и существенные воздействия на людей и явления. Здесь важно проводить различие между правовым осуществлением международных обязательств (в национальном законодательстве) и фактическим осуществлением (в виде мер, способствующих изменению поведения целевых групп). Соблюдение означает выполнение странами положений данного соглашения и степень этого выполнения. Суть соблюдения состоит не только в применении на практике мер по осуществлению, но и в выполнении решений, принятых в порядке осуществления. Соблюдение позволяет оценить степень выполнения принятых мер и обязательств по осуществлению субъектами деятельности, поведение которых является предметом данного соглашения, независимо от того, идет ли речь о местных государственных учреждениях, корпорациях, организациях или физических лицах.

Ответная реакция климата

Если какой-либо первоначальный процесс вызывает вторичный процесс, который в свою очередь воздействует на первоначальный, то такой механизм взаимодействия между процессами, происходящими в *климатической системе*, называется ответной реакцией климата. Положительная ответная реакция усиливает первоначальный процесс, а отрицательная ослабляет его.

Относительный уровень моря

Уровень моря, измеренный с помощью *самописца уровня моря* по отношению к суше, на которой оно расположено. См. также *Средний уровень моря*.

Отработанные технологии и виды практики

Технологии и виды практики, которые пользуются рыночными преимуществами, обусловленными наличием учреждений, услуг, инфраструктуры и имеющихся ресурсов; их очень трудно изменить в силу их широкого распространения и наличия соответствующих объектов инфраструктуры и сложившихся социально-культурных систем.

Отсутствие продовольственной безопасности

Ситуация, которая возникает в тех случаях, когда у людей нет надежного доступа к достаточному количеству безопасных и питательных продуктов питания для нормального роста, развития и активной и здоровой жизни. Она может быть вызвана отсутствием продовольствия, недостаточной покупательной способностью, неправильным распределением или недостаточным использованием продуктов питания на уровне домашнего хозяйства. Отсутствие продовольственной безопасности может носить хронический, сезонный или временный характер.

Оценка адаптации

Практика идентификации вариантов адаптации к *изменению климата* и их оценки с точки зрения таких критериев, как наличие, выгоды, расходы, эффективность, отдача и практическая осуществимость.

Оценка воздействия (климата)

Практика определения и оценки вредных или благоприятных последствий *изменения климата* для естественных и *антропогенных систем.*

Параметризация

В *климатических моделях* этот термин относится к методике описания процессов, не поддающихся точному моделированию по причине их несовместимости с пространственной или временной разрешающей способностью модели (процессы, масштабы которых меньше разрешающей способности сетки), посредством расчета взаимосвязей между усредненным по времени или площади эффектом таких процессов и более крупномасштабными привязками.

Паритет покупательной способности (ППС)

Оценки *валового внутреннего продукта*, рассчитанные на основе покупательной способности валют, а не текущих обменных курсов. Такие оценки представляют собой совокупность экстраполированных и рассчитанных методом регрессии показателей с использованием результатов Международной программы сопоставлений. Оценки ППС, как правило, занижают ВВП на душу населения в промышленно развитых странах и завышают ВВП на душу населения в развивающихся странах.

Парниковый газ

К парниковым газам относятся те газовые составляющие *атмосферы,* как естественного, так и *антропогенного* происхождения, которые поглощают и излучают волны определенной длины в диапазоне *инфракрасного излучения,* испускаемого поверхностью Земли, атмосферой и облаками. Это свойство порождает *парниковый эффект.* Водные пары (H_2O), *диоксид углерода* (CO_2), *закись азота* (N_2O), *метан* (CH_4) и *озон* (O_3) относятся к категории основных парниковых газов, содержащихся в атмосфере Земли. Кроме того, в атмосфере содержится еще целый ряд парниковых газов полностью антропогенного

происхождения, такие, как *галоидуглероды* и другие хлор- и бромсодержащие вещества, регулируемые *Монреальским протоколом*. Помимо CO_2, N_2O, и CH_4, под действие *Киотского протокола* подпадают такие парниковые газы, как *гексафторид серы* (SF_6), *гидрофторуглероды* (ГФУ) *и перфторуглероды* (ПФУ).

Парниковый эффект

Парниковые газы эффективно поглощают *инфракрасное излучение,* испускаемое земной поверхностью, самой *атмосферой,* что обусловлено теми же парниковыми газами, и облаками. Атмосферная радиация излучается во все стороны, в том числе и по направлению к поверхности Земли. Вследствие этого парниковые газы поглащают тепло, которое содержится в системе "поверхность-тропосфера". Этот процесс называется "естественным парниковым эффектом". Атмосферная радиация сильно зависит от температуры на том уровне, на котором она излучается. В тропосфере температура, как правило, снижается с увеличением высоты. Фактически, инфракрасное излучение испускается в космическое пространство на высоте, на которой температура составляет в среднем – 19°C, и уравновешивает чистую *солнечную радиацию* в условиях, когда температура на поверхности Земли гораздо выше, в среднем +14°C. Повышение концентрации парниковых газов ведет к увеличению непроницаемости атмосферы для инфракрасных лучей и, как следствие, к их эффективному излучению начиная с большей высоты при более низкой температуре. Это обуславливает *радиационное воздействие* – нарушение теплового баланса, которое можно компенсировать за счет повышения температуры системы "поверхность-тропосфера". Это явление называется "усилением парникового эффекта".

Пастбищные угодья

Необработанные луга, местность, покрытая кустарником, саванны и тундра.

Первичная энергия

Энергия, заключенная в природных *ресурсах* (например,угле, сырой нефти, солнечном излучении, уране), которая не была подвержена *антропогенной* конверсии или преобразованию.

Передача технологии

Широкий спектр процессов, охватывающих обмен знаниями, денежными средствами или товарами среди различных заинтересованных сторон, что ведет к распространению *технологии* адаптации и смягчения последствий, связанных с *изменением климата*. В качестве общего понятия этот термин включает как распространение технологий, так и технологическое сотрудничество внутри стран и между ними.

Перемещение массой

Применяется ко всем единичным перемещениям грунта под действием силы тяжести.

Переносчик

Организм, например насекомое, которое передает патоген от одного носителя другому. См. также *Инфекционные заболевания*.

Перестрахование

Передача части первичного страхования рисков второй группе страховщиков (вторичным страховщикам); по сути, "система страхования рисков страховщиков".

Переход на другие виды топлива

Политика, направленная на сокращение *выбросов диоксида углерода* путем перехода на другие виды топлива с более низким содержанием углерода, например с угля на природный газ.

Перфторуглероды (ПФУ)

Относятся к шести *парниковым газам*, выбросы которых подлежат сокращению в соответствии с *Киотским протоколом*; являются побочным продуктом плавки алюминия и обогащения урана. Они также используются вместо *хлорфторуглеродов* при производстве полупроводников. *Потенциал глобального потепления* ПФУ в 6 500 – 9 200 раз выше потенциала глобального потепления *диоксида углерода.*

Планктон

Акватические организмы, блуждающие или медленно передвигающиеся в воде. См. также *Фитопланктон* и *Зоопланктон.*

Побочный эффект

Экономический эффект внутренних или секторальных мер по *смягчению последствий* на другие страны или сектора. В настоящем докладе оценка побочного эффекта, сказывающегося на окружающей среде, не проводится. Побочные эффекты могут быть положительными или отрицательными и воздействовать на торговлю, *утечку* углерода, передачу и распространение *экологически безопасных технологий* и другие вопросы.

Поверхностный сток

Вода, которая течет по поверхности почвы до ближайшего поверхностного водотока; сток *бассейна*, который не ушел под землю после выпадения осадков.

Повышение уровня моря

Повышение среднего уровня океана. Эвстатическое повышение уровня моря представляет собой изменение глобального среднего уровня моря вследствие изменения объема Мирового океана. Повышение *относительного уровня моря* происходит в случае чистого повышения уровня океана по отношению к местному перемещению суши. Специалисты по моделированию климата в значительной мере занимаются выяснением эвстатического изменения уровня моря. Специалисты по исследованию *воздействия* акцентируют свою работу на относительном изменении уровня моря.

Поглотитель
Любой процесс, вид деятельности или механизм, который абсорбирует *парниковый газ, аэрозоль* или *прекурсор* парникового газа или аэрозоли из атмосферы.

Поглощение
Процесс повышения содержания углерода в накопителе углерода, помимо *атмосферы*. Биологические подходы к поглощению включают прямое удаление *диоксида углерода* из атмосферы посредством *изменений в землепользовании, облесения, лесовозобновления* и других видов практики, которые позволяют повысить содержание почвенного углерода в сельском хозяйстве. Физические подходы включают выделение и удаление диоксида углерода из дымовых газов или в процессе обработки *ископаемых видов топлива* в целях выделения фракций с богатым содержанием водорода и диоксида углерода и длительного хранения в подземных выработанных нефтегазовых месторождениях, угольных пластах и соляных *водоносных слоях*. См. также *Усвоение.*

Подпитка подземных вод
Процесс поступления внешней воды в зону насыщения *водоносного слоя* непосредственно в пласт или косвенно через другой пласт.

Политика и меры
В соответствии с терминологией *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата,* "политика" означает действия, которые могут быть предприняты и/или предписаны правительством – зачастую совместно с коммерческими и промышленными кругами в своей стране, а также совместно с другими странами – в целях ускоренного применения и использования мер по сокращению выбросов *парниковых газов*. "Меры" означают технологии, процессы и виды практики, используемые в целях реализации политики, которые приведут – в случае их применения – к сокращению выбросов парниковых газов до уровней, ниже прогнозируемых будущих уровней. Примером таких мер могут быть налоги на углерод или другие *налоги на энергию,* унифицированные *стандарты* на топливную экономичность для автомобилей и т.п. "Общая и согласованная" или "унифицированная" политика означает политику, принятую Сторонами на совместной основе.

Полузапруда
Низкая узкая дамба, обычно расположенная практически перпендикулярно береговой линии для защиты побережья от *эрозии* в результате действия течений, приливов или волн или для задержки песка для строительных нужд или для создания пляжа.

Полузасушливые регионы
Экосистемы, в которых ежегодное выпадение осадков составляет более 250 мм, однако продуктивность которых не очень высока; обычно классифицируются как *пастбищные угодья*.

