

Океан и криосфера в условиях изменяющегося климата

Специальный доклад Межправительственной
группы экспертов по изменению климата

Резюме для политиков



Океан и криосфера в условиях изменяющегося климата

Специальный доклад Межправительственной
группы экспертов по изменению климата

Резюме для политиков

Редакторы

Hans-Otto Pörtner

Сопредседатель Рабочей группы II

Debra C. Roberts

Сопредседатель Рабочей группы II

Valérie Masson-Delmotte

Сопредседатель Рабочей группы I

Panmao Zhai

Сопредседатель Рабочей группы I

Melinda Tignor

Руководитель ГТП РГII

Elvira Poloczanska

Советник по научным,
вопросам
сопредседателей и ГТП РГ II

Katja Mintenbeck

Директор по научным
вопросам

Andrés Alegría

Специалист по графике

Maike Nicolai

Сотрудник отдела
коммуникаций

Andrew Okem

Научный сотрудник

Jan Petzold

Научный сотрудник

Bardhyl Rama

Директор по оперативным
вопросам

Nora M. Weyer

Научный сотрудник

Группа технической поддержки Рабочей группы II

Художественное оформление и макет передней и тыльной сторон обложки: StefanieLangsdorf

© Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2019

Напечатано в июне 2020 г. МГЭИК, Швейцария. Электронные версии этого Резюме для политиков имеются на веб-сайте МГЭИК по ссылке: www.ipcc.ch

ISBN 978-92-9169-455-6

Резюме для политиков

Резюме для политиков

Авторы-составители:

Нерили Абрам (Австралия), Каролина Адлер (Швейцария/Австралия), Натаниэль Л. Биндофф (Австралия), Лицзин Чен (Китай), Со-Мин Чонг (Республика Корея), Уильям В. Л. Чеюнг (Канада), Мэттью Коллинз (СК), Крис Дерксен (Канада), Алексей Екайкин (Российская Федерация), Томас Фрелихер (Швейцария), Маттиас Гарцхаген (Германия), Жан-Пьер Гаттузо (Франция), Брюс Главович (Новая Зеландия), Стефан Грубер (Канада/Германия), Валерия Гуиндер (Аргентина), Роберт Холлберг (США), Шерили Харпер (Канада), Натали Хилми (Монако/Франция), Йохен Хинкель (Германия), Юкико Хирабаяши (Япония), Регина Хок (США), Энн Холловед (США), Элен Жако Де-Комб (Фиджи), Джеймс Кайро (Кения), Александр К. Магнан (Франция), Валери Массон-Дельморт (Франция), Дж. Б. Робин Мэтьюз (СК), Кэтлин Макиннес (Австралия), Майкл Мередит (СК), Катя Минтенбек (Германия), Самуэль Морин (Франция), Эндрю Окем (Южная Африка/Нигерия), Майкл Оппенхаймер (США), Бен Орлов (США), Ян Петцольд (Германия), Анна Пирани (Италия), Эльвира Положанска (СК/Германия), Ханс-Отто Пёртнер (Германия), Анджал Пракаш (Непал/Индия), Голам Расул (Непал), Эвелия Ривера-Арриага (Мексика), Дебра К. Робертс (Южная Африка), Эдвард А. Г. Шуур (США), Зита Себешвари (Венгрия/Германия), Мартин Зоммеркорн (Норвегия/Германия), Майкл Сазерленд (Тринидад и Тобаго), Алессандро Тэглибу (СК), Родерик Ван Де Валь (Нидерланды), Фил Уильямсон (СК), Ронг Ю (Китай), Панмао Чжай (Китай)

Авторы, внесшие вклад в подготовку проекта:

Андрес Алегррия (Гондурас), Роберт М. Деконто (США), Андреас Фишлин (Швейцария), Шэнпин Хе (Норвегия/Китай), Мириам Джексон (Норвегия), Мартин Кюнстинг (Германия), Эрвин Ламберт (Нидерланды), Пьер-Мари Лефевр (Норвегия/Франция), Александр Мильнер (СК), Джекс Мельбурн-Томас (Австралия), Бенуа Мейсиньяк (Франция), Маик Николаи (Германия), Хэмиш Притчард (СК), Хайди Штельцер (США), Нора М. Вейер (Германия)

При ссылках на настоящее Резюме для политиков следует указывать:

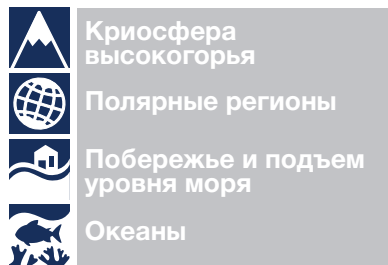
МГЭИК, 2019 г.: Резюме для политиков. Содержится в: *Специальный доклад МГЭИК об океане и криосфере в условиях изменяющегося климата* [Х.-О. Пёртнер, Д.К. Робертс, В. Массон-Дельморт, П. Чжай, М. Тигнор, Э. Положанска, К. Минтенбек, М. Николаи, Э. Окем, Я. Петцольд, Б. Рама, Н.М. Вейер (ред.)]. В печати.

Введение

Настоящий специальный доклад об океане и криосфере¹ в условиях изменяющегося климата (СДОКК) подготовлен в соответствии с решением МГЭИК 2016 года о подготовке трех специальных докладов в ходе Шестого оценочного цикла². Посредством оценки новой научной литературы³ СДОКК⁴ отвечает на это предложение правительств и организаций-наблюдателей. СДОКК следует за двумя другими специальными докладами о глобальном потеплении на 1,5 °C (СД 1. 5) и об изменении климата и землепользовании (СДИКЗ)⁵, а также за докладом о глобальной оценке биоразнообразия и экосистемных услуг Межправительственной научно-политической платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам (МПБЭУ).

В настоящем резюме для политиков (РП) обобщены основные выводы доклада, и оно состоит из трех частей: РП.А: Наблюдаемые изменения и воздействия; РП.В: Проекция изменений и рисков, и РП.С: Осуществление мер реагирования на изменения океана и криосферы. Для облегчения использования РП графические символы показывают, где можно найти информационный контент. Достоверность основных выводов представлена с использованием аттестованного языка МГЭИК⁶, а основополагающий научный базис для каждого ключевого вывода указывается ссылками на разделы базового доклада.

Набор графических символов для индикации содержания



¹ Криосфера определена в настоящем докладе (приложение I: Глоссарий) как компоненты земной системы на поверхности суши и океана и под ней, которые заморожены, включая снежный покров, ледники, ледниковые покровы, ледяные шельфы, айсберги, морской лед, озерный лед, речной лед, многолетнюю мерзлоту и сезонно-мерзлый грунт.

² Решение о подготовке Специального доклада об изменении климата, океанах и криосфере было принято на сорок третьей сессии МГЭИК в Найроби, Кения, 11-13 апреля 2016 г.

³ Предельные сроки: 15 октября 2018 г. для представления рукописей, 15 мая 2019 г. для принятия к публикации.

⁴ СДОКК подготовлен под научным руководством Рабочей группы I и Рабочей группы II. В соответствии с утвержденным планом варианты смягчения воздействий (Рабочая группа III) не оцениваются, за исключением потенциала смягчения воздействий голубого углерода (прибрежные экосистемы).

⁵ Полные названия этих двух специальных докладов — «Глобальное потепление на 1,5 °C. Специальный доклад о последствиях глобального потепления на 1,5 °C выше доиндустриальных уровней и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте укрепления глобального реагирования на угрозу изменения климата, а также устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты»; «Изменение климата и землепользование: Специальный доклад МГЭИК об изменении климата, опустынивании, деградации земель, устойчивом управлении земельными ресурсами, продовольственной безопасности и потоках парниковых газов в наземных экосистемах».

⁶ Каждый вывод основан на оценке обосновывающих данных и их согласованности. Степень достоверности выражена с использованием пяти классификаторов: очень низкая, низкая, средняя, высокая и весьма высокая, и напечатана курсивом, например, *средняя степень достоверности*. Для выражения оценки вероятности последствий или результата использовались следующие термины: практически достоверно 99-100 %; весьма вероятно 90-100 %; вероятно 66-100 %; не исключено 33-66 %; маловероятно 0-33 %; очень маловероятно 0-10 %; крайне маловероятно 0-1 %. Оценочное правдоподобие печатается курсивом, например, *весьма вероятно*. Это согласуется с ОД5 и другими специальными докладами ОД6. Когда это необходимо, используются дополнительные термины (крайне вероятно 95-100 %; скорее да, чем нет (скорее всего) >50-100 %; скорее нет, чем да 0-50 %; весьма маловероятно 0-5 %). В настоящем докладе также используется термин «вероятный диапазон» или «весьма вероятный диапазон», чтобы указать, что оценка вероятности находится в диапазоне вероятности 17-83 % или 5-95 %. {1.9.2, рисунок 1.4}

Начальная вставка | Важное значение океанов и криосферы для людей

Все люди на планете Земля прямо или косвенно зависят от океана и криосферы. Мировой океан занимает 71 % земной поверхности и содержит около 97 % водной массы Земли. Криосфера имеет отношение к замороженным компонентам земной системы⁷. Около 10 % поверхности суши Земли покрыто ледниками или ледниковыми покровами. Океан и криосфера поддерживают уникальные среды обитания и взаимосвязаны с другими компонентами климатической системы посредством глобального обмена водой, энергией и углеродом. Проекция реагирования океана и криосферы на прошлые и современные вызванные деятельностью человека выбросы парниковых газов и продолжающееся глобальное потепление включают в себя климатические обратные связи, происходящие изменения на протяжении от десятилетий до тысячелетий, которые невозможно избежать, пороговые значения резких изменений и необратимость. {вставка 1.1, 1.2}

Человеческие сообщества, тесно связанные с окружающей средой прибрежных районов, малых островов (включая малые островные развивающиеся государства, МОСРГ), полярных и высокогорных районов⁷, особенно подвержены воздействию изменений океана и криосферы, таких как повышение уровня моря, экстремальный уровень моря и сокращение криосферы. Другие сообщества, проживающие на удалении от побережья, также подвержены влиянию изменений в океане, таким как экстремальные погодные явления. Сегодня в Арктическом регионе постоянно проживает около 4 млн человек, из которых 10 % являются коренным населением. В настоящее время в низменных прибрежных зонах⁸ проживает около 680 млн человек (почти 10 % от мирового населения 2010 года), а к 2050 году их численность, по оценкам, превысит один миллиард человек. В МОСРГ проживают 65 млн человек. Около 670 млн человек (почти 10 % мирового населения 2010 года), включая коренные народы, проживают в высокогорных районах на всех континентах, за исключением Антарктиды. В высокогорных регионах население, по оценкам, к 2050 году составит от 740 до 840 млн человек (около 8,4-8,7 % от прогнозируемой численности мирового населения)). {1.1, 2.1, 3.1, перекрестная вставка 9, рисунок 2.1}

В дополнение к их роли в климатической системе, такой как поглощение и перераспределение природного и антропогенного углекислого газа (CO₂) и тепла, а также поддержание экосистем, обеспечение, предоставляемое людям океаном и/или криосферой, включает продовольствие и водоснабжение, возобновляемые источники энергии и выгоды для здоровья и благополучия, культурные ценности, туризм, торговлю и транспорт. Состояние океана и криосферы взаимодействует с каждым аспектом устойчивого развития, отраженным в Целях устойчивого развития Организации Объединенных Наций (ЦУР). {1.1, 1.2, 1.5}

⁷ Высокогорные районы включают в себя все горные районы, где ледники, снег или многолетняя мерзлота являются характерными особенностями ландшафта. Перечень высокогорных регионов, охватываемых настоящим докладом, см. главу 2. Численность населения в высокогорных районах рассчитывается для районов, расположенных менее чем в 100 км от ледников или площадей многолетней мерзлоты в высокогорных районах, оцениваемых в настоящем докладе. {2.1} Проекция на 2050 год дает диапазон численности населения в этих регионах по всем пяти общим социально-экономическим вариантам. {перекрестная вставка 1 в главе 1}

⁸ Численность населения в низменных прибрежных районах рассчитывается для земельных участков, связанных с побережьем, включая малые островные государства, которые находятся на высоте менее 10 метров над уровнем моря. {перекрестная вставка 9} Проекция на 2050 год дает диапазон численности населения в этих регионах по всем пяти общим социально-экономическим траекториям. {перекрестная вставка 1 в главе 1}

РП.А Наблюдаемые Изменения и Воздействия

Наблюдаемые физические изменения

А.1 За последние десятилетия глобальное потепление привело к повсеместному сокращению криосферы с потерей массы ледниковых покровов и ледников (*весьма высокая степень достоверности*), сокращением снежного покрова (*высокая степень достоверности*) и протяженности и толщины арктического морского льда (*весьма высокая степень достоверности*), а также с повышением температуры многолетней мерзлоты (*весьма высокая степень достоверности*). {2.2, 3.2, 3.3, 3.4, рисунки РП.1, РП.2}

А.1.1  Ледниковые покровы и ледники во всем мире потеряли массу (*весьма высокая степень достоверности*). В период с 2006 по 2015 годы ледниковый покров Гренландии⁹ терял массу льда со средней скоростью 278 ± 11 Гт/год (что эквивалентно глобальному повышению уровня моря на $0,77 \pm 0,03$ мм/год)¹⁰, в основном за счет поверхностного таяния (*высокая степень достоверности*). В 2006-2015 годах Антарктический ледниковый покров терял массу в среднем на 155 ± 19 Гт/год ($0,43 \pm 0,05$ мм/год), главным образом из-за быстрого истончения и отступления главных выводных ледников, дренирующих ледниковый покров западной части Антарктики (*весьма высокая степень достоверности*). Ледники во всем мире за пределами Гренландии и Антарктиды теряли массу в среднем на 220 ± 30 Гт/год (что эквивалентно повышению уровня моря на $0,61 \pm 0,08$ мм/год) в 2006-2015 годах {3.3.1, 4.2.3, приложение 2.A, рисунок РП.1}

А.1.2  Арктический снежный покров на суше в июне сокращался на $13,4 \pm 5,4$ % за десятилетие с 1967 по 2018 годы, а общая потеря составила около 2,5 млн км², главным образом за счет повышения температуры воздуха на поверхности (*высокая степень достоверности*). Почти во всех высокогорных районах глубина, протяженность и продолжительность снежного покрова за последние десятилетия сократились, особенно на более низких высотах (*высокая степень достоверности*). {2.2.2, 3.4.1, рисунок РП.1}

А.1.3  Температура многолетней мерзлоты повысилась до рекордно высоких уровней (1980-е годы-настоящее время) (*весьма высокая степень достоверности*), включая недавнее повышение на $0,29^\circ\text{C} \pm 0,12^\circ\text{C}$ с 2007 по 2016 годы в среднем по полярным и высокогорным регионам мира. Многолетняя мерзлота арктических и умеренно-холодных регионов содержит 1460-1600 Гт органического углерода, что почти в два раза больше концентрации углерода в атмосфере (*средняя степень достоверности*). Имеется *среднее количество доказательств с низкой степенью согласия* о том, что северные районы многолетней мерзлоты в настоящее время выделяют дополнительные нетто-потoki метана и CO₂ из-за оттаивания. Таяние многолетней мерзлоты и деградация ледников снизили устойчивость высокогорных склонов (*высокая степень достоверности*). {2.2.4, 2.3.2, 3.4.1, 3.4.3, рисунок РП.1}

А.1.4  За период между 1979 и 2018 годами распространение арктического морского льда, *весьма вероятно*, уменьшалось во все месяцы года. Сентябрьские сокращения морского льда, *весьма вероятно*, составляли $12,8 \pm 2,3$ % за десятилетие. Эти изменения морского льда в сентябре, *вероятно*, явились беспрецедентными, по крайней мере, за 1 000 лет. Арктический морской лед сокращался наряду с переходом на более молодой лед: в период с 1979 по 2018 годы площадь многолетних льдов возрастом не менее пяти лет сократилась примерно на 90 % (*весьма высокая степень достоверности*). Обратные связи от таяния летнего морского льда и весеннего снежного покрова на суше способствовали усилению потепления в Арктике (*высокая степень достоверности*), где температура приземного воздуха, *вероятно*, увеличилась более чем в два раза по сравнению со среднемировым показателем за последние два десятилетия. Изменения в арктических морских льдах потенциально способны оказывать влияние на погоду в средних широтах (*средняя степень достоверности*), однако существует *низкая степень достоверности* обнаружения такого влияния в отношении конкретных типов погоды. Расширение антарктических морских льдов в целом не имело статистически значимого тренда (1979-2018 годы) из-за резко различающихся региональных сигналов и значительной межгодовой изменчивости (*высокая степень достоверности*). {3.2.1, 6.3.1; вставка 3.1; вставка 3.2; А1.2, рисунки РП.1, РП.2}

⁹ включая периферийные ледники

¹⁰ 360 Гт льда соответствуют 1 мм глобального среднего уровня моря

Прошлые и будущие изменения в океане и криосфере

Исторические изменения (наблюдаемые и смоделированные) и проекции при РТК2.6 и РТК8.5 для ключевых индикаторов

Исторические (наблюдаемые) Исторические (смоделированные) Проекция (РТК2.6) Проекция (РТК8.5)

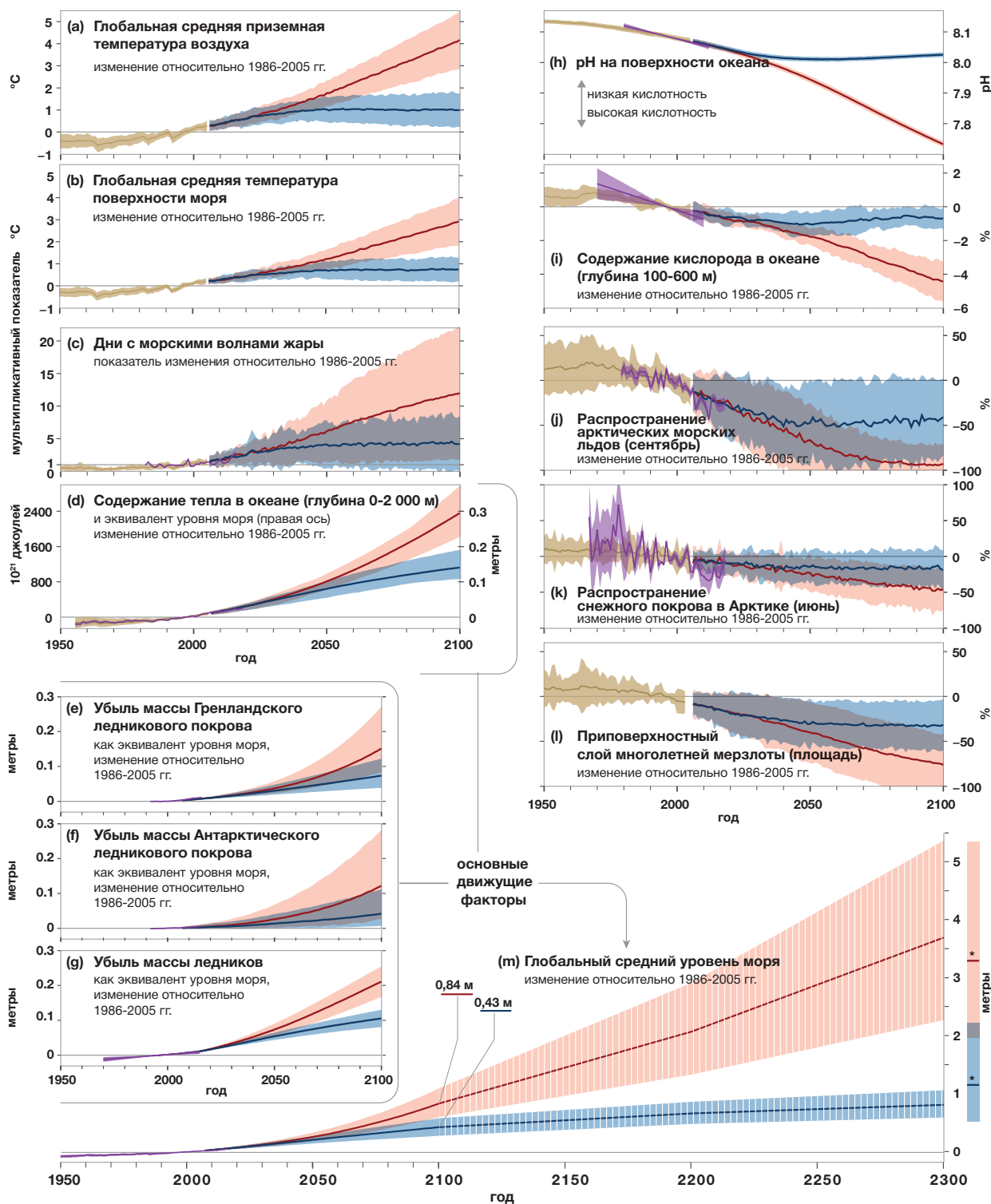


Рисунок РП.1 | Наблюдаемые и моделируемые исторические изменения в океане и криосфере с 1950 года¹¹, а также проекции будущих изменений в рамках сценариев низких (РТК.6) и высоких (РТК8.5) выбросов парниковых газов {вставка РП.1}

¹¹ Это не означает, что изменения начались в 1950 году. Изменения некоторых переменных происходят с доиндустриального периода.

Рисунок РП.1 (continued): Изменения показаны для: а) изменения глобальной средней температуры приземного воздуха с *вероятным* диапазоном. (Вставка РП.1, перекрестная вставка 1 в главе 1); **изменений, связанных с океаном**, с *весьма вероятными* диапазонами для (b) изменения глобальной средней температуры поверхности моря (вставка 5.1, 5.2.2); (c) показателя изменения в днях с морскими волнами жары у поверхности океана (6.4.1); (d) изменения глобального содержания тепла в океане (глубина 0-2 000 м). Приблизительный стериический эквивалент уровня моря показан с помощью правой оси путем умножения теплосодержания океана на глобальный средний коэффициент теплового расширения ($\alpha \approx 0,125$ м на 10^{24} джоулей)¹² для наблюдаемого потепления с 1970 года (рисунок 5.1); (h) глобальный средний поверхностный рН (в общем масштабе). Оцененные тренды составляются на основе временных рядов данных из пунктов в районах открытого океана с наблюдениями продолжительностью более 15 лет (вставка 5.1, рисунок 5.6, 5.2.2); и i) изменение глобального среднего значения содержания кислорода в океане (глубина 100-600 м). Оцененные тренды наблюдений охватывают период 1970-2010 годов, центрированы на 1996 год (рисунок 5.8, 5.2.2). **Изменения уровня моря с вероятными диапазонами (м)** для изменения глобального среднего уровня моря. Штриховая тонировка отражает *низкую степень достоверности* проекций уровня моря после 2100 года, а столбцы на отметке 2300 год отражают экспертную оценку диапазона возможного изменения уровня моря (4.2.3, рисунок 4.2); и компоненты из пунктов (e, f) потери массы льда Гренландского и Антарктического ледниковых покровов (3.3.1); а также (g) потери массы ледников (поперечная вставка 6 в главе 2, таблица 4.1). Дальнейшие **изменения, связанные с криосферой**, с *весьма вероятными* диапазонами для (j) изменения распространения арктических морских льдов в сентябре¹³ (3.2.1, 3.2.2, рисунок 3.3); (k) изменения распространения снежного покрова в Арктике в июне (районы суши к северу от 60°с. ш.) (3.4.1, 3.4.2, рисунок 3.10); и (l) изменения в приповерхностных (в пределах 3-4 м) слоях многолетней мерзлоты в Северном полушарии (3.4.1, 3.4.2, рисунок 3.10). Оценки прогнозируемых изменений в рамках промежуточных сценариев РТК4.5 и РТК6.0 доступны не для всех рассматриваемых здесь переменных, но в случае наличия их можно найти в основном докладе. (в отношении РТК4.5 см. 2.2.2, перекрестную вставку 6 в главе 2, 3.2.2, 3.4.2, 4.2.3; в отношении РТК6.0 см. перекрестную вставку 1 в главе 1)

Вставка РП.1 | Использование сценариев изменения климата в СДОКК

Оценки прогнозируемых будущих изменений в настоящем докладе основаны в основном на проекциях климатических моделей ПССМ5¹⁴ с использованием репрезентативных траекторий концентраций (РТК). РТК являются сценариями, которые включают временные ряды выбросов и концентраций всего набора парниковых газов (ПГ), аэрозолей и химически активных газов, а также землепользование / земельный покров. РТК показывают лишь один набор из многих возможных сценариев, которые привели бы к различным уровням глобального потепления (приложение I: Глоссарий)

В настоящем докладе при оценке используются, главным образом, РТК2.6 и РТК8.5, учитывающие имеющуюся литературу. РТК2.6 представляет более низкие уровни выбросов парниковых газов с высоким потенциалом смягчения воздействий в будущем, что в имитационном моделировании ПССМ5 дает два из трех шансов ограничить глобальное потепление ниже 2 °C к 2100 году¹⁵. Напротив, РТК8.5 является сценарием с высоким уровнем выбросов парниковых газов в условиях отсутствия политики противодействия изменению климата, что ведет к непрерывному и устойчивому росту концентраций парниковых газов в атмосфере. По сравнению с общим комплектом РТК РТК8.5 соответствует варианту с самыми высокими выбросами парниковых газов. В основных главах также содержатся ссылки на иные сценарии, в том числе РТК4.5 и РТК6.0, которые имеют промежуточные уровни выбросов парниковых газов и приводят к средним уровням потепления (приложение I: Глоссарий, перекрестная вставка 1 в главе 1)

В таблице РП.1 приводятся оценки общего потепления с доиндустриального периода в рамках четырех различных РТК для ключевых интервалов оценки, используемых в СДОКК. Потепление за период с 1850-1900 годы до 1986-2005 годов было оценено как 0,63 °C (*вероятный* диапазон 0,57-0,69 °C) с использованием наблюдений за приземной температурой воздуха над океанами и суши¹⁶. В соответствии с подходом в ОД5 к такому наблюдаемому потеплению добавляются смоделированные будущие изменения глобальной средней температуры приземного воздуха относительно периода 1986-2005 годов. (перекрестная вставка 1 в главе 1)

Таблица РП.1 | Проекция изменения глобальной средней приземной температуры относительно 1850-1900 годов за два периода времени в рамках четырех РТК¹⁶. (перекрестная вставка 1 в главе 1)

Сценарий	Ближайшая перспектива: 2031–2050 гг.		Конец столетия (2081-2100 гг.)	
	Среднее значение (°C)	Вероятный диапазон (°C)	Среднее значение (°C)	Вероятный диапазон (°C)
РТК2.6	1,6	1,1–2,0	1,6	0,9–2,4
РТК4.5	1,7	1,3–2,2	2,5	1,7–3,3
РТК6.0	1,6	1,2–2,0	2,9	2,0–3,8
РТК8.5	2,0	1,5–2,4	4,3	3,2–5,4

¹² Этот масштабный коэффициент (среднее глобальное значение расширения океана при повышении уровня моря в метрах на единицу тепла) варьируется примерно на 10 % между различными моделями, и он будет систематически увеличиваться примерно на 10 % к 2100 году в соответствии с РТК8.5 под воздействием потепления океана, повышающего средний коэффициент теплового расширения. (4.2.1, 4.2.2, 5.2.2)

¹³ Антарктические морские льды здесь не показаны из-за *низкой степени достоверности* будущих проекций. (3.2.2)

¹⁴ ПССМ5 является пятым этапом Проекта по сравнению совместных моделей (приложение I: Глоссарий).