Последовательный процесс принятия решений
Поэтапный процесс принятия решений в целях определения краткосрочных стратегий в условиях действия долгосрочных факторов неопределенности посредством включения через некоторое время дополнительной информации и внесения промежуточных корректив.

Последствия торговли
Экономическое воздействие разницы в покупательной способности применительно к определенному набору товаров и услуг, экспортированных данной страной, по сравнению с набором товаров и услуг, импортированных из ее торговых партнеров. Политика в области климата приводит к изменению относительных производственных издержек и, как следствие, может привести к изменению условий торговли в такой степени, что это изменит конечный экономический баланс.

Послеледниковое повышение
Вертикальное перемещение материков и морского дна после исчезновения и сокращения площади *ледяных покровов* – например после последнего оледенения (21 тыс. лет назад). См. также *Изостатические перемещения суши.*

Потенциал в области смягчения последствий
Социальные, политические и экономические структуры и условия, требуемые для осуществления эффективных мер по *смягчению* последствий.

Потенциал глобального потепления (ПГП)
Показатель, описывающий радиационные характеристики однообразной смеси *парниковых газов,* который характеризует комбинированное воздействие этих газов, находящихся в *атмосфере* в течение различных периодов времени, и их относительную способность поглощать отходящее *инфракрасное излучение.* Данный показатель приближенно соответствует интегрированному по времени эффекту потепления, создаваемому единицей массы данного парникового газа, содержащегося сегодня в атмосфере, по отношению к *диоксиду углерода.*

Поток
Вода в русле реки; обычно выражается в $м^3сек^{-1}$.

Почвенная влага
Вода, которая содержится в почве или на ее поверхности и которая может испаряться.

Предсказание климата
Предсказание или прогнозирование климата представляет собой попытку дать максимально вероятное описание или оценку фактического изменения климата в *будущем* (например в сезонном, междугодичном или долгосрочном диапазоне *временной шкалы*). См. также *Прогноз климата* или *Сценарий (изменения) климата.*

Прекурсоры

Атмосферные соединения, которые не являются *парниковыми газами* или *аэрозолями*, но которые воздействуют на концентрации парниковых газов или аэрозолей, участвуя в физических или химических процессах, регулирующих их производство или скорость разложения.

Преобразование энергии

Превращение одной формы энергии в другую, например энергии, заключенной в *ископаемых видах топлива,* в другой вид, например в электричество.

Прогноз (общее понятие)

Прогноз представляет собой потенциальное будущее изменение какого-либо количественного показателя или совокупности количественных показателей, зачастую рассчитываемых с помощью модели. Между прогнозами и "предсказаниями" проводится различие с целью подчеркнуть, что прогноз строится на допущениях в отношении, например, будущего социально-экономического и технологического развития, которое может произойти или не произойти, и в этой связи характеризуются существенной *неопределенностью.* См. также *Предсказание климата* и *Прогноз климата.*

Прогноз климата

Прогноз в отношении реакции *климатической системы* на реализацию *сценариев выбросов* или концентраций *парниковых газов* и *аэрозолей* или *сценариев радиационного воздействия,* которые зачастую строятся на принципах моделирования с помощью *климатических моделей.* Между прогнозированием климата и *предсказанием климата* проводится различие с целью подчеркнуть, что прогноз климата зависит от использованного сценария выбросов – концентраций – радиационного воздействия, который строится на допущениях в отношении, например, будущего социально-экономического и технологического развития, которое может произойти или не произойти, и в этой связи характеризуются существенной *неопределенностью.*

Продолжительность адаптации

См. *Продолжительность жизни*; см. также *Время реагирования*.

Продолжительность возмущающего действия

См. *Продолжительность жизни.*

Продолжительность жизни

Продолжительность жизни является общим термином, используемым для различных *временных шкал,* характеризующих скорость процессов, воздействующих на концентрации газов, содержащихся в следовых количествах. В общем и целом, продолжительность жизни означает средний период времени, в течение которого атом или молекула находится в данном *накопителе,* например в *атмосфере* или океанах. В принципе различаются следующие определения продолжительности жизни:

- "время круговорота" (T) или "продолжительность жизни в атмосфере" представляет собой соотношение между массой M (например, какого-либо газообразного соединения в *атмосфере*) и скоростью его удаления S из накопителя: T = M/S. Для каждого процесса удаления можно определить свою продолжительность жизни. В биологии почвенного углерода это называется средним временем жизни;
- "время корректировки", "время реагирования" или "продолжительность возмущения" (T_a) определяют временные масштабы, характеризующие затухание мгновенного импульса, поступившего в накопитель. Термин "время корректировки" также используется для описания изменения массы данного вещества после постепенного ослабления мощности источника. Для количественного определения экспоненциального процесса разложения первого порядка используется постоянный коэффициент полураспада. Иное определение, относящееся к колебаниям *климата,* см. в определении *времени реакции.* Для простоты иногда вместо "времени корректировки" используется термин "продолжительность жизни".

В простых случаях, когда полное удаление соединения прямо пропорционально его общей массе, время корректировки равно времени круговорота: $T = T_a$. Одним из примеров является ХФУ-11, который удаляется из атмосферы только в результате фотохимических процессов в *стратосфере.* В более сложных случаях, когда в процессе участвует несколько веществ или когда удаление не пропорционально общей массе, равенство $T = T_a$ больше не соблюдается. *Диоксид углерода* представляет собой крайний случай. Время его круговорота составляет порядка 4 лет в силу быстрого процесса обмена между атмосферой и океаном и земной биотой. Однако по прошествии нескольких лет большая часть CO_2 возвращается в атмосферу. Таким образом, время корректировки CO_2 в атмосфере фактически определяется скоростью удаления углерода из поверхностного слоя океанов и его перемещения в более глубокие слои. Хотя время корректировки CO_2 в атмосфере может составлять приблизительно 100 лет, фактическая корректировка происходит быстрее на начальном этапе и медленнее на последующих этапах. В случае *метана* время корректировки отличается от времени круговорота, поскольку удаление происходит только за счет химической реакции с радикалом гидроксильной группы OH, концентрация которого сама зависит от концентрации CH_4. Поэтому скорость удаления S *метана* не пропорциональна его общей массе M.

Промышленная революция

Процесс быстрого промышленного развития с далеко идущими социальными и экономическими последствиями, который начался во второй половине восемнадцатого века

в Англии, потом перекинулся на Европу, а впоследствии и на другие страны, включая Соединенные Штаты. Сильный толчок этому процессу развития дало изобретение парового двигателя. Промышленная революция положила начало интенсивному использованию *ископаемого топлива* и увеличению выбросов в результате его сжигания, в частности *диоксида углерода*. В настоящем докладе термины "доиндустриальный" и "индустриальный" относятся в какой-то мере произвольно к периодам времени до 1750 года и после 1750 года соответственно.

Проникновение рынка
Проникновение рынка означает долю рынка, которая приходится на данный конкретный вид товара или услуги в данное время.

Пространственные и временные шкалы
Климат может варьироваться в очень широком диапазоне пространственной или временной шкалы. Пространственные шкалы могут варьироваться от местных (менее 100 тыс. км^2), региональных (от 100 тыс. до 10 млн. км^2) и до континентальных (от 10 до 10 млн. км^2). Временные шкалы могут варьироваться от сезонных до геологических (до сотен миллионов лет).

Пул
См. *Резервуар*.

Пустыня
Экосистема с количеством осадков менее 100 мм в год.

Радиационное воздействие
Радиационное воздействие представляет собой изменение чистой энергетической освещенности (выраженной в Втм$^{-2}$) в *тропопаузе* в результате внутреннего изменения *климатической системы* или изменения внешнего воздействия, которому она может подвергаться, например вследствие изменения концентрации *диоксида углерода* или излучения Солнца. Обычно радиационное воздействие рассчитывается для условий восстановления стратосферных температур до радиационного баланса, но при фиксированных (не нарушенных) значениях всех тропосферных свойств.

Радиационный баланс
См. *Энергетический баланс.*

Разрешения на выбросы
Разрешение на выбросы представляет собой не подлежащее передаче или переуступке правомочие, предоставленное административным органом (межправительственной организацией, центральным или местным государственным учреждением) региональному (национальному, субнациональному) или отраслевому (отдельному предприятию) субъекту хозяйственной деятельности на выбросы заданного количества того или иного вещества.

Рамочная конвенция об изменении климата
См. *Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата*.

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)
Конвенция была принята 9 мая 1992 года в Нью-Йорке и подписана в ходе Встречи на высшем уровне "Планета Земля" в Рио-де-Жанейро в 1992 году 150 странами и Европейским сообществом. Ее конечная цель заключается в "стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему". Она содержит обязательства для всех Сторон. В соответствии с Конвенцией, Стороны, включенные в *приложение I*, стремятся вернуться к 2000 году к уровням *выбросов парниковых газов,* не регулируемых *Монреальским протоколом,* 1990 года. Конвенция вступила в силу в марте 1994 года. См. также *Киотский протокол* и *Конференция Сторон (КС)*.

Расходы по адаптации
Расходы по планированию, подготовке, облегчению и осуществлению мер по *адаптации*, включая временные расходы.

Расходы по осуществлению
Расходы, обусловленные *осуществлением* вариантов *смягчения последствий.* Эти расходы связаны с необходимыми институциональными изменениями, потребностями в информационном обеспечении, размером рынка, *возможностями* технологических наработок и приобретения навыков, а также с требуемыми экономическими стимулами (дотации, субсидии и налоги).

Рекуперация метана
Метод, с помощью которого *выбросы метана* (например из угольных шахт или свалок) улавливаются и затем повторно используются либо в качестве топлива, либо для каких-либо других экономических целей (например повторное нагнетание в нефтяные и газовые *месторождения*).

Ресурсная база
Ресурсная база включает как *запасы,* так и *ресурсы.*

Ресурсы
Под ресурсами подразумеваются те месторождения, геологические и/или экономические характеристики которых менее надежны, но которые считаются потенциально извлекаемыми с учетом прогнозируемого технологического и экономического развития.

«Рециклирование» поступлений
См. *Эффект взаимодействия.*

Рыночные барьеры
В контексте *смягчения последствий изменения климата*

условия, которые предотвращают или сдерживают распространение *затратоэффективных* технологий и видов практики, позволяющих смягчать последствия *выбросов парниковых газов*.