¹⁵ Вариант с более низкими выбросами (РТК1.9), который соответствовал бы более низкому уровню проектируемого потепления по сравнению с РТК2.6, не являлся частью ПССМ5.

¹⁶ В некоторых случаях в настоящем докладе приводится оценка изменений относительно периода 2006-2015 годов. Потепление с периода 1850-1900 годов до 2006-2015 годов было оценено как 0,87 °C (*вероятный* диапазон от 0,75 до 0,99 °C). (перекрестная вставка 1 в главе 1)

A.2 *Практически достоверно*, что Мировой океан непрерывно разогревался с 1970 года и поглощал более 90 % избыточного тепла в климатической системе (*высокая степень достоверности*). С 1993 года темпы потепления океана более чем удвоились (*вероятно*). Повторяемость морских волн жары, *весьма вероятно*, удвоилась с 1982 года, а их интенсивность увеличилась (*весьма высокая степень достоверности*). Поглощая больше CO₂, океан подвергался возрастающему закислению поверхностного слоя (*практически достоверно*). Убыль кислорода произошла в океаническом слое от поверхности до глубины 1 000 м (*средняя степень достоверности*). {1.4, 3.2, 5.2, 6.4, 6.7, рисунки РП.1, РП.2}

A.2.1.  Тренд потепления океана, зафиксированный в Пятом оценочном докладе МГЭИК (ОД5), сохраняется. С 1993 года темп потепления океана и, тем самым, поглощение тепла, увеличился более чем в два раза (*вероятно*) - с $3,22 \pm 1,61$ ЗДж/год (глубины 0-700 м) и $0,97 \pm 0,64$ ЗДж/год (700-2 000 м) в период между 1969 и 1993 годами до соответственно $6,28 \pm 0,48$ ЗДж/год (0-700 м) и $3,86 \pm 2,09$ ЗДж/год (700-2 000 м) в период между 1993 и 2017 годами¹⁷, что связано с антропогенным воздействием (*весьма вероятно*). {1.4.1, 5.2.2, таблица 5.1, рисунок РП.1}

A.2.2  На Южный океан приходилось 35-43 % общего прироста тепла в верхнем 2 000-метровом слое воды Мирового океана в период с 1970 по 2017 годы (*высокая степень достоверности*). Его доля увеличилась до 45-62 % в период с 2005 по 2017 годы (*высокая степень достоверности*). Океанские воды на глубинах ниже 2 000 м прогрелись с 1992 года (*вероятно*), особенно в Южном океане. {1.4, 3.2.1, 5.2.2, таблица 5.1, рисунок РП.2}

A.2.3  в глобальном масштабе события, вызванные теплом, в морской среде, участились; морские волны жары¹⁸, определяемые, когда среднесуточная температура поверхности моря превышает локальный 99-й процентиль за период с 1982 по 2016 годы, удвоились по повторяемости и стали более продолжительными, интенсивными и обширными (*весьма вероятно*). *Весьма вероятно*, что 84-90 % морских волн жары, произошедших в период с 2006 по 2015 годы, связаны с антропогенным повышением температуры. {таблица 6.2, 6.4; рисунки РП.1, РП.2}

A.2.4  Плотностная стратификация¹⁹ увеличилась в верхних слоях океана глубиной до 200 м с 1970 года (*весьма вероятно*). Наблюдаемое потепление поверхностных водных слоев океана и дополнительное поступление пресной воды в высоких широтах делают поверхностные океанические водные слои менее плотными по сравнению с более глубоководными частями океана (*высокая степень достоверности*) и препятствуют смешиванию поверхностных и глубоких вод (*высокая степень достоверности*). Средняя стратификация верхних слоев до 200 м возросла на $2,3 \pm 0,1$ % (*весьма вероятный диапазон*) от среднего значения 1971-1990 годов до многолетнего среднего 1998-2017 годов. {5.2.2}

A.2.5  С 1980-х годов Мировой океан поглощал около 20-30 % (*весьма вероятно*) от общего объема антропогенных выбросов CO₂, что явилось причиной дальнейшего закисления океана. С конца 1980-х годов²⁰ pH поверхности открытого океана снижался в *весьма вероятном* диапазоне 0,017-0,027 единиц pH за десятилетие, причем снижение pH на поверхности океана, *весьма вероятно*, уже произошло в результате фоновой естественной изменчивости более чем на 95 % площади поверхности океана. {3.2.1; 5.2.2; вставка 5.1; рисунки РП.1, РП.2}

¹⁷ ЗДж является зеттаджоулем и равен 10²¹ джоулей. Повышение температуры всего Мирового океана на 1 °C потребует около 5 500 ЗДж; 144 ЗДж повысили бы температуру верхнего 100-метрового слоя океана примерно на 1 °C.

¹⁸ Морская волна жары – это период экстремально высокой температуры у поверхности моря, которая сохраняется в течение периода от дней до месяцев и может распространяться на тысячи километров (приложение I: Глоссарий).

¹⁹ В настоящем докладе плотностная стратификация определяется как контраст плотности между поверхностными и более глубокими слоями. Повышенная стратификация снижает вертикальный обмен тепла, солёности, кислорода, углерода и питательных веществ.

²⁰ Основано на данных наблюдений *in-situ* за период времени более пятнадцати лет.

- А.2.6  Комплекты данных, охватывающие 1970-2010 годы, показывают, что открытый океан потерял кислород в *весьма вероятном* диапазоне 0,5–3,3 % в верхних слоях до 1 000 м, наряду с *вероятным* расширением зон с минимальным содержанием кислорода на 3-8 % (*средняя степень достоверности*). Убыль кислорода, в первую очередь, связана с увеличением стратификации океана, изменением движения воздушных потоков и биогеохимией (*высокая степень достоверности*). {5.2.2; рисунки РП.1, РП.2}
- А.2.7  Наблюдения, как *in-situ* (2004-2017 гг.), так и оценки, основанные на реконструкции температуры поверхности моря, показывают, что Атлантическая меридиональная опрокидывающаяся циркуляция (АМОЦ)²¹ ослабла относительно 1850-1900 годов (*средняя степень достоверности*). Данных для количественной оценки масштабов ослабления или надлежащего отнесения его к антропогенному воздействию недостаточно ввиду ограниченной продолжительности наблюдений. Хотя атрибуция в настоящее время невозможна, модельные расчеты ПССМ5 за период 1850-2015 годов в целом демонстрируют ослабление АМОЦ под влиянием антропогенного воздействия. {6.7}
- А.3 Глобальный средний уровень моря (ГСУМ) повышается с ускорением в последние десятилетия из-за увеличения темпов убыли массы льда Гренландского и Антарктического ледниковых покровов (*весьма высокая степень достоверности*), а также продолжающейся потери массы ледников и теплового расширения океана. Усиление ветров и выпадения осадков при тропических циклонах, а также увеличение экстремальных волн в сочетании с относительным повышением уровня моря усугубляют события экстремальных уровней моря и опасные явления в прибрежных районах (*высокая степень достоверности*). {3.3; 4.2; 6.2; 6.3; 6.8; рисунки РП.1, РП.2, РП.4, РП.5}
- А.3.1  Общий подъем ГСУМ за период 1902-2015 годов составляет 0,16 м (*вероятный* диапазон 0,12–0,21 м). Темпы повышения ГСУМ за 2006-2015 годы на 3,6 мм/год (3,1–4,1 мм/год, *весьма вероятный* диапазон) являются беспрецедентными за последнее столетие (*высокая степень достоверности*) и примерно в 2,5 раза превышают темпы роста за 1901-1990 годы - на 1,4 мм/год (0,8–2,0 мм/год, *весьма вероятный* диапазон). Суммарный вклад ледниковых покровов и ледников за период 2006-2015 годов является доминирующим источником повышения уровня моря (1,8 мм/год, *весьма вероятный* диапазон 1,7–1,9 мм/год), превышая эффект теплового расширения вод океанов (1,4 мм/год, *весьма вероятный* диапазон 1,1–1,7 мм/год)²² (*весьма высокая степень достоверности*). Основной причиной повышения глобального среднего уровня моря с 1970-х годов является антропогенное воздействие (*высокая степень достоверности*). {4.2.1, 4.2.2, рисунок РП.1}
- А.3.2  Повышение уровня моря ускорилось (*весьма вероятно*) в результате совокупной убыли массы льда Гренландского и Антарктического ледниковых покровов (*весьма высокая степень достоверности*). Потери массы Антарктического ледникового покрова за период 2007-2016 годов утроились по сравнению с периодом 1997-2006 годов. В Гренландии потеря массы льда за тот же период удвоилась (*вероятно, средняя степень достоверности*). {3.3.1; рисунки РП.1, РП.2; РП А1.1}
- А.3.3  Ускорение растекания и деградации льдов Антарктике, которое потенциально может привести к повышению уровня моря на несколько метров в течение грядущих столетий, наблюдается в бассейне моря Амундсена в западной части Антарктики и на Земле Уилкса в Восточной Антарктике (*весьма высокая степень достоверности*). Эти изменения могут быть началом необратимой²³ неустойчивости ледникового покрова. Неопределенность, связанная с возникновением неустойчивости ледникового покрова, возникает как результат ограниченных наблюдений, неадекватного модельного представления процессов ледникового покрова и недостаточного понимания сложных процессов взаимодействия между атмосферой, океаном и ледниковым покровом. {3.3.1, перекрестная вставка 8 в главе 3, 4.2.3}
- А.3.4  Повышение уровня моря не является равномерно распределенным в мировом масштабе и варьирует на региональном уровне. Региональные различия в пределах ± 30 % от повышения глобального среднего уровня моря обусловлены убылью материкового льда и изменениями в потеплении океанов и их циркуляции. Различия от глобального среднего значения могут быть больше в районах быстрого вертикального перемещения земляных масс, в том числе в результате деятельности человека

²¹ Атлантическая меридиональная опрокидывающаяся циркуляция (АМОЦ) является основной системой течений в Южном и Северном Атлантическом океанах (приложение I: Глоссарий).

²² Общая скорость повышения уровня моря превышает суммарный вклад криосферы и океана из-за неопределенностей в оценке запасов наземных вод.

²³ Временной масштаб восстановления составляет от столетий до тысячелетий (Приложение I: Глоссарий).

на локальном уровне (например, забор грунтовых вод). (*высокая степень достоверности*) {4.2.2, 5.2.2, 6.2.2, 6.3.1, 6.8.2, рисунок РП.2}

- A.3.5  Экстремальные высоты волн, которые способствуют явлениям экстремальных уровней моря, прибрежной эрозии и наводнениям, увеличивались в южной и северной частях Атлантического океана примерно на 1,0 см/год и 0,8 см/год соответственно за период 1985-2018 гг. (*средняя степень достоверности*). Убыль морского льда в Арктике также увеличила высоты волн за период 1992-2014 годов (*средняя степень достоверности*) {4.2.2, 6.2, 6.3, 6.8, вставка 6.1}

- A.3.6  Антропогенное изменение климата привело к увеличению наблюдаемых атмосферных осадков (*средняя степень достоверности*), ветров (*низкая степень достоверности*) и явлений экстремальных уровней моря (*высокая степень достоверности*), связанных с некоторыми тропическими циклонами, что привело к увеличению интенсивности многочисленных экстремальных явлений и связанных с ними каскадирующих воздействий (*высокая степень достоверности*). Антропогенное изменение климата могло способствовать смещению в направлении полюсов тропических циклонов максимальной интенсивности в северо-западной части Тихого океана за последние десятилетия, связанному с антропогенно-обусловленным тропическим расширением (*низкая степень достоверности*). Появляются новые данные об увеличении за последние десятилетия ежегодной глобальной доли тропических циклонов категории 4 или 5 (*низкая степень достоверности*). {6.2, таблица 6.2, 6.3, 6.8, вставка 6.1}

Наблюдаемые воздействия на экосистемы

- A.4 Криосферные и связанные с ними гидрологические изменения оказали воздействие на наземные и пресноводные виды и экосистемы в высокогорных и полярных регионах в результате появления земель, ранее покрытых льдом, изменения снежного покрова и таяния многолетней мерзлоты. Эти изменения способствовали изменению сезонной активности, численности и распределения видов растений и животных, имеющих важное значение в экологическом, культурном и экономическом отношениях, нарушению экологического баланса и функционирования экосистем. (*высокая степень достоверности*) {2.3.2, 2.3.3, 3.4.1, 3.4.3, вставка 3.4, рисунок РП.2}

- A.4.1  За последнее столетие некоторые виды растений и животных увеличились в численности, изменили свои ареалы обитания и обосновались в новых районах по мере того, как отступали ледники и удлинялся бесснежный сезон (*высокая степень достоверности*). Наряду с потеплением эти изменения привели к локальным увеличениям числа видов в высокогорных районах, поскольку виды с более низких участков склонов мигрируют вверх по склонам (*весьма высокая степень достоверности*). Численность некоторых видов, адаптированных к холодным условиям или зависящих от снега, сократилась, что повышает риск их вымирания, особенно на горных вершинах (*высокая степень достоверности*). В полярных и горных регионах многие виды изменили сезонную активность, особенно в конце зимы и весной (*высокая степень достоверности*). {2.3.3, вставка 3.4}

- A.4.2  Усиление лесных пожаров и резкое таяние многолетней мерзлоты, а также изменения в арктической и горной гидрологии привели к изменению повторяемости и интенсивности нарушений равновесия в экологической сфере (*высокая степень достоверности*). Это включало положительные и отрицательные воздействия на растительность и представителей дикой природы, таких как северный олень и лосось (*высокая степень достоверности*). {2.3.3, 3.4.1, 3.4.3}

- A.4.3  По территории всей тундры спутниковые наблюдения показывают общее озеленение, часто свидетельствующее о повышении продуктивности растений (*высокая степень достоверности*). Некоторые зоны потемнения в тундре и бореальных лесах свидетельствуют о снижении продуктивности (*высокая степень достоверности*). Эти изменения негативно сказались на предоставлении экосистемных услуг, связанных с их регулированием и культурой предоставления, а также на некоторых временных позитивных последствиях для предоставления услуг как в высокогорных (*средняя степень достоверности*), так и в полярных регионах (*высокая степень достоверности*). {2.3.1, 2.3.3, 3.4.1, 3.4.3, приложение I: Глоссарий}

- A.5 Примерно с 1950 года многие морские виды различных групп претерпели изменения в географических границах распространения и сезонных жизненных циклах в процессе реагирования на потепление океанов, изменения морских льдов и биогеохимические изменения, такие как потеря кислорода, в их среде обитания (*высокая степень достоверности*). Это привело в результате к сдвигам в видовом составе, численности и продукции биомассы экосистем от экватора до полюсов. Измененные взаимодействия между видами вызвали каскадирующие воздействия на структуру и функционирование экосистем (*средняя степень достоверности*). В некоторых морских экосистемах виды подвергаются воздействию как последствий рыболовства, так и изменения климата (*средняя степень достоверности*). {3.2.3, 3.2.4, вставка 3.4, 5.2.3, 5.3, 5.4.1, рисунок РП.2}

- A.5.1  Темпы смещения среды обитания различных особей в сторону полюсов с 1950-х годов составляют 52 ± 33 км за десятилетие и 29 ± 16 км за десятилетие (*весьма вероятные диапазоны*) для организмов в эпипелагических (верхние 200 м от поверхности моря) и донных экосистемах соответственно. Скорость и направление наблюдаемых сдвигов в распространении определяются градиентами локальной температуры, кислорода и океанических течений по глубине, широте и долготе (*высокая степень достоверности*). Вызванное потеплением расширение ареалов различных видов привело к изменению структуры экосистем и их функционирования, таких как в Северной Атлантике, северо-восточной части Тихого океана и Арктике (*средняя степень достоверности*). {5.2.3, 5.3.2, 5.3.6, вставка 3.4, рисунок РП.2}

- A.5.2  За последние десятилетия чистая первичная продуктивность в Арктике увеличилась в свободных ото льда водах (*высокая степень достоверности*), а весеннее цветение океанского фитопланктона происходит раньше в начале года, реагируя на изменение морского льда и доступность питательных веществ, с различными в пространстве положительными и отрицательными последствиями для морских экосистем (*средняя степень достоверности*). В Антарктике такие изменения являются пространственно-неоднородными и связаны с быстротекущими локальными изменениями окружающей среды, включая деградацию ледников и изменение морских льдов (*средняя степень достоверности*). Изменения в сезонных жизненных циклах, продуктивности и распространении некоторых видов арктического зоопланктона и сдвиг к югу распределения популяции антарктического криля в Южной Атлантике связаны с изменениями окружающей среды, обусловленными климатом (*средняя степень достоверности*). В полярных регионах связанные со льдом морские млекопитающие и морские птицы испытали сокращение среды обитания, связанное с изменениями морских льдов (*высокая степень достоверности*), и воздействие на успешность кормодобывания из-за воздействия климата на распределение пищевых объектов (*средняя степень достоверности*). Каскадирующее воздействие множества факторов, связанных с климатом, на полярный зоопланктон повлияло на структуру и функции пищевых цепей, биоразнообразия, а также рыболовство (*высокая степень достоверности*). {3.2.3, 3.2.4, вставка 3.4, 5.2.3, рисунок РП.2}

- A.5.3  Восточные граничные системы апвеллинга (EBUS) относятся к числу наиболее продуктивных океанских экосистем. Увеличение закисления океана и потери кислорода отрицательно влияют на две из четырех основных систем апвеллинга: Калифорнийское течение и течение Гумбольдта (*высокая степень достоверности*). Закисление океана и снижение уровня содержания кислорода в системе апвеллинга Калифорнийского течения изменили структуру экосистемы, оказав прямое негативное воздействие на продукцию биомассы и видовой состав (*средняя степень достоверности*). {вставка 5.3, рисунок РП.2}

- A.5.4  Потепление океана в XX веке и последующие годы способствовало общему снижению максимального потенциала улова (*средняя степень достоверности*), усугубляя последствия рыболовства, истощающего рыбные ресурсы (*высокая степень достоверности*). Во многих регионах сокращение запасов рыбы, моллюсков и ракообразных, вызванное прямым и косвенным воздействием глобального потепления и биогеохимических изменений, уже привело к сокращению рыбных уловов (*высокая степень достоверности*). В некоторых районах изменение условий океана способствовало расширению пригодной среды обитания и/или увеличению численности некоторых биологических видов (*высокая степень достоверности*). Эти изменения сопровождались изменением видового состава рыбных уловов с 1970-х годов во многих экосистемах (*средняя степень достоверности*). {3.2.3, 5.4.1, рисунок РП.2}

- A.6 Прибрежные экосистемы подвергаются влиянию потепления океана, включая усиление морских волн жары, закисление, потерю кислорода, интрузию солености и повышение уровня моря, в сочетании с негативными последствиями деятельности человека на океанах и суше (*высокая степень достоверности*). Воздействия уже наблюдаются на естественные среды обитания и биоразнообразие, а также на функционирование экосистем и их услуги (*высокая степень достоверности*). {4.3.2, 4.3.3, 5.3, 5.4.1, 6.4.2, рисунок РП.2}

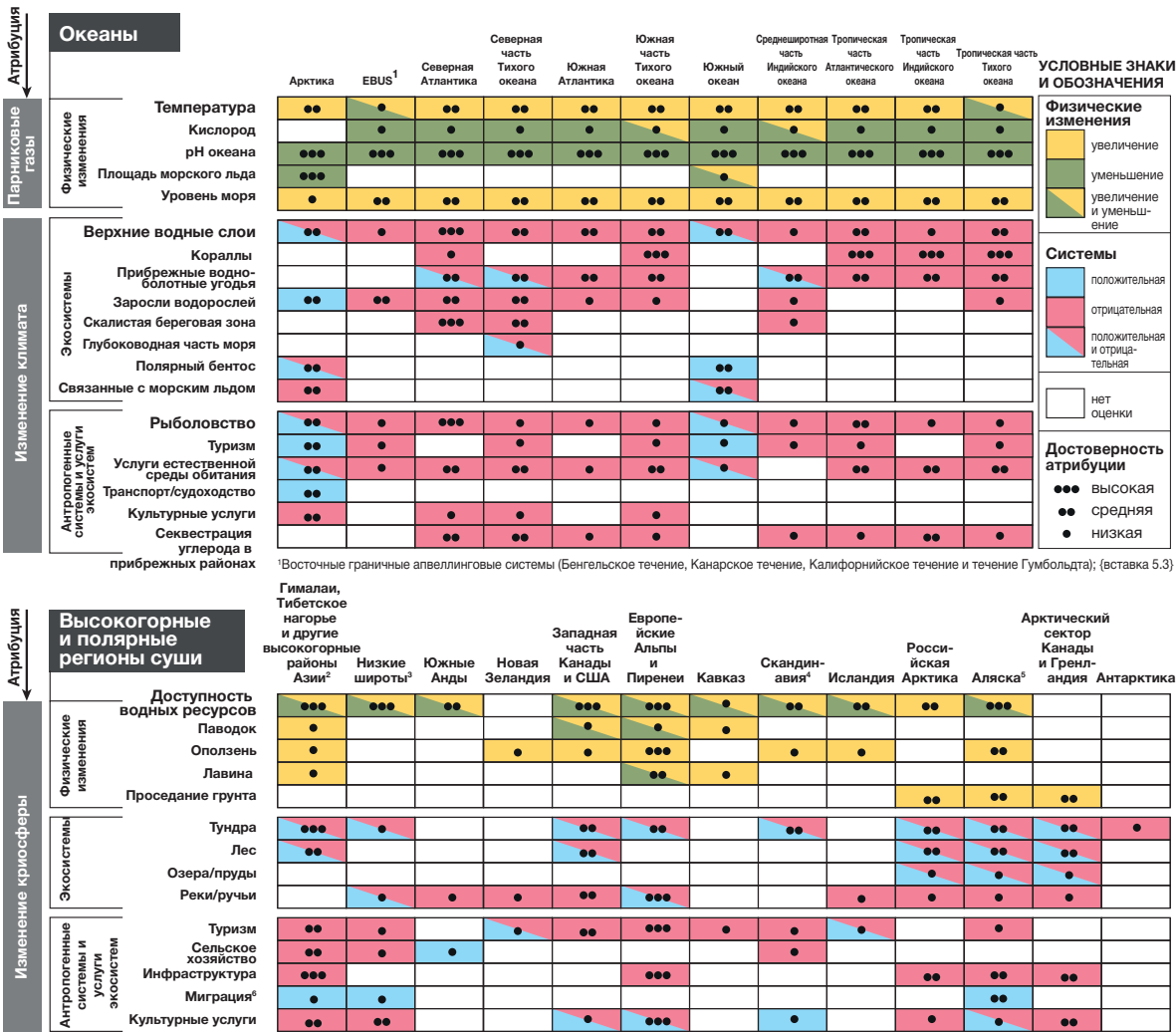
- A.6.1  Растительные прибрежные экосистемы защищают береговую линию от штормов и эрозии и помогают смягчить последствия повышения уровня моря. Почти 50 % прибрежных водно-болотных угодий были утрачены за последние 100 лет в результате комбинированного воздействия локализованных антропогенных нагрузок, повышения уровня моря, потепления и экстремальных климатических явлений (*высокая степень достоверности*). Растительные прибрежные экосистемы являются важными хранилищами запасов углерода; их убыль влечет за собой текущий выброс в объеме 0,04–1,46 ГтС/год (*средняя степень достоверности*). В результате потепления ареалы распространения морских травянистых лугов и зарослей водорослей расширяются в высоких широтах и сокращаются в низких широтах с конца 1970-х годов (*высокая степень достоверности*), а в некоторых районах эпизодические потери происходят после волн жары (*средняя степень достоверности*). Крупномасштабная гибель мангровых лесов, связанная с потеплением с 1960-х годов, была частично компенсирована их вторжением в субтропические соленые болота в результате повышения температуры, что привело к утрате территорий на открытых местах с травянистыми растениями, которые обеспечивают пищу и среду обитания для зависимой фауны (*высокая степень достоверности*). {4.3.3, 5.3.2, 5.3.6, 5.4.1, 5.5.1, рисунок РП.2}

- A.6.2  Повышенная интрузия морской воды в эстуариях в связи с повышением уровня моря привела к перераспределению морских биологических видов вверх по течению (*средняя степень достоверности*) и сокращению пригодных местообитаний для сообществ эстуариев (*средняя степень достоверности*). Повышенные нагрузки по биогенным и органическим веществам в устьях рек с 1970-х годов в результате интенсивного развития человеческого общества и давления на речные системы усугубили стимулирующее воздействие потепления океана на дыхание бактерий, что привело к расширению границ областей с низким содержанием кислорода (*высокая степень достоверности*). {5.3.1}