Рыночные стимулы
Меры, имеющие целью использовать ценовые механизмы (например налоги и переуступаемые на коммерческой основе разрешения) для сокращения *выбросов парниковых газов.*

Рыночный потенциал
Часть *экономического потенциала*, необходимого для сокращения *выбросов парниковых газов* или повышения *эффективности*, которая может быть обеспечена в прогнозируемых рыночных условиях при отсутствии новой *политики и мер.* См. также *Экономический потенциал, Социально-экономический потенциал* и *Технологический потенциал.*

Самописец уровня моря
Устройство, установленное в прибрежном районе (и в некоторых глубоководных местах), которое постоянно измеряет уровень моря по отношению к прилегающей суше. Усредненный по времени уровень моря, регистрируемый таким образом, дает наблюдаемые *вековые изменения относительного уровня моря.*

Северо-атлантическое колебание (САК)
Северо-атлантическое колебание представляет собой противоположные колебания барометрического давления у берегов Исландии и Азорских островов. В среднем западное течение в районе, расположенном между зоной низкого давления в районе Исландии и зоной высокого давления в районе Азорских островов, сопровождается формированием циклонов с фронтальными системами, направленными в сторону Европы. Однако разница в давлении между Исландией и Азорскими островами подвергается колебаниям в диапазоне дневных или десятилетних *временных шкал* и иногда может менять свой знак на обратный. Она представляет собой доминирующий фактор *изменчивости климата* в зимнее время в северной части Атлантического океана, проявляющейся в пределах от центральной части Северной Америки до Европы.

Система депозита – возмещения
Сочетание депозита или уплаты (налога) на тот или иной товар и возмещения или скидки (*субсидии*) за *осуществление* оговоренной меры. См. также *Налог на выбросы.*

“Скачки”
“Скачки” (или “технологические скачки”) означают имеющуюся сегодня у развивающихся стран возможность “перескочить” через несколько этапов технологического развития, которые пришлось пройти промышленно развитым странам в прошлом, и применять самые передовые имеющиеся в настоящее время технологии в области энергетики и других экономических секторов с помощью инвестиций и создания потенциала.

Скрытые издержки
Издержки, обусловленные упущенными возможностями в результате выбора иной экономической деятельности.

Смертность
Количество смертей среди определенной группы населения за заданный период времени; расчет смертности производится с учетом показателей смертности, характерных для конкретных возрастных групп, и может использоваться для определения средней продолжительности жизни и распространенности преждевременной смерти.

Смешанный слой
Верхний слой океана, хорошо перемешанный в результате взаимодействия с соприкасающимся с ним слоем *атмосферы*.

Смягчение последствий
Мера *антропогенного* характера в целях сокращения выбросов из *источников* и повышения качества *поглотителей парниковых газов.*

Снежный покров
Сезонное накопление медленно тающего снега.

CO_2 как удобрение
См. *Диоксид углерода (CO_2) как удобрение*.

Соблюдение
См. *Осуществление*.

Совещание Сторон Киотского протокола (СС)
Конференция Сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата будет действовать в качестве Совещания Сторон (СС) – верховного органа Киотского протокола, однако участвовать в обсуждениях и принимать решения могут только Стороны Киотского протокола. До тех пор пока Протокол не вступит в силу, Совещание Сторон проводиться не может.

Совместное осуществление (СО)
Рыночный механизм осуществления, определенный в статье 6 *Киотского протокола,* позволяющий *странам, включенным в приложение I*, или компаниям из этих стран, осуществлять на совместной основе проекты, которые способствуют ограничению или сокращению *выбросов* или повышению качества *накопителей*, и обмениваться *единицами сокращения выбросов.* Деятельность в порядке совместного осуществления также допускается статьей 4.2(а) *Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата.* См. также *Мероприятия, осуществляемые совместно*, и *Киотские механизмы.*

Совокупные воздействия
Общие воздействия, суммированные по секторам и/или регионам. Определение совокупных воздействий предполагает необходимость знаний (или допущений) в части относительной важности воздействий в различных секторах и регионах. В качестве единицы измерения совокупных воздействий может, например, использоваться общая численность людей, затронутых данным явлением, изменение чистой первичной продуктивности, число систем, претерпевающих изменения, или общие экономические расходы.

Согласованный налог на выбросы/углерод/энергию
Обязательство, налагаемое на страны-участницы применять общую ставку налога на одни и те же *источники*. Каждая страна может удерживать налоговые поступления, которые она собирает. Согласованный налог не означает, что страны должны в обязательном порядке взимать налог по общей ставке, однако установление дифференцированных ставок не будет *затратоэффективным.* См. также *Налог на выбросы.*

Создание банков
В соответствии с *Киотским протоколом* [статья 3(13)], Стороны, включенные в приложение I к *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата*, могут хранить неиспользованные резервы *выбросов* или кредиты за первый период действия обязательств для их использования в течение последующих периодов действия обязательств (после 2012 года).

Создание потенциала
В контексте *изменения климата* создание потенциала представляет собой процесс расширения технических навыков и институциональных возможностей в развивающихся странах и *странах с переходной экономикой,* позволяющий им участвовать во всех мероприятиях по *адаптации, смягчению последствий* и исследованиях в области изменения климата, а также в *осуществлении киотских механизмов* и т.п.

Солнечная активность
Периоды высокой активности Солнца, характеризующиеся числом *солнечных пятен,* а также мощностью излучения, магнитной активностью и излучением частиц с высокой энергией. Продолжительность этих колебаний варьируется в диапазоне *временной шкалы* от нескольких миллионов лет до нескольких минут. См. также *Солнечный цикл.*

Солнечная радиация
Радиация, излучаемая Солнцем. Ее также называют коротковолновым излучением. Солнечная радиация характеризуется отличительным диапазоном длины волн (спектром), определяемым температурой Солнца. См. также *Инфракрасное излучение.*

Солнечные пятна
Небольшие темные участки на Солнце. Число солнечных пятен больше в периоды высокой *солнечной активности;* оно изменяется, в частности, *с солнечным циклом.*

Солнечный (“11-летний”) цикл
Приблизительно регулярные колебания *солнечной активности* переменной мощности с периодом от 9 до 13 лет.

Сопутствующие выгоды
Выгоды от программных мер, которые осуществляются по различным причинам в одно и то же время – включая *смягчение последствий изменения климата* – в порядке признания, что большинство программных мер, имеющих целью сократить выбросы *парниковых газов,* сопровождаются другими, зачастую столь же важными преимуществами (например связанными с целями в области развития, устойчивости и справедливости). В более общем смысле, для отражения как позитивных, так и негативных аспектов выгод, используется также термин “сопутствующее воздействие”. См. также *Дополнительные выгоды.*

Состав смеси
См. *Мольный состав.*

Социально-экономический потенциал
Социально-экономический потенциал представляет собой уровень деятельности по *смягчению последствий* выбросов парниковых газов, который можно было бы достичь в случае преодоления социальных и культурных препятствий на пути использования *затратоэффективных* технологий. См. также *Экономический потенциал, Рыночный потенциал* и *Технологический потенциал.*

Социальные издержки
Общественно-необходимые издержки, связанные с тем или иным видом деятельности, включают *стоимость* всех *ресурсов*, использованных для ее осуществления. Одни из них включены в цену, другие нет. Не включенные ресурсы относятся к издержкам, обусловленным внешними факторами. Таким образом, социальные издержки представляют собой сумму издержек, обусловленных внешними факторами, и стоимости ресурсов, включенных в цену. См. также *Частные издержки* и *Суммарные издержки.*

Способность к адаптации
Способность какой-либо системы приспосабливаться к изменениям климата (включая изменчивость климата и экстремальные явления) с целью снизить потенциальный ущерб, воспользоваться возможностями или справиться с последствиями.

Средний уровень моря (СУМ)
Средний уровень моря обычно определяется как средний *относительный уровень моря* в течение определенного периода, например месяца или года, достаточно длинного

для того, чтобы можно было усреднить изменения кратковременных параметров, например высоту волн. См. также *Повышение уровня моря.*

Стабилизация
Достижение стабилизации атмосферных концентраций одного или более *парниковых газов* (например *диоксида углерода* или некоторой совокупности парниковых газов в *эквиваленте* CO_2).

Стандарт на технологию или показатели работы
См. *Стандарты*.

Стандарты
Совокупность правил или сводов нормативных актов, предписывающих или определяющих характеристики данного изделия (например качество, размеры, параметры, методы испытаний и правила пользования). Международные стандарты на изделия и/или *технологию* или показатели работы устанавливают минимальные требования, предъявляемые к соответствующим изделиям и/или технологиям в странах, в которых они приняты. Стандарты способствуют сокращению *выбросов парниковых газов,* связанных с изготовлением или использованием изделий и/или применением технологии. См. также *Нормативные меры.*

Сток
Часть осадков, которая не испаряется. В некоторых странах под стоком подразумевается только *поверхностный сток*.

Стороны/страны, включенные в приложение I
Группа стран, включенных в приложение I (с изменениями, внесенными в 1998 году) к *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата*, включая все развитые страны – члены Организации экономического сотрудничества и развития и *страны с переходной экономикой.* Все другие неуказанные страны относятся к группе *стран, не включенных в приложение I*. В соответствии со статьями 4.2(a) и 4.2(b) Конвенции, страны, включенные в приложение I, берут на себя конкретные обязательства по достижению цели возвращения к 2000 году на индивидуальной и совместной основе к уровням *выбросов парниковых газов* в 1990 году. См. также *Страны, включенные в приложение II, Страны, включенные в приложение B,* и *Страны, не включенные в приложение B.*

Стороны/страны, не включенные в приложение B
Страны, которые не включены в приложение B к *Киотскому протоколу*. См. также *Страны, включенные в приложение B.*

Стороны/страны, не включенные в приложение I
Страны, которые ратифицировали *Рамочную конвенцию Организации Объединенных Наций об изменении климата* или присоединились к ней и которые не включены в приложение I к этой Конвенции. См. также *Страны, включенные в приложение I*.

Страны с переходной экономикой (СПЭ)
Страны, национальная экономика которых находится на этапе перехода от плановой экономической системы к рыночной экономике.