- A.6.3  Воздействие повышения уровня моря на прибрежные экосистемы включает сокращение естественных ареалов обитания, географический сдвиг сопутствующих биологических видов и утрату биоразнообразия и функциональности экосистем. Воздействия усугубляются прямыми антропогенными воздействиями, а также там, где барьеры, вызванные деятельностью человека, препятствуют смещению прибрежных соленых болот и мангровых зарослей в сторону суши (так называемое прибрежное сжатие) (*высокая степень достоверности*). В зависимости от местной геоморфологии и поступления отложений, марши и мангровые заросли могут расти вертикально со скоростью, равной или превышающей текущее повышение среднего уровня моря (*высокая степень достоверности*). {4.3.2, 4.3.3, 5.3.2, 5.3.7, 5.4.1}

- A.6.4  Тепловодные коралловые рифы и скалистые берега, на которых преобладают неподвижные кальцинирующие организмы (к примеру, образующие раковины и скелеты), такие как кораллы, обрастатели и мидии, в настоящее время подвержены воздействиям экстремальных температур и закисления океана (*высокая степень достоверности*). Морские волны жары уже привели к крупномасштабным событиям обесцвечивания кораллов с возрастающей частотой (*весьма высокая степень достоверности*), вызывающим деградацию рифов по всему миру с 1997 года, а процесс восстановления идет медленно (более 15 лет), если он происходит (*высокая степень достоверности*). Длительные периоды высокой температуры окружающей среды и обезвоживания организмов представляют высокий риск для экосистем скалистой береговой зоны (*высокая степень достоверности*). {РП1.5; 5.3.4, 5.3.5, 6.4.2.1, рисунок РП.2}

Наблюдаемые региональные воздействия от изменений в океанах и криосфере



¹Восточные граничные апвеллинговые системы (Бенгельское течение, Канарское течение, Калифорнийское течение и течение Гумбольдта); (вставка 5.3)

²включая Гиндукуш, Каракорам, Хандуань-Шань и Тянь-Шань; ³тропическую часть Анд, Мексику, Восточную Африку и Индонезию; ⁴включает Финляндию, Норвегию и Швецию; ⁵включает прилегающие территории Юкона и Британскую Колумбию, Канада; ⁶Миграция относится к увеличению или уменьшению нетто-потока миграции, а не к благоприятному/неблагоприятному ее значению.

Рисунок РП.2. | Сводное наблюдение региональных опасных явлений и воздействий на океанах²⁴ (вверху) и в высокогорных и полярных районах суши (ниже), оцененных в СДОКК. Для каждого региона показаны физические изменения, воздействия на ключевые экосистемы и воздействие на антропогенные системы, а также экосистемные функции и услуги. Для физических изменений желтый/зеленый цвет отображает соответственно увеличение/уменьшение количества или повторяемости измеряемой переменной. Что касается воздействий на экосистемы, антропогенные системы и экосистемные услуги, синим или красным цветом показано, является ли наблюдаемое воздействие положительным (благоприятным) или отрицательным (неблагоприятным) соответственно для данной системы или услуги. Ячейки, заданные как «увеличение и уменьшение», указывают на то, что в пределах этого региона обнаруживаются как увеличение, так и уменьшение физических изменений, но не обязательно равнозначные; то же самое относится и к ячейкам, представляющим «положительные и отрицательные» объясняемые воздействия. Для океанских регионов степень достоверности означает уверенность в отношении наблюдаемых изменений к изменениям в воздействии парниковых газов на физические изменения и к изменению климата - для экосистем, антропогенных систем и экосистемных услуг. Для высокогорных и полярных регионов суши показана степень достоверности отнесения физических изменений и воздействий, по крайней мере, частично к изменению криосферы. Отсутствие оценки означает «неприменимо», «не оценивается в региональном масштабе» или «доказательств недостаточно для оценки». Физические изменения в океане определяются как «изменение температуры в слое «0-700 м океана», за исключением Южного океана (0-2 000 м) и Северного Ледовитого океана (верхний перемешанный слой и основные приточные воды); кислород в слое 0-1 200 м или водный слой с минимальным содержанием кислорода; pH океана как поверхностный pH (уменьшение pH соответствует увеличению закисления океана). Экосистемы в океане: «кораллы» относятся к тепловодным коралловым рифам и холодноводным кораллам. Категория «толща верхних слоев океана» относится к эпипелагической зоне для всех районов океана, за исключением полярных регионов, где воздействия на некоторые пелагические организмы в открытой воде глубже, чем верхние 200 м, были включены. Прибрежные водно-болотные угодья включают солончаки, мангровые заросли и морские луга. Заросли водорослей являются ареалом определенной группы макроводорослей. Скалистые береговые зоны являются естественными средами обитания, в которых преобладают неподвижные кальцинирующие организмы, такие как мидии и обрастатели. Глубоководные слои являются средой обитания придонных сообществ на глубине 3 000-6 000 м.

²⁴ Окраинные моря не оценивались по отдельности в качестве океанских регионов в настоящем отчете.

Рисунок РП.2 (continued): Морской лед содержит ассоциируемые с ним экосистемы, обитающие как в морском льде, так и рядом с ним. Услуги местообитания подразумевают поддерживающие структуры и услуги (например, среда обитания, биоразнообразие, первичная продуктивность). Секвестрация углерода означает поглощение и хранение углерода прибрежными экосистемами «голубого углерода». Экосистемы на суше: тундровая зона относится к тундре и альпийским лугам и включает наземные антарктические экосистемы. Информация о миграции означает увеличение или уменьшение нетто-миграции, а не оценку ее благоприятности/неблагоприятности. Воздействие на туризм относится к условиям функционирования туристического сектора. Культурные услуги предусматривают культурную идентичность, чувство возвращения домой и духовные, внутренние и эстетические ценности, а также вклад ледниковой археологии. Основная информация приводится для регионов суши в таблицах ДМ2.6, ДМ2.7, ДМ2.8, ДМ3.8, ДМ3.9 и ДМ3.10, а для океанских регионов в таблицах ДМ5.10, ДМ5.11, ДМ3.8, ДМ3.9 и ДМ3.10 {2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7, рисунок 2.1, 3.2.1; 3.2.3; 3.2.4; 3.3.3; 3.4.1; 3.4.3; 3.5.2; вставка 3.4, 4.2.2, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.3, 5.4, 5.6, рисунок 5.24, вставка 5.3}

Наблюдаемые воздействия на людей и экосистемные услуги

A.7 С середины XX века сокращение криосферы в арктических и высокогорных районах привело к преимущественно негативным последствиям для продовольственной безопасности, водных ресурсов, качества воды, средств к существованию, здоровья и благополучия, инфраструктуры, транспорта, туризма и отдыха, а также культуры человеческого общества, особенно для коренных народов (высокая степень достоверности). Затраты и выгоды были неравномерно распределены между населением и регионами. Усилия по адаптации выиграли от включения знаний коренных народов и местных знаний (высокая степень достоверности). {1.1, 1.5, 1.6.2, 2.3, 2.4, 3.4, 3.5, рисунок РП.2}

A.7.1  На продовольственную и водную безопасность негативно влияют изменения снежного покрова, озерного и речного льда и многолетней мерзлоты во многих арктических регионах (высокая степень достоверности). Эти изменения нарушили доступ к пастбищам, охоте, рыболовству и собирательству, а также доступность продовольствия в этих районах, что нанесло ущерб средствам к существованию и культурной самобытности жителей Арктики, включая коренное население (высокая степень достоверности). Деградация ледников и изменение снежного покрова способствовали локальному снижению урожайности сельскохозяйственных культур в некоторых высокогорных регионах, включая Гиндукуш в Гималаях и тропические Анды (средняя степень достоверности). {2.3.1, 2.3.7, вставка 2.4, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.5.2, рисунок РП.2}

A.7.2  В Арктике негативные последствия изменения криосферы для здоровья человека включают повышенный риск заболеваний, передаваемых через пищу и воду, недоедание, травмы и проблемы психического здоровья, особенно среди коренных народов (высокая степень достоверности). В некоторых высокогорных районах на качество воды влияют загрязняющие вещества, в частности ртуть, выделяющаяся в результате таяния ледников и оттаивания многолетней мерзлоты (средняя степень достоверности). Связанные со здоровьем усилия по адаптации в Арктике варьируют от местных до международных масштабов, и успехи подкрепляются знаниями коренных народов (высокая степень достоверности) {1.8, перекрестная вставка 4 в главе 1, 2.3.1, 3.4.3}

A.7.3  Жители Арктики, особенно коренные народы, скорректировали распределение по времени жизнедеятельности для реагирования на изменения сезонности и безопасности сухопутных, ледовых и снежных условий передвижения. Муниципальные образования и отрасли хозяйственной деятельности приступают к устранению инфраструктурных сбоев, связанных с наводнениями и оттаиванием многолетней мерзлоты, а некоторые прибрежные общины планируют переселение (высокая степень достоверности). Ограниченные уровни финансирования, профессионализма, производственных возможностей и институциональной поддержки для полноценного участия в процессах планирования создают проблемы для адаптации (высокая степень достоверности). {3.5.2, 3.5.4, перекрестная вставка 9}

A.7.4  Летние арктические судовые перевозки (включая туризм) увеличились за последние два десятилетия одновременно с сокращением распространения морских льдов (высокая степень достоверности). Это имеет последствия для глобальной торговли и экономики, связанных с традиционными судоходными путями, и создает риски для арктических морских экосистем и прибрежных сообществ (высокая степень достоверности), такие как инвазивные виды и локальное загрязнение. {3.2.1, 3.2.4, 3.5.4, 5.4.2, рисунок РП.2}

A.7.5  В последние десятилетия возросла подверженность людей и инфраструктуры природным опасным явлениям в связи с ростом населения, туризма и социально-экономического развития (высокая степень достоверности). Некоторые бедствия были связаны с изменениями в криосфере, например, в Андах, высокогорных районах Азии, на Кавказе и в Европейских Альпах (средняя степень достоверности). {2.3.2, рисунок РП.2}

A.7.6  Изменения в снежном покрове и ледниках изменили количество и сезонность стока и водных ресурсов в бассейнах рек, где преобладают снега и ледники (весьма высокая

степень достоверности). Гидроэнергетические объекты столкнулись с изменениями в сезонности и как с увеличением, так и с уменьшением поступления воды из высокогорных районов, например, в Центральной Европе, Исландии, западной части США/Канаде и тропических Андах (средняя степень достоверности). Вместе с тем, имеются лишь ограниченные данные о результирующих воздействиях на производственную деятельность и выработку электроэнергии. {B1.4, 2.3.1}

- A.7.7    На эстетические и культурные аспекты высокогорий отрицательно повлияла убыль ледников и снежного покрова (например, в Гималаях, Восточной Африке, тропических Андах) (средняя степень достоверности). Туризм и рекреация, включая лыжный и ледниковый туризм, пешие походы и альпинизм, также подверглись негативному воздействию во многих горных регионах (средняя степень достоверности). В ряде местностей искусственное оснежение снизило отрицательные воздействия на лыжный туризм (средняя степень достоверности). {2.3.5, 2.3.6, рисунок РП.2}

- A.8 Изменения в океане оказывают воздействие на морские экосистемы и экосистемные услуги с различными региональными последствиями, создавая проблемы для управления ими (высокая степень достоверности). Как позитивные, так и отрицательные воздействия на продовольственную безопасность оказывают рыболовство (средняя степень достоверности), традиции местной культуры и средства к существованию (средняя степень достоверности), а также туризм и отдых (средняя степень достоверности). Воздействия на экосистемные услуги имеют негативные последствия для здоровья и благосостояния (средняя степень достоверности), а также для коренных народов и местных общин, зависящих от рыболовства (высокая степень достоверности). {1.1, 1.5, 3.2.1, 5.4.1, 5.4.2, рисунок РП.2}

- A.8.1   Вызванные потеплением изменения в пространственном распределении и численности некоторых запасов рыбы и моллюсков имели положительные и отрицательные последствия для уловов, экономических выгод, средств к существованию и местной культуры (высокая степень достоверности). Существуют негативные последствия для коренных народов и местных общин, которые зависят от рыболовства (высокая степень достоверности). Изменения в распределении и численности биологических видов поставили под сомнение международные и национальные организационно-правовые основы управления океанами и рыболовством, в том числе в Арктике, Северной Атлантике и Тихом океане, с точки зрения регулирования рыболовства в целях обеспечения целостности экосистем и распределения ресурсов между промысловыми субъектами (высокая степень достоверности). {3.2.4, 3.5.3, 5.4.2, 5.5.2, рисунок РП.2}

- A.8.2   Вредоносное цветение водорослей демонстрирует расширение диапазона и увеличение повторяемости в прибрежных районах с 1980-х годов как реакцию на климатические и неклиматические факторы, такие как увеличение речного стока питательных веществ (высокая степень достоверности). Наблюдаемые тенденции во вредоносном цветении водорослей частично объясняются последствиями потепления океана, морских волн жары, потери кислорода, эвтрофикации и загрязнения (высокая степень достоверности). Вредоносное цветение водорослей оказывает негативные воздействия на продовольственную безопасность, туризм, местную экономику и здоровье человека (высокая степень достоверности). Человеческие сообщества, которые более уязвимы к этим биологическим угрозам, находятся в районах без устойчивых программ мониторинга и специальных систем раннего предупреждения о вредном цветении водорослей (средняя степень достоверности). {вставка 5.4, 5.4.2, 6.4.2}

- A.9 Прибрежные сообщества подвержены многочисленным климатическим опасностям, включая тропические циклоны, экстремальные уровни моря и наводнения, морские волны жары, убыль морского льда и таяние многолетней мерзлоты (высокая степень достоверности). Во всем мире были приняты различные меры реагирования, главным образом, после экстремальных событий, но некоторые из них также и в ожидании будущего повышения уровня моря, например, в случае крупной инфраструктуры. {3.2.4, 3.4.3, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.4.2, 5.4.2, 6.2, 6.4.2, 6.8, вставка 6.1, перекрестная вставка 9, рисунок РП.5}

- A.9.1   В большинстве районов по-прежнему трудно объяснить нынешние воздействия на людей в прибрежных зонах повышением уровня моря, поскольку эти воздействия усугубляются антропогенными неклиматическими факторами, такими как проседание грунта (например, при заборе подземных вод), загрязнение, деградация среды обитания, разработка рифов и песка (высокая степень достоверности). {4.3.2., 4.3.3}

- A.9.2   Защита побережья посредством жестких мер, таких как насыпи, дамбы и берегозащитные сооружения, широко распространена во многих прибрежных городах и устьях рек. Экосистемные и гибридные подходы, сочетающие экосистемы и построенную инфраструктуру, становятся все более популярными во всем мире. Прогресс в освоении прибрежной зоны, который

относится к созданию новых земельных участков для освоения путем строительства морских сооружений (например, приращение суши), имеет длительную историю в большинстве районов, в которых проживает компактное прибрежное население и наблюдается нехватка земли. Отступление береговой линии, которое связано с прекращением проживания людей в прибрежных районах, также наблюдается, но обычно ограничивается небольшими поселениями людей или производится для создания прибрежных водно-болотных угодий. Эффективность мер реагирования на повышение уровня моря оценивается на рисунке РП.5. {3.5.3, 4.3.3, 4.4.2, 6.3.3, 6.9.1, перекрестная вставка 9}

РП.В Проекция Изменений и Рисков

Проекция физических изменений²⁵

В.1 Согласно проекциям в ближайшей перспективе (2031-2050 годы) в связи с повышением температуры приземного воздуха (*высокая степень достоверности*) продолжится убыль массы ледников в глобальном масштабе, оттаивание многолетней мерзлоты, а также сокращение снежного покрова и площади распространения арктического морского льда с неизбежными последствиями для речного стока и локальных опасных явлений (*высокая степень достоверности*). Гренландский и Антарктический ледниковые покровы, согласно проекциям, будут терять массу с возрастающей скоростью в течение XXI века и в последующие годы (*высокая степень достоверности*). Темпы и масштабы этих криосферных изменений, согласно проекциям, еще больше возрастут во второй половине XXI века в сценарии с высокими уровнями выбросов парниковых газов (*высокая степень достоверности*). Согласно проекциям значительные сокращения выбросов парниковых газов в ближайшие десятилетия приведут к сокращению дальнейших изменений после 2050 года (*высокая степень достоверности*). {2.2, 2.3, перекрестная вставка 6 в главе 2, 3.3, 3.4, рисунок РП.1, вставка РП.1}

В.1.1  Согласно проекциям сокращение массы ледников в период с 2015 по 2100 годы (за исключением ледниковых покровов) составит от 18 ± 7 % (*вероятный диапазон*) для РТК2.6 до 36 ± 11 % (*вероятный диапазон*) для РТК8.5, что эквивалентно вкладу в уровень моря в размере 94 ± 25 мм (*вероятный диапазон*) для РТК2.6 и 200 ± 44 мм (*вероятный диапазон*) для РТК8.5 (*средняя степень достоверности*). Регионы с преимущественно небольшими ледниками (например, Центральная Европа, Кавказ, Северная Азия, Скандинавия, тропические Анды, Мексика, Восточная Африка и Индонезия), согласно проекциям, потеряют более 80 % их нынешней ледовой массы к 2100 году в соответствии с РТК8.5 (*средняя степень достоверности*), а многие ледники исчезнут независимо от будущих выбросов (*весьма высокая степень достоверности*). {перекрестная вставка 6 в главе 2, рисунок РП.1}

В.1.2  В 2100 году вклад Гренландского ледникового покрова в повышение ГСУМ по оценкам составит 0,07 м (0,04–0,12 м, *вероятный диапазон*) при РТК2.6 и 0,15 м (0,08–0,27 м, *вероятный диапазон*) при РТК8.5. Согласно проекциям в 2100 году вклад Антарктического ледникового покрова составит 0,04 м (0,01–0,11 м, *вероятный диапазон*) при РТК2.6 и 0,12 м (0,03–0,28 м, *вероятный диапазон*) при РТК8.5. Гренландский ледниковый покров в настоящее время вносит больше в повышение уровня моря, чем Антарктический ледниковый покров (*высокая степень достоверности*), но вклад Антарктики может стать более крупным к концу XXI века в результате быстрой деградации ледовой массы (*низкая степень достоверности*). После 2100 года увеличение расхождения между относительными вкладами Гренландии и Антарктики в повышение ГСУМ в соответствии с РТК8.5 имеет важные последствия для темпов относительного повышения уровня моря в Северном полушарии. {3.3.1, 4.2.3, 4.2.5, 4.3.3, перекрестная ссылка 8 в главе 3, рисунок РП.1}

В.1.3  Арктический осенний и весенний снежный покров согласно проекциям сократится на 5-10 % по сравнению с 1986-2005 годами в ближайшем будущем (2031-2050 годы), после чего не будет дальнейших потерь при РТК2.6, однако к концу века будет дополнительно потеряно 15-25 % при РТК8.5 (*высокая степень достоверности*). В высокогорных районах, по оценкам, снижение средней высоты снежного покрова на низких высотах по сравнению с 1986-2005 годами, *вероятно*, составит 10-40 % к 2031-2050 годам независимо от сценария выбросов (*высокая степень достоверности*). Для 2081-2100 годов это снижение согласно проекциям, *вероятно*, составит 10-40 % для РТК2.6 и 50-90 % для РТК8.5. {2.2.2, 3.3.2, 3.4.2, рисунок РП.1}

²⁵ В настоящем докладе в основном используются РТК2.6 и РТК8.5 по следующим причинам: эти сценарии в основном представляют собой оценочный диапазон для тем, охватываемых в настоящем докладе; они в основном представляют то, что рассматривается в оценочной литературе на основе ПССМ5; они позволяют последовательно описывать проекции изменений. РТК4.5 и РТК6.0 доступны не для всех тем, рассматриваемых в отчете. {вставка РП.1}

- B.1.4**  Согласно проекциям в этом столетии и в последующие годы ожидается широко распространенное оттаивание многолетней мерзлоты (*весьма высокая степень достоверности*). К 2100 году, согласно проекциям, приповерхностная (в пределах 3–4 м) площадь многолетней мерзлоты уменьшится на 24 ± 16 % (*вероятный диапазон*) для РТК2.6 и 69 ± 20 % (*вероятный диапазон*) для РТК8.5. Сценарий РТК8.5 приводит к кумулятивному выбросу в атмосферу десятков-сотен миллиардов тонн (ГтС) углерода из многолетней мерзлоты в виде CO_2^{26} и метана к 2100 году с потенциальной возможностью усугубления изменения климата (*средняя степень достоверности*). Сценарии более низких выбросов ослабляют реакцию выбросов углерода из региона многолетней мерзлоты (*высокая степень достоверности*). Метан вносит небольшую долю в суммарное дополнительное высвобождение углерода, однако является существенным из-за его более высокого потенциала потепления. Увеличение роста растений, по оценкам, частично пополнит углерод в почве, однако не будет соответствовать его высвобождению в долгосрочной перспективе (*средняя степень достоверности*). {2.2.4, 3.4.2, 3.4.3, рисунок РП.1, перекрестная вставка 5 в главе 1}
- B.1.5**  Во многих высокогорных районах деградация ледников и оттаивание многолетней мерзлоты, согласно перспективным оценкам, приведут к дальнейшему понижению устойчивости горных склонов, а число и площадь ледниковых озер будут продолжать увеличиваться (*высокая степень достоверности*). Паводки, вызванные внезапными выбросами воды из ледниковых озер или после выпадения дождевых осадков на снежный покров, оползнями и снежными лавинами, согласно проекциям, будут происходить также в новых местах и в разные сезоны (*высокая степень достоверности*). {2.3.2}
- B.1.6**  Согласно проекциям будет происходить изменение речного стока в высокогорных бассейнах с преобладанием снега или ледников, независимо от сценария выбросов (*весьма высокая степень достоверности*), с увеличением среднего зимнего стока (*высокая степень достоверности*) и более ранних весенних пиков (*весьма высокая степень достоверности*). В соответствии со всеми сценариями выбросов, по оценкам, среднегодовой и летний стоки с ледников достигнут своих максимальных значений в конце XXI века или ранее (*высокая степень достоверности*), например, приблизительно в середине столетия в высокогорных районах Азии с последующим снижением стока с ледников. В регионах с небольшим ледовым покровом (например, тропические районы Анд, Европейские Альпы) большая часть ледников уже прошла этот пик (*высокая степень достоверности*). Согласно перспективным оценкам снижение ледникового стока к 2100 году (РТК8.5) может привести к сокращению бассейнового стока на 10 % или более по крайней мере за один месяц сезона таяния в нескольких крупных речных бассейнах, особенно в высокогорных районах Азии в сухой сезон (*низкая степень достоверности*). {2.3.1}
- B.1.7**  Убыль арктических морских льдов, согласно проекциям, продолжится до середины столетия, с последующими различиями в зависимости от величины глобального потепления: для стабилизированного глобального потепления на $1,5^\circ\text{C}$ годовая вероятность свободного ото льда моря в сентябре к концу века составит приблизительно 1 %, что возрастает до 10–35 % для стабилизированного глобального потепления на 2°C (*высокая степень достоверности*). Существует *низкая степень достоверности* проекций относительно антарктического морского льда. {3.2.2, рисунок РП.1}
- B.2** В течение XXI века проекции указывают на переход океана к не имеющим аналогов условиям с повышенными температурами (*практически достоверно*), большей стратификацией верхних слоев океана (*весьма вероятно*), дальнейшим закислением (*практически достоверно*), снижением содержания кислорода (*средняя степень достоверности*) и изменением чистой первичной продуктивности (*низкая степень достоверности*). Согласно проекциям морские волны жары (*весьма высокая степень достоверности*) и экстремальные явления Эль-Ниньо и Ла-Нинья (*средняя степень достоверности*) станут более частыми. Прогнозируется ослабление Атлантической меридиональной опрокидывающейся циркуляции (АМОЦ) (*весьма вероятно*). Темпы и масштабы этих изменений будут меньше в сценариях с низкими уровнями выбросов парниковых газов (*весьма вероятно*). {3.2; 5.2; 6.4; 6.5; 6.7; вставка 5.1; рисунок РП.1, РП.3}
- B.2.1**  Океан будет продолжать нагреваться на протяжении всего XXI века (*практически достоверно*). Согласно проекциям, к 2100 году верхние слои океана глубиной до 2 000 м поглотят в 5–7 раз больше тепла при РТК8.5 (или в 2–4 раза больше при РТК2.6), чем наблюдаемое аккумулированное поглощение тепла океаном с 1970 года (*весьма вероятно*). Согласно проекциям

²⁶ Для контекста, общие ежегодные антропогенные выбросы CO_2 составили в среднем $10,8 \pm 0,8$ ГтС/год ($39,6 \pm 2,9$ Гт CO_2 /год) за период 2008–2017 годов. Суммарные годовые антропогенные выбросы метана составили $0,35 \pm 0,01$ Гт CH_4 /год в среднем за период 2003–2012 годов {5.5.1}

среднегодовая стратификация плотности¹⁹ верхних 200 м водных слоев, усредненная между 60°ю.ш. и 60°с.ш., увеличится на 12-30 % для РТК8.5 и 1-9 % для РТК2.6 в 2081-2100 годах по сравнению с 1986-2005 годами (*весьма вероятно*), ограничивая вертикальные потоки питательных веществ, углерода и кислорода. {5.2.2, рисунок РП.1}

V.2.2  К 2081-2100 годам в соответствии с РТК8.5 содержание кислорода в океане (*средняя степень достоверности*), содержание нитратов в верхних слоях океана (*средняя степень достоверности*), чистая первичная продуктивность (*низкая степень достоверности*) и экспорт углерода (*средняя степень достоверности*), согласно перспективным оценкам, снизятся в глобальном масштабе в *весьма вероятных* пределах на 3-4 %, 9-14 %, 4-11 % и 9-16 % соответственно по сравнению с периодом 2006-2015 годов. В условиях РТК2.6 проекции показывают уменьшение глобального изменения к 2081-2100 годам по сравнению с РТК8.5 для потери кислорода (*весьма вероятно*), наличия питательных веществ (*примерно так же вероятно, как и нет*) и чистой первичной продуктивности (*высокая степень достоверности*). {5.2.2; вставка 5.1; рисунки РП.1, .3}