Страны, включенные в приложение II
Группа стран, включенных в приложение II к *Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата*, включая все развитые страны-члены Организации экономического сотрудничества и развития. В соответствии со статьей 4.2(g) Конвенции, эти страны должны предоставлять финансовые ресурсы в целях оказания помощи развивающимся странам в соблюдении ими своих обязательств, например в подготовке национальных докладов. Страны, включенные в приложение II, также должны содействовать передаче развивающимся странам *экологически безопасных технологий*. См. также *Страны/Стороны, включенные в приложение I*; *Страны/Стороны, включенные в приложение B*; *Страны/Стороны, не включенные в приложение I* и *Страны/Стороны, не включенные в приложение B*.

Страны/Стороны, включенные в приложение B
Группа стран, включенных в приложение B к *Киотскому протоколу,* которые согласились на соответствующее целевое сокращение своих *выбросов парниковых газов,* включая все *страны, включенные в приложение I,* (с изменениями, внесенными в 1998 году), за исключением Турции и Беларуси. См. также *Страны/Стороны, включенные в приложение II, Страны/Стороны, не включенные в приложение I,* и *Страны/Стороны, не включенные в приложение B*.

Стратосфера
Сильно стратифицированная область *атмосферы,* расположенная выше *тропосферы* на высоте от 10 км (в среднем от 9 км в высоких широтах до 16 км в тропиках) до 50 км.

Структурные изменения
Изменения, например, в относительной доле *валового внутреннего продукта,* произведенного промышленным и сельскохозяйственным секторами и сферой услуг данной страны; или, в более общем плане, перестройка систем, в результате которой некоторые из компонентов либо вытесняются, либо могут замещаться другими.

Субсидия
Непосредственная выплата государством соответствующему субъекту деятельности или предоставление ему налоговой льготы за применение того или иного вида практики, которую оно намерено поощрять. *Выбросы парниковых газов* могут быть сокращены путем снижения существующих субсидий, способствующих повышению выбросов,

например, субсидий на использование *ископаемого топлива,* или путем предоставления субсидий на те виды практики, которые приводят к сокращению выбросов или повышению качества *поглотителей* (например на улучшение теплоизоляции зданий или посадку деревьев).

Суммарное испарение

Комбинированный процесс *испарения* с поверхности Земли и *транспирации растений*.

Суммарные издержки

Все статьи расходов суммируются, поэтому суммарные издержки для общества включают как *внешние издержки,* так и *частные издержки*, которые вместе определяются как *социальные издержки*.

Суточный интервал температур

Разница между максимальной и минимальной температурой в течение суток.

Сценарии СДСВ

Сценарии СДСВ представляют собой *сценарии выбросов* (Nakicenovic *et al.,* 2000), используемые, среди прочего, в качестве основы разработки *прогнозов климата* в материалах РГI МГЭИК в порядке подготовки Третьего доклада об оценке (МГЭИК, 2001 г., а). Для лучшего понимания структуры и использования совокупности сценариев СДСВ ниже разъясняются следующие термины:

- *совокупность (сценариев)* – сценарии, для которых характерны похожие *сюжетные линии* демографических, социальных, экономических и технологических изменений. Четыре совокупности сценариев включают серию сценариев A1, A2, B1 и B2;
- *группа (сценариев)* – сценарии в составе совокупности, которые отражают последовательное изменение сюжетной линии. Совокупность сценариев A1 включает четыре группы под обозначением A1T, A1C, A1G и A1B, в которых заложены альтернативные структуры будущих систем энергетики. В резюме для лиц, определяющих политику (Nakicenovic *et al.,* 2000), группы A1C и A1G объединены в группу сценариев A1FI: “интенсивное использование ископаемых видов энергии”. Остальные три совокупности сценариев состоят из одной группы каждая. Таким образом, сценарии СДСВ, изложенные в резюме для лиц, определяющих политику (Nakicenovic *et al.,* 2000), состоят из шести отдельных *групп сценариев,* каждая из которых в одинаковой степени реалистична, а все вместе они позволяют учесть весь спектр неопределенностей, связанных с движущими силами и выбросами;
- *иллюстративный сценарий* – сценарий, который иллюстрирует каждую из шести *групп сценариев*, изложенных в резюме для лиц, определяющих политику (Nakicenovic *et al.,* 2000). Они включают четыре пересмотренных *сигнальных сценария* для *групп сценариев* A1B, A2, B1, B2 и двух дополнительных сценариев для групп A1FI и A1T. Все эти *группы сценариев* в одинаковой степени реалистичны.
- *сигнальный сценарий* – сценарий, который изначально был помещен на веб-сайт СДСВ в качестве репрезентативного для данной *совокупности сценариев.* В основу выбора сигнальных сценариев был положен критерий наиболее полного отражения первоначальных требований в данной сюжетной линии и особенностей конкретных моделей. Сигнальные сценарии ничем, в принципе, не отличаются от других сценариев, однако группа, которая разрабатывала сценарии СДСВ, считает, что они иллюстрируют конкретную сюжетную линию. Они включены в пересмотренном варианте в указанное выше издание (Nakicenovic *et al.,* 2000). Эти сценарии были самым тщательным образом проанализированы всей группой разработчиков, а также в рамках открытого процесса. Были также отобраны сценарии для иллюстрации двух других *групп сценариев.*
- *сюжетная линия сценария* – описательное изложение сценария (или совокупности сценариев) с выделением основных характеристик сценария, взаимосвязей между основными движущими силами и динамики их изменения.

Сценарии стабилизации

См. *Анализ стабилизации*.

Сценарий (общее понятие)

Правдоподобное и зачастую упрощенное описание возможных путей будущего развития на основе логических и внутренне последовательных допущений в отношении ключевых движущих сил (например темпов технического прогресса, цен и т.д.) и соответствующих взаимосвязей. Сценарии не являются ни предсказаниями, ни прогнозами и зачастую могут строиться на “описательной сюжетной линии”. Сценарии могут разрабатываться на основе *прогнозов*, однако зачастую они строятся на дополнительной информации из других источников. См. также *Сценарии СДСВ, Сценарии климата* и *Сценарии выбросов.*

Сценарий выбросов

Правдоподобное описание будущего изменения режима *выбросов* веществ, которые являются в потенциале радиационно активными (например *парниковые газы, аэрозоли*), на основе логического и внутренне связного набора допущений в отношении движущих сил (например демографического и социально-экономического развития, технологических изменений) и взаимодействия их ключевых компонентов. Сценарии концентрации, разработанные на основе сценариев выбросов, используются в качестве исходного элемента *климатической модели* для расчета *прогнозов климата.* В докладе МГЭИК за 1992 г. использовался набор сценариев выбросов для расчета прогнозов климата в докладе МГЭИК за 1996 год. Эти сценарии выбросов называются сценариями IS92. В

специальном докладе МГЭИК “Сценарии выбросов” (Накиченович и др., 2000 г.) были опубликованы новые сценарии выбросов – так называемые сценарии СДСВ. Значение некоторых терминов, относящихся к этим сценариям, см. в *Сценариях СДСВ*.

Сценарий радиационного воздействия
Правдоподобное описание будущего развития процесса *радиационного воздействия*, связанного, например, с изменением атмосферного состава или практики *землепользования* либо с воздействием внешних факторов, таких, как *солнечная активность*. Сценарии радиационного воздействия могут быть использованы в качестве исходного элемента *климатических моделей* для расчета *прогнозов климата*.

Сюжетная линия
См. *Сценарии СДСВ*.

Тепловая эрозия
Эрозия богатой льдом *вечной мерзлоты* под совместным тепловым и механическим воздействием движущейся воды.

Тепловое расширение
В случае уровня моря это означает увеличения объема (и уменьшение плотности) в результате нагревания воды. Потепление океана ведет к увеличению его объема и, как следствие, к повышению уровня моря.

Тепловые островки
Район в пределах городской черты, для которого характерна более высокая окружающая температура по сравнению с соседними районами в силу высокой способности материалов, например асфальта, поглощать солнечную энергию.

Термокарст
Неровная торосистая поверхность в районах мерзлой горной породы в результате подтаивания льда.

Термохалинная циркуляция
Масштабная циркуляция океанских вод вследствие различной плотности, вызываемая различиями в температуре и солености. В северной части Атлантического океана термохалинная циркуляция обусловлена движением теплых поверхностных вод на север и холодных глубоких вод – на юг, что приводит к чистому переносу тепла в направлении полюса. Поверхностная вода уходит вниз в весьма ограниченных районах погружения, расположенных в высоких широтах.

Технический углерод
Вещество, функционально определенное на основе измерения коэффициента поглощения света и химической реактивности и/или термоустойчивости; состоит из сажи, древесного угля и/или, в соответствующих случаях, светопоглощающего огнеупорного органического вещества (Charlson and Heintzberg, 1995).

Технологический потенциал
Количество, на которое можно сократить *выбросы парниковых газов* или повысить *энергоэффективность* посредством применения опробованной *технологии* или практики. См. также *Экономический потенциал, Рыночный потенциал* и *Социально-экономический потенциал*.

Технология
Оборудование или метод, используемые для конкретного вида деятельности.

Торговля выбросами
Рыночный подход к достижению экологических целей, который дает возможность тем субъектам деятельности, которые сокращают *выбросы парниковых газов* ниже требуемого уровня, использовать или переуступать на коммерческих началах избыток сокращения в порядке компенсации выбросов из другого источника внутри или за пределами данной страны. Как правило, торговля может осуществляться на отраслевом, национальном или международном уровне. Во Втором докладе об оценке, подготовленном МГЭИК, принято использовать термин “разрешения” применительно к системам национальной торговли и “квоты” – к системам международной торговли. Торговля выбросами в соответствии со статьей 17 *Киотского протокола* представляет собой систему квот, переуступаемых на коммерческих началах, построенную на системе *установленных количеств*, рассчитанных на основе обязательств по сокращению и ограничению выбросов, указанных в *приложении B* к Протоколу. См. также *Единица сертифицированного сокращения выбросов* и *Механизм чистого развития*.

Точечный источник загрязнения
Загрязнение из ограниченного, обособленного источника, например трубы, котлована, туннеля, колодца, контейнера, сосредоточенного процесса кормления животных или плавающего судна. См. также *Диффузный источник загрязнения*.

Тропопауза
Граница между *тропосферой* и *стратосферой*.

Тропосфера
Самая нижняя часть *атмосферы*, простирающаяся от поверхности Земли на высоту приблизительно 10 км в средних широтах (в пределах от 9 км в высоких широтах до 16 км в среднем в тропиках), где образуются облака и формируются “погодные” явления. В тропосфере температура обычно снижается с высотой.