V.2.3  Продолжающееся поглощение углерода океаном к 2100 году *практически достоверно* усилит закисление океана. pH поверхности открытого океана, согласно проекциям, снизится примерно на 0,3 единицы pH к 2081-2100 годам по сравнению с периодом 2006-2015 годов в соответствии с РТК8.5 (*практически достоверно*). При РТК8.5 существуют повышенные риски для ключевых видов арагонита, образующих раковины, из-за пересечения порогов устойчивости арагонита на протяжении всего года в полярных и субполярных океанских водах к 2081-2100 годам (*весьма вероятно*). При РТК2.6 эти условия будут устранены в этом столетии (*весьма вероятно*), но некоторые восточные граничные апвеллинговые системы, согласно перспективным оценкам, останутся уязвимыми (*высокая степень достоверности*). {3.2.3, 5.2.2, вставка 5.1, вставка 5.3, рисунок РП.1}

V.2.4  Климатические условия, беспрецедентные с доиндустриальных времен, развиваются в океане, повышая риски для экосистем открытого океана. Закисление и потепление поверхностного слоя океана уже проявились в исторический период (*весьма вероятно*). Согласно проекциям убыль кислорода в слое на глубине от 100 до 600 м выявится на 59-80 % площади океана к 2031-2050 годам в соответствии с РТК8.5 (*весьма вероятно*). Прогнозируемое время появления всех пяти основных факторов изменения морской экосистемы (потепление и закисление поверхности, убыль кислорода, изменение содержания нитратов и чистой первичной продуктивности) - до 2100 года для более чем 60 % площади океана в соответствии с РТК8.5 и более 30 % в соответствии с РТК2.6 (*весьма вероятно*). {приложение I: Глоссарий, вставка 5.1, вставка 5.1, рисунок 1}

V.2.5  Согласно проекциям повторяемость, продолжительность, пространственная протяженность и интенсивность (максимальная температура) для морских волн жары еще более возрастут (*весьма высокая степень достоверности*). Климатические модели указывают на рост повторяемости морских волн жары к периоду 2081-2100 годов по сравнению с 1850-1900 годами, примерно в 50 раз при РТК8.5 и в 20 раз при РТК2.6 (*средняя степень достоверности*). Наибольшее увеличение повторяемости ожидается для арктических морей и тропических частей Мирового океана (*средняя степень достоверности*). По проекциям интенсивность морских волн жары возрастет примерно в 10 раз в соответствии с РТК8.5 к 2081-2100 годам по сравнению с 1850-1900 годами (*средняя степень достоверности*). {6.4, рисунок РП.1}

V.2.6  Согласно проекциям экстремальные явления Эль-Ниньо и Ла-Нинья, *вероятно*, будут учащаться в XXI веке и, *вероятно*, интенсифицируют существующие угрозы, связанные с более засушливыми или влажными условиями, в нескольких регионах по всему миру. Согласно проекциям экстремальные явления Эль-Ниньо будут происходить примерно в два раза чаще и при РТК2.6, и при РТК8.5, в XXI веке в сравнении с XX веком (*средняя степень достоверности*). Проекция показывает, что повторяемость экстремальных явлений в условиях Индоокеанского диполя также возрастает (*низкая степень достоверности*). {6.5; рисунки 6.5, 6.6}

V.2.7  АМОЦ, согласно проекциям, ослабнет в XXI веке при всех РТК (*весьма вероятно*), хотя резкий упадок *очень маловероятен* (*средняя степень достоверности*). Основываясь на проекциях ПССМ5, к 2300 году коллапс АМОЦ столь же *вероятен, как и не* для сценариев с высокими уровнями выбросов, и *крайне маловероятен* для сценариев с низкими уровнями выбросов (*средняя степень достоверности*). Любое существенное ослабление АМОЦ, согласно проекциям, приведет к снижению продуктивности морской среды в Северной Атлантике (*средняя степень достоверности*), увеличению числа штормов в Северной Европе (*средняя степень достоверности*), уменьшению количества летних осадков в Сахеле (*высокая степень достоверности*) и Южной Азии (*средняя степень достоверности*), уменьшению числа тропических циклонов в Атлантике (*средняя степень достоверности*) и повышению регионального уровня моря вдоль северо-восточного побережья Северной Америки (*средняя степень достоверности*). Такие изменения будут дополнительными к сигналу глобального потепления. {6.7; рисунки 6.8–6.10}

В.3 Уровень моря продолжает расти все более быстрыми темпами. Явления экстремальных уровней моря, которые исторически редки (один раз в столетие в недавнем прошлом), согласно проекциям, будут происходить часто (по крайней мере, один раз в год) во многих местах к 2050 году во всех сценариях РТК, особенно в тропических регионах (*высокая степень достоверности*). Повышение повторяемости высоких уровней воды может иметь серьезные последствия во многих местностях в зависимости от воздействия внешних факторов (*высокая степень достоверности*). Согласно проекциям, во всех сценариях РТК повышение уровня моря будет продолжаться и после 2100 года. Для сценария с высокими уровнями выбросов (РТК8.5) прогнозы повышения глобального уровня моря к 2100 году выше, чем в ОД5, в связи с большим вкладом Антарктического ледникового покрова (*средняя степень достоверности*). Согласно РТК8.5 в предстоящие столетия темпы повышения уровня моря превысят несколько сантиметров в год, что в результате приведет к его многометровому подъему (*средняя степень достоверности*), в то время как для РТК2.6 повышение уровня моря будет ограничено примерно 1 м в 2300 году (*низкая степень достоверности*). Экстремальные уровни моря и прибрежные опасные явления будут усугубляться увеличением интенсивности тропических циклонов и осадков (*высокая степень достоверности*). Проекция изменения волн и приливов варьируют локально в отношении того, усиливают или уменьшают они эти опасные явления (*средняя степень достоверности*). {перекрестная вставка 5 в главе 1; перекрестная вставка 8 в главе 3; 4.1; 4.2; 5.2.2, 6.3.1; рисунки РП.1, РП.4, РП.5}

В.3.1  Согласно проекциям повышение глобального среднего уровня моря (ГСУМ) в соответствии с РТК2.6 ожидается на уровне 0,39 м (0,26–0,53 м, *вероятный диапазон*) в период 2081–2100 годов и 0,43 м (0,29–0,59 м, *вероятный диапазон*) в 2100 году по отношению к периоду 1986–2005 годов. Для РТК8.5, соответствующее повышение ГСУМ составляет 0,71 м (0,51–0,92 м, *вероятный диапазон*) для 2081–2100 годов и 0,84 м (0,61–1,10 м, *вероятный диапазон*) в 2100 году. Проекция повышения среднего уровня моря выше на 0,1 м по сравнению с ОД5 в соответствии с РТК8.5 в 2100 году, а *вероятный диапазон* выходит за пределы 1 м в 2100 году из-за большей ожидаемой потери ледовой массы Антарктическим ледниковым покровом (*средняя степень достоверности*). Неопределенность в конце века, в основном, определяется ледниковыми покровами, особенно в Антарктике. {4.2.3; рисунки РП.1, РП.5}

В.3.2  Проекция уровня моря показывают региональные различия относительно ГСУМ. Процессы, не обусловленные недавним изменением климата, такие как локальное проседание грунта, вызванное природными процессами и деятельностью человека, имеют большое значение для относительных изменений уровня моря на побережье (*высокая степень достоверности*). Хотя относительная важность обусловленного климатом повышения уровня моря, согласно проекциям, будет возрастать с течением времени, необходимо учитывать локальные процессы для проекций и воздействий уровня моря (*высокая степень достоверности*). {РПА3.4, 4.2.1, 4.2.2, рисунок РП.5}

В.3.3  Согласно проекциям, темпы повышения глобального среднего уровня моря достигнут 15 мм в год (10–20 мм/год, *вероятный диапазон*) при РТК8.5 в 2100 году и превысят несколько сантиметров в год в XXII веке. При РТК2.6 темпы повышения, согласно проекциям, достигнут 4 мм/год (2–6 мм/год, *вероятный диапазон*) в 2100 году. Модельные исследования показывают многометровое повышение уровня моря к 2300 году (2,3–5,4 м для РТК8.5 и 0,6–1,07 м при РТК2.6) (*низкая степень достоверности*), что указывает на важность сокращения выбросов для ограничения повышения уровня моря. Процессы, контролирующие временные рамки будущей потери льда шельфовыми ледниками и масштабы нестабильности ледникового покрова, могут увеличить вклад Антарктиды в повышение уровня моря до значений, существенно превышающих *вероятный диапазон* на столетних и больших временных масштабах (*низкая степень достоверности*). Учитывая последствия повышения уровня моря, которые влекут за собой обрушение части Антарктического ледникового покрова, такой высокий риск воздействия заслуживает внимания. {перекрестная вставка 5 в главе 1, перекрестная вставка 8 в главе 3, 4.1, 4.2.3}

В.3.4  Повышение глобального среднего уровня моря приведет к увеличению повторяемости явлений экстремальных уровней моря в большинстве районов. Локальные уровни моря, которые исторически наблюдались один раз за столетие (исторические столетние явления), согласно проекциям, будут происходить, по крайней мере, ежегодно в большинстве районов к 2100 году при всех сценариях РТК (*высокая степень достоверности*). Согласно проекциям, многие расположенные в низинных местах мегаполисы и малые острова (включая МОСРГ) будут подвергаться воздействию подобных исторических столетних явлений, по меньшей мере, один раз в год к 2050 году при РТК2.6, РТК4.5 и РТК8.5. Год, когда исторически столетнее явление становится ежегодным в средних широтах, наступает быстрее всего при РТК8.5, затем при РТК4.5 и позже всего при РТК2.6. Увеличение повторяемости высоких уровней воды может иметь серьезные последствия во многих местах в зависимости от степени подверженности (*высокая степень достоверности*). {4.2.3; 6.3; рисунки РП.4, РП.5}

- В.3.5**  Согласно проекциям, показательная высота волн (средняя высота от подошвы волны до гребня их верхней трети по высоте) увеличится в Южном океане и тропической восточной части Тихого океана (*высокая степень достоверности*) и в Балтийском море (*средняя степень достоверности*) и уменьшится в Северной Атлантике и Средиземном море в соответствии с РТК8.5 (*высокая степень достоверности*). Согласно проекциям, амплитуды и режимы прибрежных приливо-отливных явлений изменятся в связи с повышением уровня моря и принятием мер по адаптации прибрежных районов (*весьма вероятно*). Согласно проекциям, изменения волн, возникающие в результате изменения погодных режимов, и изменения в приливо-отливных явлениях, вызванные повышением уровня моря, могут локально усиливать или сглаживать воздействие опасных явлений в прибрежной зоне (*средняя степень достоверности*). {6.3.1, 5.2.2}
- В.3.6**  Согласно проекциям, средняя интенсивность тропических циклонов, доля тропических циклонов категорий 4 и 5 и связанные с ними средние нормы осадков возрастут при повышении глобальной температуры на 2 °C выше любого базового периода (*средняя степень достоверности*). Повышение среднего уровня моря будет способствовать повышению экстремальных уровней моря, связанных с тропическими циклонами (*весьма высокая степень достоверности*). Прибрежные опасные явления будут усугубляться увеличением средней интенсивности, величины штормового нагона и интенсивностью выпадения осадков тропических циклонов. Ожидается более значительное усиление в рамках РТК8.5, чем при РТК2.6, примерно с середины века до 2100 года (*средняя степень достоверности*). Существует *низкая степень достоверности* в отношении изменений повторяемости тропических циклонов в глобальном масштабе в будущем. {6.3.1}

Проекция рисков для экосистем

- В.4** Будущие изменения в криосфере будут по-прежнему приводить к изменению наземных и пресноводных экосистем в высокогорных и полярных регионах с существенными сдвигами в распределении биологических видов, приводящими к изменениям в структуре и функционировании экосистем и, в конечном итоге, к утрате глобального уникального биоразнообразия (*средняя степень достоверности*). Ожидается, что лесные пожары значительно увеличатся до конца этого столетия в большинстве регионов тундры и зоны умеренных широт, а также в некоторых горных регионах (*средняя степень достоверности*). {2.3.3, вставка 3.4, 3.4.3}
- В.4.1**  В высокогорных регионах дальнейшая миграция вверх по склону за счет биологических видов с более низких участков, сокращение ареалов обитания видов и увеличение смертности приведут к снижению численности популяций многих горных видов, особенно зависящих от ледников или снега (*высокая степень достоверности*), с локальным и, в конечном итоге, глобальным исчезновением видов (*средняя степень достоверности*). Выживаемость высокогорных видов и поддержание экосистемных услуг зависят от соответствующих мер по сохранению и адаптации (*высокая степень достоверности*). {2.3.3}
- В.4.2**  На арктических землях, согласно проекциям, будет происходить утрата глобально уникального биоразнообразия, поскольку высокие широты Арктики являются в ограниченных рамках убежищем для некоторых биологических видов, и в результате они будут вытесняться видами, характерными для более умеренного климата (*средняя степень достоверности*). По проекциям, к 2050 году древесные кустарники и деревья покроют 24-52 % арктической тундры (*средняя степень достоверности*). Зона бореальных лесов, согласно проекциям, будет расширяться на ее северной границе и сокращаться на южной, где они будут замещаться древесно-кустарниковой растительностью с меньшей биомассой (*средняя степень достоверности*). {3.4.3, ставка 3.4}
- В.4.3**  Таяние многолетней мерзлоты и уменьшение снега повлияют на арктическую и горную гидрологию и лесные пожары, оказывая воздействие на растительность и дикую природу (*средняя степень достоверности*). Около 20 % арктических земель с многолетней мерзлотой уязвимы для резкого оттаивания многолетней мерзлоты и проседания грунта, что, согласно проекциям, увеличит площадь малых озер более чем на 50 % к 2100 году для РТК8.5 (*средняя степень достоверности*). В то же самое время, при ожидаемой согласно проекциям интенсификации общего регионального водного цикла, включая увеличение количества атмосферных осадков, эвапотранспирации и стока рек в Северный Ледовитый океан, уменьшение количества снега и многолетней мерзлоты может привести к высыханию почвы с последствиями для продуктивности экосистем и нарушениям равновесия в экологической сфере (*средняя степень достоверности*). Прогнозируется, что лесные пожары будут увеличиваться до конца этого столетия на большей части районов тундры и бореальной зоны, а также в некоторых горных регионах, в то время как взаимодействие между климатом и изменяющейся растительностью будет влиять на будущую интенсивность и частоту пожаров (*средняя степень достоверности*) {2.3.3, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, РП В1}