Тундра
Безлесная ровная или слабо волнистая равнина, характерная для арктических и субарктических регионов.

Углеродный эквивалент
См. *Эквивалент* CO_2.

Углеродосодержащая аэрозоль
Аэрозоль, состоящая преимущественно из органических веществ и различных форм технического углерода (Charlson and Heintzberg, 1995).

Уникальные и находящиеся под угрозой системы
Системы, которые ограничены относительно небольшими географическими районами, но которые могут воздействовать на другие, зачастую более крупные системы, расположенные за пределами этих районов; небольшие географические районы указывают на их *чувствительность* к экологическим переменным, включая *климат,* и в этой связи свидетельствуют о потенциальной *уязвимости* по отношению к *изменению климата.*

Управление с ориентацией на спрос
Политика и программы, разработанные с конкретной целью воздействовать на спрос потребителей на определенные товары и/или услуги. Например, в секторе энергетики оно относится к политике и программам, направленным на снижение потребительского спроса на электричество и другие источники энергии. Такое управление способствует сокращению *выбросов парниковых газов.*

Уравновешивание рисков
В контексте мер по смягчению последствий изменения климата упреждение риска определяется как уравновешивание рисков, связанных со слишком медлительными действиями, по отношению к рискам, связанным со слишком поспешными действиями; такое уравновешивание зависит от отношения общества к данным рискам.

Урбанизация
Использование земли, находящейся в естественном состоянии или в регулируемом естественном состоянии (как, например, в случае сельского хозяйства), под города; процесс, обусловленный чистой миграцией населения из сельской местности в города, в результате которой все большее число людей в любой стране или регионе переезжает жить в населенные пункты, определяемые как “городские центры”.

Уровень научного понимания
Показатель, характеризующий степень научного понимания факторов *внешнего воздействия* на *изменение климата;* определяется по 4-ступенчатой шкале (высокий, средний, низкий и очень низкий). Для каждого фактора этот показатель представляет собой субъективное заключение, касающееся надежности оценки его внешнего воздействия, которая включает такие элементы, как допущения, необходимые для определения внешнего воздействия, уровень понимания физических/химических механизмов, определяющих внешнее воздействие, и неопределенности в отношении количественной оценки.

Усвоение
Поступление дополнительного количества подконтрольного вещества в *накопитель.* Усвоение веществ, содержащих углерод, в частности *диоксид углерода,* зачастую называется *поглощением* (углерода). См. также *Поглощение.*

Установление причины
См. *Обнаружение и установление причины*.

Установленные количества (УК)
В соответствии с *Киотским протоколом*, установленное количество представляет собой общее количество *выбросов парниковых газов*, которое каждая с*трана, включенная в приложение В*, согласилась не превышать в течение первого периода действия обязательств (2008 – 2012 годы). Это количество рассчитывается путем умножения общего объема выбросов данной страной в 1990 году на пять (на пятилетний период действия обязательств) и далее на процент, на который она согласилась в качестве страны, включенной в приложение В к Киотскому протоколу (например на 92% в случае Европейского союза и на 93% в случае США).

Устойчивое развитие
Развитие, которое удовлетворяет нуждам нынешнего поколения, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные нужды.

Устойчивость
Масштабы изменений, которым может противостоять данная система без изменения своего состояния.

Утечка углерода
См. *Утечка.*

Утечка
Часть сокращения *выбросов* в *странах, включенных в приложение В,* которая может быть компенсирована за счет увеличения выбросов в странах, не связанных обязательствами, выше уровней, соответствующих их *базовым условиям.* Это может быть сделано посредством: 1) перемещения энергоемких производств в регионы, не связанные обязательствами; 2) увеличения потребления *ископаемых видов топлива* в этих регионах в результате снижения цен на нефть и газ, вызванного снижением спроса на эти энергоносители; и 3) изменений в уровне дохода (и, как следствие, в спросе на энергию) в результате улучшения условий торговли. Утечка также возникает в том случае, когда какая-либо деятельность по *поглощению* углерода (например посадка деревьев) на одном участке случайно, непосредственно или косвенно подталкивает деятельность, которая полностью или частично нейтрализует эффект сокращения выбросов углерода, обусловленный первоначальной деятельностью.

Уязвимость
Степень, в которой данная система подвержена неблагоприятному воздействию в результате *изменения климата* или неспособна противостоять этим изменениям,

с учетом ее *чувствительности* и ее *способности к адаптации.*

Фитопланктон
Растительная форма *планктона* (например диатомовые). Фитопланктон представляет собой господствующий вид растительности в море и образует основу всей морской пищевой цепи. Эти одноклеточные организмы являются основным средством связывания углерода в процессе фотосинтеза в океане. См. также *Зоопланктон.*

Фотосинтез
Процесс усвоения растениями *диоксида углерода* (CO_2), содержащегося в воздухе (или бикарбоната в воде), с образованием углеводов и выделением кислорода (CO_2). Есть несколько механизмов фотосинтеза с различной реакцией на концентрации CO_2 в атмосфере. См. также *Диоксид углерода как удобрение.*

Хлорфторуглероды (ХФУ)
Парниковые газы, регулируемые *Монреальским* протоколом 1987 года и используемые для искусственного охлаждения, кондиционирования воздуха, пакетирования, изоляции, изготовления растворителей или в качестве рабочего газа аэрозольных упаковок. Поскольку ХФУ в нижних слоях атмосферы не разлагаются, они поднимаются в верхние слои, где, оказавшись в подходящих для разложения условиях, разрушают *озон*. Эти газы в настоящее время заменяются другими соединениями, включая гидрохлорфторуглероды и *гидрофторуглероды,* которые относятся к категории парниковых газов, регулируемых *Киотским протоколом.*

Холера
Желудочно-кишечная инфекционная болезнь, характеризующаяся частым водянистым стулом, резкими приступами боли в брюшной полости и возможным летальным исходом в результате обезвоживания организма.

“Цветение” воды
Бурное размножение водорослей в озере, реке или океане.

Цели и сроки
Цель состоит в сокращении *выбросов парниковых газов* на определенную процентную величину начиная с исходной даты (например “ниже уровней 1990 года”), которое должно быть произведено к установленной дате или в установленные сроки (например с 2008 по 2012 год). Так, в соответствии с формулой *Киотского протокола,* Европейский союз согласился сократить свои *выбросы парниковых газов* на 8% ниже уровней 1990 года к периоду действия обязательств 2008 – 2012 годов. Эти цели и сроки фактически являются предельными обязательствами по ограничению общего количества выбросов парниковых газов, которые могут быть произведены какой-либо страной или регионом в данный период времени.

Ценности
Достоинство, целесообразность или полезность, определяемые на основе индивидуальных предпочтений. Полная ценность любого ресурса определяется как суммарная ценность, которая придается ему различными индивидами, использующими данный ресурс. Ценности, которые лежат в основе калькуляции издержек, измеряются с помощью такой категории, как желание людей платить за получение данного ресурса или как желание людей соглашаться принимать плату за его предоставление.

Ценности экосистемы
Экологические процессы и функции, которые имеют определенную *ценность* для людей или общества.

Ценообразование по полной стоимости
Метод калькуляции цены на коммерческие товары, например, электроэнергию, который предполагает включение в конечные цены, по которым должен платить конечный пользователь, не только частных издержек, но и внешних издержек, связанных с производством и потреблением товаров.

Частицы сажи
Частицы, образующиеся в процессе охлаждения газов на внешнем краю пламени в виде органических паров, которые состоят преимущественно из углерода, с меньшим содержанием кислорода и водорода, присутствующих в виде карбоксильных и фенольных групп, с неправильной структурой графита (Charlson and Heintzenberg, 1995). См. также *Технический углерод.*

Частные издержки
Категории издержек, воздействующих на решение отдельного человека, считаются частными издержками. См. также *Социальные издержки* и *Суммарные издержки.*

Чистая первичная продуктивность (ЧПП)
Чистое увеличение растительной *биомассы* или углерода на единицу площади. ЧПП равна *валовой первичной продуктивности* за вычетом углерода, потерянного в результате автотрофной *респирации.*

Чистая продуктивность биома (ЧПБ)
Чистое увеличение или снижение углерода в данном регионе. ЧПБ равна *чистой продуктивности экосистемы* за вычетом углерода, выброшенного или не поглощенного в результате какого-либо нарушения (например в случае лесного пожара или вырубки *леса*).

Чистая продуктивность экосистемы (ЧПЭ)
Чистое увеличение или снижение углерода в данной экосистеме. ЧПЭ равна *чистой первичной продуктивности* за вычетом углерода, выброшенного в результате гетеротрофической *респирации.*

Чистые выбросы диоксида углерода
Разница между выбросами из источников и поглощением

накопителями за данный периода времени и в пределах конкретного участка или региона.

Чувствительность климата

В оценках МГЭИК "чувствительность климата в равновесном состоянии" означает изменение равновесного состояния средней температуры на поверхности Земли в результате удвоения концентрации (*эквивалента*) CO_2 в атмосфере. В более общем плане чувствительность климата в равновесном состоянии означает изменение равновесного состояния поверхностной температуры воздуха в результате единичного изменения *радиационного внешнего воздействия* (°C/Втм$^{-2}$). На практике оценка чувствительности климата в равновесном состоянии предполагает весьма длительный процесс моделирования с использованием *моделей общей циркуляции*. "Эффективная чувствительность климата" представляет собой соответствующую оценку, позволяющую обойти это требование. Она оценивается по результатам моделирования изменения условий в неравновесном состоянии. Она является своего рода единицей измерения *ответной реакции* в конкретный момент времени и может изменяться по мере изменения тенденции внешнего воздействия и состояния климата. См. также *Климатическая модель.*

Чувствительность

Чувствительность представляет собой степень, в которой на данной системе неблагоприятным или благоприятным образом сказываются *воздействия,* обусловленные климатом. Эти воздействия могут быть прямыми (например изменение урожайности в ответ на изменение средней величины, диапазона или изменчивости температуры) или косвенные (например ущерб, вызванный увеличением частоты затопления прибрежных районов в результате *повышения уровня моря*). См. также *Чувствительность климата.*

Шельфовый ледник

Плавучий *ледниковый покров* достаточной толщины, примыкающий к побережью (как правило простирающийся по горизонтали на большое расстояние, с ровной или слабо волнистой поверхностью); зачастую является продолжением ледниковых покровов в сторону моря.

Штормовой прилив

Временное повышение в конкретном месте высоты моря в результате экстремальных метеорологических условий (низкое атмосферное давление и/или сильные ветры). Штормовой прилив определяется как прилив, превышающий обычный уровень, который соответствует прогнозируемым колебаниям только высоты прилива в данное время и в данном месте.

Эвстатические колебания уровня моря

Изменение среднего глобального уровня моря в результате изменения объема воды Мирового океана. Это может быть обусловлено изменением плотности или общей массы воды. В процессе анализа изменений в диапазоне временной шкалы, соответствующем геологическим эпохам, этот термин иногда включает в себя колебания глобального среднего уровня моря, вызванные изменением контуров океанских бассейнов.

Эвтрофикация

Процесс обогащения водоема (зачастую мелкого) (под воздействием естественных факторов или загрязнения) растворенными питательными элементами в условиях сезонного дефицита растворенного кислорода.

Эквивалент CO_2 (диоксида углерода)

Концентрация *диоксида углерода*, которая может привести к такому же уровню *радиационного воздействия,* что и данная смесь диоксида углерода с другими *парниковыми газами.*

Экзотические виды

См. *Интродуцированные виды.*

Экологически безопасные технологии (ЭБТ)

Технологии, которые содействуют защите окружающей среды, приводят к снижению загрязнения, позволяют более устойчивым образом использовать все ресурсы, рециркулировать отходы и продукты, обусловленные их применением, и обрабатывать остаточные загрязняющие вещества более приемлемым образом по сравнению с технологиями, вместо которых они используются, и совместимы с установленными национальными приоритетами в социально-экономической области, а также в области культуры и окружающей среды. В настоящем докладе ЭБТ включают технологии по смягчению последствий и адаптации, а также овеществленные и неовеществленные технологии.

Экономический потенциал

Экономический потенциал представляет собой часть *технологического потенциала* в области сокращения *выбросов парниковых газов* или повышения *энергоэффективности* с помощью *затратоэффективных* способов посредством создания рынков, сокращения рыночных перекосов или увеличения объема передачи финансовых ресурсов и технологии. Создание экономического потенциала предполагает необходимость принятия дополнительной *политики и мер* для устранения *рыночных барьеров*. См. также *Рыночный потенциал, Социально-экономический потенциал* и *Технологический потенциал*.

Экосистема

Система взаимодействия живых организмов и их физическая среда обитания. Границы комплекса, который можно назвать экосистемой, несколько произвольны и зависят от придаваемого ей значения или цели исследования. Таким образом, размеры экосистемы могут варьироваться

от очень небольших *пространственных масштабов* до, в конечном итоге, всей Земли.

Эксперимент с равновесным и переходным состоянием климата

"Эксперимент с равновесным состоянием климата" представляет собой эксперимент, в ходе которого климатическая модель может полностью настраиваться на изменение радиационного воздействия. Такие эксперименты позволяют получать данные о разнице между начальным и конечным состоянием модели, но не о закономерности реагирования во времени. Если моделью предусматривается постепенное изменение внешнего воздействия в соответствии с заданным сценарием выбросов, то в этом случае анализ закономерности реагирования климатической модели во времени возможен. Такой эксперимент называется «экспериментом с переходным состоянием климата». См. также *Прогноз климата.*

Экстремальное погодное явление

Экстремальное погодное явление представляет собой редкое событие в границах базового статистического распределения в данном конкретном месте. Определение "редкое" варьируется в определенных пределах, однако экстремальное погодное явление обычно считается редким или более редким, если оно попадает в диапазон выборки, соответствующий 10-му и 90-му процентилю. По определению, характеристики так называемого экстремального погодного явления в разных местах могут быть разными. Экстремальное климатическое явление описывается средним значением числа погодных явлений на протяжении определенного периода времени, причем среднее значение само является экстремальным (например выпадение дождя в течение сезона).

Эндемический

Ограниченный конкретной местностью или районом или специфический для них. Что касается здоровья людей, то термин "эндемический" может относиться к определенной болезни или возбудителю, присутствующему или, как правило, всегда распространенному среди данной группы населения или в данном географическом районе.

Энергетический баланс

Усредненное в масштабах земного шара и за длительные периоды времени общее количество энергии *климатической системы* должно находится в состоянии баланса. Поскольку климатическая система получает всю свою энергию от Солнца, этот баланс предполагает, что в глобальном плане количество поступающей *солнечной радиации* должно в среднем равняться суммарному количеству исходящей отраженной солнечной радиации и исходящего *инфракрасного излучения*, испускаемого климатической системой. Нарушение этого глобального баланса излучения независимо от его характера – антропогенного или естественного – называется *радиационным воздействием*.

Энергоемкость

Энергоемкость представляет собой соотношение между количеством потребленной энергии и количеством полученной экономической или физической продукции. В национальном плане энергоемкость представляет собой соотношение между общим количеством внутреннего потребления *первичной энергии* или потребления *конечной энергии* и *валовым внутренним продуктом* или выходом физической продукции.

Энергоэффективность

Соотношение между количеством энергии на выходе процесса преобразования к количеству энергии на входе.

Эпидемический

Происходящий внезапно в количествах, значительно превышающих обычный ожидаемый уровень; относится главным образом к *инфекционным болезням,* однако может применяться к любой другой болезни, травматизму или другому имеющему отношение к здоровью явлению, обусловленному такой вспышкой.

Эрозия

Процесс удаления и переноса частиц почвы и горной породы под воздействием погодных условий, в результате массового разрушения и под действием водных потоков, *ледников*, волн, ветра и грунтовых вод.

Эффект взаимодействия налогов

См. *Эффект взаимодействия*.

Эффект взаимодействия

Результат или следствие взаимодействия политических мер, связанных с *изменением климата,* и действующих внутренних систем налогообложения, включая как взаимодействие налогов, обуславливающих повышение расходов, так и эффект «рециклирования» поступлений, обуславливающий их снижение. Первое отражает возможное воздействие политики в области сокращения *парниковых газов* на функционирование рынка труда и капитала посредством ее влияния на реальную заработную плату и реальную окупаемость капиталовложений. Ограничивая допустимые *выбросы* парниковых газов, система разрешений, правил или *налогов на углерод* приводит к повышению производственных расходов и цен на продукцию, снижая тем самым доход от труда и капитала. В случае политики, которая направлена на увеличение объема поступлений в государственную казну, за счет налогов на углерод и переуступаемых на коммерческой основе разрешений поступления могут быть использованы на цели снижения действующих налогов, ведущих к рыночным перекосам. См. также *Двойной дивиденд.*

Эффективность водопользования

Прирост абсорбции углерода в результате *фотосинтеза* на единицу количества воды, потерянной в результате *эвапотранспирации.* Она может быть выражена на

кратковременной основе в виде соотношения между приростом абсорбированного углерода в процессе фотосинтеза и единицей транспирационной потери воды или, на сезонной основе, в виде соотношения между *чистой первичной продуктивностью* или выходом сельскохозяйственной продукции и объемом имеющегося запаса воды.

Южное колебание

См. *Южное колебание Эль-Ниньо*.

Южное колебание Эль-Ниньо (ЕНСО)

Эль-Ниньо в своем изначальном смысле представляет собой теплое течение, которое периодически проходит вдоль побережья Эквадора и Перу, нарушая местный рыбный промысел. Это океанское явление связывается с флуктуацией режима поверхностного давления и циркуляции в межтропических районах Индийского и Тихого океанов, называемой Южным колебанием. Это явление в общей системе «океан-атмосфера» известно под собирательным названием Южное колебание Эль-Ниньо или ЕНСО. Во время явления Эль-Ниньо доминирующие пассаты слабеют, а экваториальный противоток усиливается, в результате чего масса теплых поверхностных вод в районе Индонезии начинает перемещаться в восточном направлении, накладываясь на холодные воды перуанского течения. Это явление оказывает исключительно сильное воздействие на режим ветров, поверхностной температуры моря и осадков в тропических районах Тихого океана. Климатические воздействия этого явления ощущаются в пределах всего района Тихого океана и во многих других частях земного шара. Явление, противоположное Эль-Ниньо, называется *Ля-Ниньа*.

Источники:

Charlson, R.J., and J. Heintzenberg (eds.), 1995: *Aerosol Forcing of Climate*. John Wiley and Sons Limited, Chichester, United Kingdom, pp. 91–108 (воспроизводится с разрешения авторов).

Enting, I.G., T.M.L. Wigley, and M. Heimann, 1994: Future emissions and concentrations of carbon dioxide: key ocean/atmosphere/land analyses. *CSIRO Division of Atmospheric Research Technical Paper 31*, Mordialloc, Australia, 120 pp.

МГЭИК, 1992 г.: *Изменение климата, 1992 г. – Дополнительный доклад к научной оценке МГЭИК.* [под редакцией Дж. Т. Хотона, Б.А. Калландера и С. К. Варне]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, xi + 116 cc.

МГЭИК, 1994 г.: *Изменение климата, 1994 г. – Радиационное воздействие изменения климата и оценка сценариев выбросов МГЭИК IS92.* [под редакцией Дж. Т. Хотона, Л.Ж. Мейра-Фильо, Дж. Бруса, Хезунга Ли, Б. А. Калландера, Э. Хейтса, Н. Харриса и К. Маскелла]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 339 cc.

МГЭИК, 1996 г.: *Изменение климата, 1995 г.: Научные аспекты изменения климата. Вклад Рабочей группы I во Второй доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [под редакцией Хотона Дж. Т., Л.Ж. Мейра-Фильо, Б.А. Калландера, Н. Харриса, А. Каттенберга и К. Маскелла]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 cc.

МГЭИК, 1997a: *IPCC Technical Paper 2: An Introduction to Simple Climate Models used in the IPCC Second Assessment Report* [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, D.J. Griggs, and K. Maskell (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 51 pp.

МГЭИК, 1997b: *Пересмотренное Руководство МГЭИК по составлению национальных кадастров газов с парниковым эффектом (3 тома), 1996 г.* [под редакцией Дж. Т. Хотона, Л.Ж. Мейра-Фильо, Б. Лима, К. Треантона, И. Мамати, И. Бондуки, Д. Дж. Григгса и Б.А. Калландера]. Межправительственная группа экспертов по изменению климата, Всемирная метеорологическая организация, Женева, Швейцария.

МГЭИК, 1997c: *IPCC Technical Paper 4: Implications of Proposed CO_2 Emissions Limitations*. [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, D.J. Griggs, and M. Noguer (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 41 pp.

МГЭИК, 1998 г.: *Последствия изменения климата для регионов: Оценка уязвимости. Специальный доклад Рабочей группы II МГЭИК* [под редакцией Р. Т. Уотсона, М.С. Зиниовера и Р.Х. Мосса]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 517 cc.

МГЭИК, 2000a: *Методологические и технические вопросы передачи технологии. Специальный доклад Рабочей группы III МГЭИК* [под редакцией Б. Метца , О.Р. Дэвидсона, Дж.-У. Мартенса, С. Н. М. Ван Ройена и Л. ван Вие Макглори]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 466 cc.

МГЭИК, 2000b: *Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство. Специальный доклад МГЭИК* [под редакцией Р. Т. Уотсона, Я. Р. Ноубла, Б. Болина, Н. Х. Равиндраната, Д. Х. Верардо и Д. Й. Доккена]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 377 pp.

МГЭИК, 2001a: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.G. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.

МГЭИК, 2001b: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, and K.S. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1031 pp.

МГЭИК, 2001c: *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Metz, B., O.R. Davidson, R. Swart, and J. Pan (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 752 pp.

Jackson, J. (ed.), 1997: *Glossary of Geology*. American Geological Institute, Alexandria, Virginia.

Maunder, W.J., 1992: *Dictionary of Global Climate Change*, UCL Press Ltd.

Moss, R. and S. Schneider, 2000: Uncertainties in the IPCC TAR: recommendations to Lead Authors for more consistent assessment and reporting. In: *Guidance Papers on the Cross-Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC* [Pachauri, R., T. Taniguchi, and K. Tanaka (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, pp. 33–51. Available online at http://www.gispri.or.jp.

Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grьbler, T.Y. Jung, T. Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, and Z. Dadi, 2000: *Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.

Schwartz, S. E. and P. Warneck, 1995: Units for use in atmospheric chemistry, *Pure & Appl. Chem*., 67, 1377–1406.

UNEP, 1995: *Global Biodiversity Assessment* [Heywood, V.H. and R.T. Watson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1140 pp.

Wigley, T.M.L., R. Richels, and J.A. Edmonds, 1996: Economic and environmental choices in the stabilization of atmospheric CO_2 concentrations. *Nature*, 379, 242–245.

Приложение С. Акронимы, сокращения и единицы

Сокращения

АЗР	анализ затрат и результатов
АЗЭ	анализ затратоэффективности
АК	Арктическое колебание
А-О	атмосфера-океан
AOGCM	модель общей циркуляции в системе “атмосфера-океан”
БСС	бывший Советский Союз
ВВП	валовой внутренний продукт
ВДО	Второй доклад об оценке
ВМО	Всемирная метеорологическая организация
ВНП	валовой национальный продукт
ВПП	валовая первичная продуктивность
ГЛГ	Геофизическая лаборатория гидрогазодинамики (США)
ГЛД	геморрагическая лихорадка денге
ГФУ	гидрофторуглерод
ДС	добровольное соглашение или добавленная стоимость
ЕНСО	Южное колебание Эль-Ниньо
ЕСВ	единица сокращения выбросов
ЕУК	единица установленного количества
ЕЭК	Европейская экономическая комиссия
ИЗ	изменения в землепользовании
ИРП	изменение растительного покрова
КАНЗ	Канада, Австралия и Новая Зеландия
КГМАИ	Консультативная группа по международным исследованиям в области сельского хозяйства
КГМО	крупномасштабные геострофические модели океана
ККЦ(ма)	Канадский климатический центр (моделирования и анализа) (Канада)
КПТЭ	комбинированное производство тепла и энергии
КС	Конференция Сторон
ЛОС	летучие органические соединения
МГЭИК ТД3	Технический доклад по стабилизации атмосферных парниковых газов: физические, биологические и социально-экономические последствия
МГЭИК ТД4	Технический доклад по последствиям прогнозируемого ограничения выбросов CO_2
МГЭИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
МЗ	микроволновый зонд
МКНО	модель комплексной научной оценки
МКО	модель комплексной оценки
МОС	мероприятия, осуществляемые совместно
МОЦ	модель общей циркуляции
МСНС	Международный совет научных союзов
МСП	малые и средние предприятия
МТВ	международная торговля выбросами
МЧР	механизм чистого развития
МЭА	Международное энергетическое агентство
НИОКР	научные исследования и конструкторские разработки
НИС	национальные инновационные системы
НПО	неправительственная организация
O_2	молекулярный кислород
O_3	озон
ОПЕК	Организация стран - экспортеров нефти
OPYC	изопикническая модель общей циркуляции океана
ОРВ	озоноразрушающие вещества
ОСИ	общее солнечное излучение
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПВСПМ	проект взаимного сравнения палеоклиматических моделей
ПВССМ	проект взаимного сопоставления сдвоенных моделей

ПГ	парниковый газ
ПГП	потенциал глобального потепления
ПИБ	предельные издержки, обусловленные борьбой с выбросами
ППС	паритет покупательной способности
ПФУ	перфтороуглерод
Р	резюме
РГII ВТО	вклад рабочей группы II в подготовку Второго доклада об оценке
РГI ТДО	вклад рабочей группы I в подготовку Третьего доклада об оценке
РГII ТДО	вклад рабочей группы II в подготовку Третьего доклада об оценке
РГIII ТДО	вклад рабочей группы III в подготовку Третьего доклада об оценке
РКИК ООН	Рамочная конвенция ООН об изменении климата
РКИК	Рамочная конвенция об изменении климата
РКМ	региональные климатические модели
РП	резюме для лиц, определяющих политику
РРСУ	Руководство по развитию, справедливости и устойчивости
РСУ	развитие, справедливость и устойчивость
C_2F_6	перфторэтан/гексафторэтан
C_3	трехатомная молекула углерода
C_4	четырехатомная молекула углерода
CF_4	перфторметан/тетрафторметан
CH_4	метан
CO_2	диоксид углерода
ССВ	сертифицированное сокращение выбросов
САК	Североатлантическое колебание
САР	система анализа решений
СДАГА	Специальный доклад “Авиация и глобальная атмосфера”
СДЗИЗЛХ	Специальный доклад “Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство”
СДМТППТ	Специальный доклад “Методологические и технологические вопросы передачи технологии”
СДСВ	Специальный доклад “Сценарии выбросов”
СДШ	синдром денге с развитием шока
СМОЦ	сдвоенная модель общей циркуляции ККЦ(ма)
СО	совместное осуществление
СПР	система принятия решений
СПЭ	страны с переходной экономикой
СС	Совещание Сторон
СУМ	средний уровень моря
ТД	технический доклад
ТДО	Третий доклад об оценке
ТПМ	температура поверхности моря
ТР	техническое резюме
ТХЦ	термохалинная циркуляция
УК	установленное количество
ХФУ	хлорфторуглерод
ЧПБ	чистая продуктивность биома
ЧПП	чистая первичная продуктивность
ЧПЭ	чистая продуктивность экосистемы
ЭБТ	экологически безопасные технологии
ЭСК	энергосервисная компания
ЮНЕП	Программа ООН по окружающей среде
ЮНЕСКО	Организация ООН по вопросам образования, науки и культуры
H_2O	водяной пар
HadCM	сдвоенная модель Центра Хэдли
N_2O	закись азота
NO_x	окислы азота
SF_6	гексафторид серы
SO_2	диоксид серы
WRE	Wigley, Richels и Edmond (Уигли, Ричелз и Эдмондс)

Единицы измерения

Единицы СИ (Международная система единиц)

Физический объем	*Наименование единицы*	*Обозначение*
длина	метр	м
масса	килограмм	кг
время	секунда	с
термодинамическая температура	градус Кельвина	К
количество вещества	моль	моль

Доля	*Приставка*	*Обозначение*	*Множитель*	*Приставка*	*Обозначение*
10^{-1}	деци	д	10	дека	да
10^{-2}	санти	с	10^{2}	гекто	г
10^{-3}	милли	м	10^{3}	кило	к
10^{-6}	микро	мк	10^{6}	мега	М
10^{-9}	нано	н	10^{9}	гига	Г
10^{-12}	пико	п	101^{2}	тера	Т
10^{-15}	фемто	ф	10^{15}	пета	П

Специальные названия и обозначения некоторых производных единиц СИ

Физический объем	*Наименование единицы СИ*	*Обозначение единицы СИ*	*Определение единицы*
сила	ньютон	Н	$кгмс^{-2}$
давление	паскаль	Па	$кгм^{-1}с^{-2}$ (=$Нм^{-2}$)
энергия	джоуль	Дж	$кгм^{2}с^{-2}$
мощность	ватт	Вт	$кгм^{2}с^{-3}$ (=$Джс^{-1}$)
частота	герц	Гц	$с^{-1}$ (цикл в секунду)

Дольные и кратные единицы СИ с особыми названиями

Физический объем	*Наименование единицы СИ*	*Обозначение единицы СИ*	*Определение единицы*
длина	ангстрем	Е	10^{-10} м = 10^{-8} см
длина	микрон	мкм	10^{-6} м
площадь	гектар	га	10^{4} $м^{2}$
сила	дина	дин	10^{-5} Н
давление	бар	бар	10^{5} Н $м^{-2}$ = 10^{5} Па
давление	миллибар	мбар	10^{5} Н $м^{-2}$ = 1 гПа
масса	тонна	т	10^{3} кг
масса	грамм	г	10^{-3} кг
давление столба	единица Добсона	Д	2,687x10^{16} молекул $см^{2}$
расход потока	свердруп	Св	10^{6} $м^{3}$ $с^{-1}$

Единицы, не относящиеся к системе СИ

°C	градус Цельсия (0 °C = 273 К, приблизительно) Разница температуры также чаще дается в °C (= К), чем в более правильной форме “градусы Цельсия”
$млн^{-1}$	частей на миллион (10^{6})
$млрд^{-1}$	частей на миллиард (10^{9})
$трлн^{-1}$	частей на триллион (10^{12})

Приложение D. Научные, технические и социально-экономические вопросы, выбранные Группой

Вопрос 1

Каким образом научный, технический и социально-экономический анализ может содействовать определению того, что представляет собой опасное антропогенное воздействие на климатическую систему, о котором говорится в статье 2 Рамочной конвенции об изменении климата?

Вопрос 2

Каковы доказательства, причины и последствия изменений климатической системы Земли, произошедших с начала доиндустриальной эпохи? Изменялся ли климат Земли с начала доиндустриальной эпохи на региональном и/или глобальном уровне?

а) Если изменялся, то какую часть наблюдаемых изменений, если таковые есть, можно отнести на счет антропогенного воздействия и какую часть – на счет природных явлений?

б) Что лежит в основе такого отнесения? Что известно об экологических, социальных и экономических последствиях изменения климата, произошедших с начала доиндустриальной эпохи и особенно за последние 50 лет?

Вопрос 3

Что известно о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях через 25, 50 и 100 лет, ассоциируемых с выбросами парниковых газов в некотором диапазоне, заложенном в сценариях, использованных в ТДО (прогнозы, которые предполагают отсутствие программных мер вмешательства в связи с изменением климата)?

По возможности, оценить:

- прогнозируемые изменения атмосферных концентраций, климата и уровня моря;
- воздействия и экономические расходы и выгоды, обусловленные изменением климата и состава атмосферы, с точки зрения здоровья людей, разнообразия и продуктивности экологических систем и социально-экономических секторов (в особенности сельского хозяйства и водопользования);
- ряд вариантов по адаптации, включая расходы, выгоды и задачи;
- вопросы развития, устойчивости и справедливости, связанные с воздействием и адаптацией на региональном и глобальном уровнях.

Вопрос 4

Что известно о воздействии повышенных атмосферных концентраций парниковых газов и аэрозолей и прогнозируемого изменения климата под воздействием антропогенной деятельности на региональном и глобальном уровне на:

а) частоту и амплитуду колебаний климата, включая его суточную, сезонную, годовую и десятилетнюю изменчивость, таких, как циклы южных колебаний типа Эль-Ниньо и другие явления;

б) продолжительность, локализацию, частотность и интенсивность экстремальных явлений, таких, как волны тепла, засухи, наводнения, ливневые дожди, лавины, штормы, смерчи и тропические циклоны;

в) опасность резких/нелинейных изменений, в частности в источниках и поглотителях парниковых газов, циркуляции вод океана и распространенности полярного льда и вечной мерзлоты; можно ли определить эту опасность количественно?

г) опасность резких или нелинейных изменений в экологических системах?

Вопрос 5

Что известно об инерции и временных шкалах, связанных с изменениями климатической системы, экологических систем, социально-экономических секторов и их воздействия?

Вопрос 6

а) Каким образом масштабы и сроки осуществления ряда мер по сокращению выбросов определяют темпы, уровень и последствия изменения климата и как они сказываются на них; каким образом они воздействуют на глобальную и региональную экономику с учетом прошлых и нынешних выбросов?

б) Что удалось узнать в результате исследований чувствительности о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов (в эквиваленте диоксида углерода) в пределах от сегодняшних уровней до уровней, превышающих сегодняшний в два или более раза, с учетом, по возможности, воздействия аэрозолей? Для каждого сценария стабилизации, включая различные схемы стабилизации, оценить диапазон расходов и выгод применительно к группе сценариев, рассмотренных в вопросе 3, с точки зрения:

- прогнозируемых изменений атмосферной концентрации, климата и уровня моря, включая изменения, которые произойдут по прошествии ста лет;
- воздействия и экономических издержек и выгод, обусловленных изменением климата и составом атмосферы, для здоровья людей, биоразнообразия и продуктивности экологических систем и для социально-экономических секторов (в особенности для сельского хозяйства и водопользования);
- различных вариантов мер по адаптации, включая издержки, выгоды и проблемы;
- различных технологий, политики и видов практики, которые можно было бы использовать в целях достижения каждого из принятых уровней стабилизации с оценкой национальных и глобальных

издержек и выгод и с анализом метода сопоставления этих издержек и выгод – в качественном или количественном плане – с предотвращенным экологическим ущербом в результате сокращения выбросов;
- вопросов развития, устойчивости и справедливости, связанных с воздействием, адаптацией и мерами по смягчению последствий на региональном и глобальном уровнях.

Вопрос 7

Что известно о потенциале, расходах, выгодах и временных рамках сокращения выбросов парниковых газов?

- Каковы будут экономические и социальные издержки и выгоды и последствия с точки зрения справедливости тех или иных вариантов политики и мер, а также механизмов, предусмотренных Киотским протоколом, которые, как можно считать, направлены на решение проблемы изменения климата на региональном и глобальном уровне?
- Какой можно было бы рассмотреть набор вариантов исследований и разработок, инвестиций и других программных мер, которые были бы наиболее эффективны в плане активизации разработки и применения технологий, позволяющих решить проблему изменения климата?
- Какой можно было бы рассмотреть вид экономических и других программных вариантов для устранения существующих и потенциальных барьеров, стимулирования передачи технологии и ее применения в различных странах и какое воздействие могут оказать эти меры на прогнозируемые выбросы?
- Каким образом скажутся сроки реализации вышеупомянутых вариантов на соответствующих экономических расходах и выгодах и на атмосферных концентрациях парниковых газов на протяжении следующего столетия и в последующий период?

Вопрос 8

Что известно о взаимодействиях между прогнозируемыми изменениями климата, вызванными антропогенной деятельностью, и другими экологическими вопросами (например такими, как загрязнение воздуха в городах, региональные кислотные отложения, уменьшение биологического разнообразия, истощение стратосферного озона, опустынивание и деградация земельных ресурсов)? Что известно об экологических, социальных и экономических издержках и выгодах этих взаимодействий и их последствиях для интеграции стратегий противодействия изменению климата на справедливой основе в более широкие стратегии устойчивого развития на местном, региональном и глобальном уровнях?

Вопрос 9

Каковы наиболее устойчивые выводы и ключевые неопределенности, касающиеся объяснения климатических изменений и прогнозов с помощью моделирования:

- будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей;
- будущих концентраций парниковых газов и аэрозолей;
- будущих изменений регионального и глобального климата;
- региональных и глобальных воздействий, связанных с изменением климата;
- издержек и выгод, связанных с вариантами смягчения последствий и адаптации?

Приложение E. Перечень основных докладов МГЭИК

Изменение климата – Научная оценка МГЭИК
Доклад рабочей группы МГЭИК по научной оценке, 1990 г. (также на английском, испанском, китайском и французском языках).

Изменение климата – МГЭИК: Оценка воздействий
Доклад рабочей группы МГЭИК по оценке воздействий, 1990 г. (также на английском, испанском, китайском и французском языках).

Изменение климата – МГЭИК: Стратегии реагирования
Доклад рабочей группы МГЭИК по стратегиям реагирования, 1990 г. (также на английском, испанском, китайском и французском языках).

Сценарии выбросов
Подготовлено рабочей группой МГЭИК по стратегиям реагирования, 1990 г.

Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise – A Common Methodology
1991 (также на арабском и французском языках).

Изменение климата, 1992 г. – Дополнительный доклад к научной оценке МГЭИК
Доклад рабочей группы МГЭИК по научной оценке, 1992г.

Изменение климата, 1992 г. – Дополнительный доклад к оценке воздействий МГЭИК.
Доклад рабочей группы МГЭИК по оценке воздействий, 1992 г.

Изменение климата: Оценки МГЭИК 1990 и 1992 гг.
Общее резюме и резюме для лиц, определяющих политику, Первого доклада МГЭИК по оценке, а также дополнение 1992 г.

Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea
Coastal Zone Management Subgroup of the IPCC Response Strategies Working Group, 1992.

Report of the IPCC Country Studies Workshop, 1992.

Preliminary Guidelines for Assessing Impacts of Climate Change, 1992.

Руководство МГЭИК по составлению национальных кадастров газов с парниковым эффектом (3 тома), 1994 г. (также на испанском, русском и французском языках).

Техническое руководство МГЭИК по оценке воздействий изменения климата и адаптации, 1995 г. (также на английском, арабском, испанском, китайском и французском языках).

Изменение климата, 1994 г. – Радиационное воздействие изменения климата и оценка сценариев выбросов МГЭИК IS92, 1995 г.

Изменение климата, 1995 г. – Научные аспекты проблемы изменения климата. – Вклад рабочей группы I в подготовку Второго доклада по оценке МГЭИК, 1996 г.

Изменение климата, 1995 г. – Воздействия, адаптация и смягчение последствий изменения климата. – Технические анализы. – Вклад рабочей группы II в подготовку Второго доклада по оценке МГЭИК, 1996 г.

Изменение климата, 1995 г. – Социально-экономические аспекты изменения климата. – Вклад рабочей группы III в подготовку Второго доклада по оценке МГЭИК, 1996 г.

Изменение климата, 1995 г. – Синтез научно-технической информации, содержащейся во Втором докладе МГЭИК об оценках, по вопросу об интерпретации статьи 2 Рамочной конвенции ООН об изменении климата, 1996 г. (также на английском, арабском, испанском, китайском и французском языках).

Technologies, Policies, and Measures for Mitigating Climate Change – IPCC Technical Paper I, 1996 (также на французском и испанском языках).

An Introduction to Simple Climate Models used in the IPCC Second Assessment Report – IPCC Technical Paper II, 1997 (также на французском и испанском языках).

Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gases: Physical, Biological and Socio-economic Implications – IPCC Technical Paper III, 1997 (также на французском и испанском языках).

Implications of Proposed CO_2 Emissions Limitations – IPCC Technical Paper IV, 1997 (также на французском и испанском языках).

The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability – IPCC Special Report, 1998.

Авиация и глобальная атмосфера – специальный доклад МГЭИК, 1999 г.

Методологические и технические аспекты передачи технологии – специальный доклад МГЭИК, 2000 г.

Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство – специальный доклад МГЭИК, 2000 г.

Сценарии выбросов – специальный доклад МГЭИК, 2000 г.

Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.

Climate Change 2001: The Scientific Basis – Contribution of Working Group I to the IPCC Third Assessment Report, 2001.

Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability – Contribution of Working Group II to the IPCC Third Assessment Report, 2001.

Climate Change 2001: Mitigation – Contribution of Working Group III to the IPCC Third Assessment Report, 2001.

Справки: IPCC Secretariat, c/o World Meteorological Organization, 7 bis, Avenue de la Paix, Case Postale 2300, 1211 Geneva 2, Switzerland