В.5 Снижение глобальной биомассы популяций морских животных, их продуктивности и рыбопромыслового потенциала, а также изменения в составе видов ожидаются, согласно проекциям, на протяжении XXI века в экосистемах океана от поверхности до глубоководных районов морского дна при всех сценариях выбросов (*средняя степень достоверности*). Темпы и величина такого снижения будут наиболее высокими в тропиках (*высокая степень достоверности*) при том, что воздействия в полярных регионах будут различными (*средняя степень достоверности*) и будут увеличиваться при сценариях высоких выбросов. Закисление океана (*средняя степень достоверности*), потеря кислорода (*средняя степень достоверности*) и сокращение распространения морского ледового покрова (*средняя степень достоверности*), а также не связанная с климатом деятельность человека (*средняя степень достоверности*), имеют потенциал усугубить эти вызванные потеплением воздействия на экосистемы. {3.2.3, 3.3.3, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.4.1, рисунок РП.3}

В.5.1  Согласно проекциям потепление океана и изменение чистой первичной продуктивности изменяют биомассу, продуктивность и структуру популяций морских экосистем. В глобальном масштабе биомасса морских животных по всей пищевой цепочке сократится на $15,0 \pm 5,9$ % (*весьма вероятный диапазон*), а максимальный рыбопромысловый потенциал на 20,5–24,1 % к концу XXI века по отношению к 1986–2005 годам при РТК8.5 (*средняя степень достоверности*). Согласно проекциям, *весьма вероятно*, что эти изменения будут в три-четыре раза крупнее при РТК8.5, чем при РТК2,6. {3.2.3, 3.3.3, 5.2.2, 5.2.3, 5.4.1, рисунок РП.3}

В.5.2  Согласно проекциям сокращенное поступление питательных веществ в условиях повышенной стратификации вызовет уменьшение чистой первичной продуктивности тропического океана на 7–16 % (*весьма вероятный диапазон*) для РТК8.5 к 2081–2100 годам (*средняя степень достоверности*). Проекция предусматривает, что биомасса и продуктивность морских животных в тропических регионах при всех сценариях выбросов сократятся в XXI веке на величину, превышающую глобальное среднее значение (*высокая степень достоверности*). Потепление и изменение морского ледового покрова, согласно проекциям, увеличат чистую первичную продуктивность морских экосистем в Арктике (*средняя степень достоверности*) и вокруг Антарктики (*низкая степень достоверности*) с изменениями, вызванными сдвигами в апвеллинге и стратификации. В глобальном масштабе оседающий из верхних слоев океана поток органического вещества, согласно проекциям, уменьшится главным образом ввиду изменений в чистой первичной продуктивности (*высокая степень достоверности*). В результате этого 95 % или более районов глубоководного дна (глубина 3 000–6 000 м) и холодноводные коралловые экосистемы будут испытывать снижение бентической биомассы при РТК8.5 (*средняя степень достоверности*). {3.2.3, 5.2.2, 5.2.4, рисунок РП.1}

В.5.3  Согласно проекциям, потепление, закисление океана, сокращение протяженности сезонного ледового покрова и продолжающаяся убыль многолетнего морского льда будут воздействовать на полярные морские экосистемы через посредство прямого или косвенного влияния на места обитания, популяции и их жизнеспособность (*средняя степень достоверности*). Ожидается, что географический ареал обитания арктических морских видов, включая морских млекопитающих, птиц и рыб, будет сокращаться, а ареал популяций некоторых видов субарктических рыб расширится, оказывая дополнительное давление на высокоширотные арктические виды (*средняя степень достоверности*). В Южном океане места обитания антарктического криля, являющегося главной пищевой добычей для пингвинов, нерп и китов, будут, согласно проекциям, сокращаться в южном направлении как при РТК2,6, так и при РТК8.5 (*средняя степень достоверности*). {3.2.2, 3.2.3, 5.2.3}

В.5.4  Согласно проекциям, потепление океана, потеря кислорода, закисление и уменьшение потоков органического углерода от поверхности в глубину океана вредны для формирования мест обитания, поддерживающих высокое биоразнообразие холодноводных кораллов, частично ввиду уменьшения кальцинирования, увеличения размывания скелетов и биоэрозии (*средняя степень достоверности*). Уязвимость и риски являются наивысшими там и тогда, где и когда температурные и кислородные условия достигают пределов, допустимых для видов (*средняя степень достоверности*). {Вставка 5.2, рисунок РП.3}

Ожидаемые согласно проекциям изменения, воздействия и риски для экосистем океанов в результате изменения климата

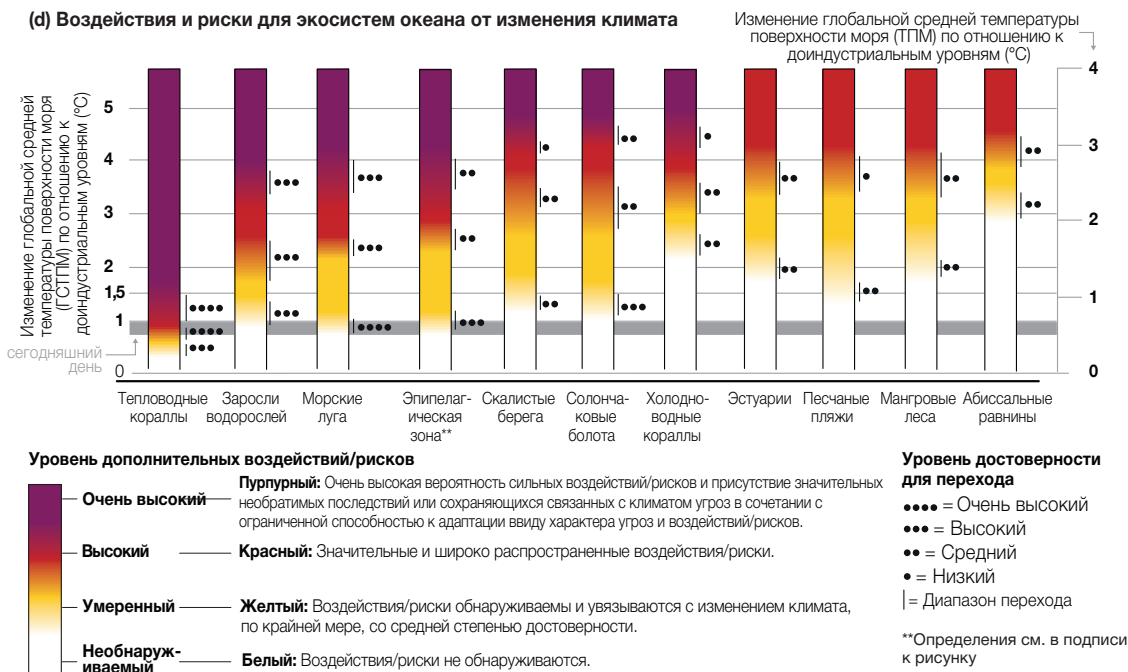
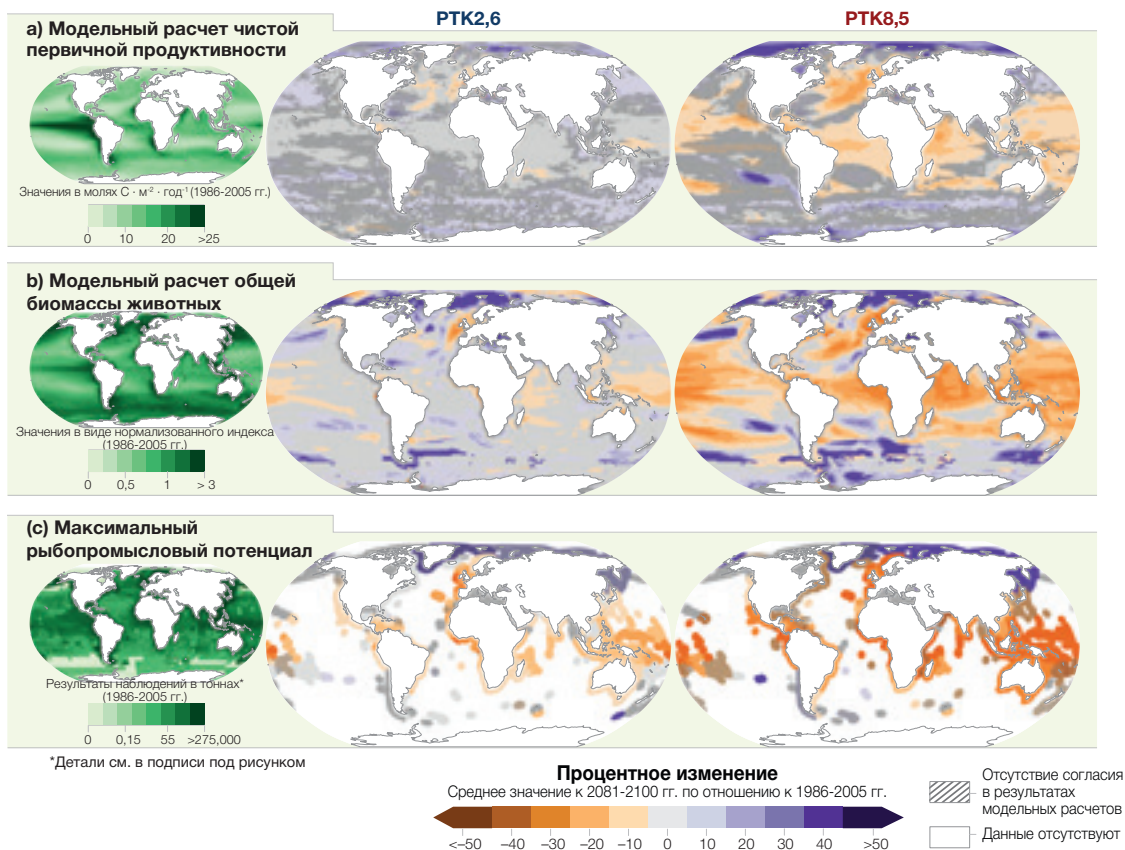


Рисунок РП.3 | Ожидаемые согласно проекциям изменения, воздействия и риски для регионов и экосистем океана:

Рисунок РП.3 (continued): а) интегрированная по глубинам чистая первичная продукция (ЧПП из ПССМ5²⁷), б) суммарная биомасса животных (интегрированная по глубинам, включая рыбу и беспозвоночных, из ПСМРМЭ²⁸), в) максимальный рыбопромысловый потенциал и д) воздействия и риски для прибрежных и экосистем открытого океана. Три левых рисунка представляют смоделированные (а,б) и наблюдаемые (в) значения для недавнего прошлого (1986-2005 гг.); рисунки посередине и справа представляют изменения (%) согласно проекциям к 2081-2100 гг. по отношению к недавнему прошлому при сценариях низких (РТК2.6) и высоких (РТК8.5) выбросов парниковых газов соответственно, вставка РП.1. Суммарная биомасса животных в недавнем прошлом (б, левый рисунок) представляет суммарную биомассу, согласно проекциям, по каждому пространственному пикселю по отношению к глобальному среднему значению. в) *Средний наблюдаемый рыбопромысловый потенциал в недавнем прошлом (основывается на данных глобальной рыбопромысловой базы данных «Море вокруг нас»); изменения в максимальном рыбопромысловом потенциале, согласно проекциям, в зонах шельфа основываются на усредненных выходных данных двух моделей рыбного промысла и морских экосистем. Для указания областей расхождения результатов моделирования затененные области представляют регионы, в которых результаты моделей не согласуются по направлению изменения для более, чем: а) и б) 3 из 10 модельных проекций, и в) одной из двух моделей. Хотя они и не затенены, ожидаемые согласно проекциям изменения в регионах Арктики и Антарктики в отношении б) суммарной биомассы животных и в) рыбопромыслового потенциала имеют *низкую степень достоверности* ввиду неопределенностей, связанных с моделированием множества взаимодействующих факторов и реакций экосистем. В проекциях, представленных в б) и в), движущими факторами были изменения физических и биогеохимических условий океана, например, температуры, уровня кислорода, а также чистой первичной продуктивности, рассчитанных с помощью моделей земной системы ПССМ5.²⁹ Эпипелагическая зона относится к самой верхней части океана с глубиной <200 м от поверхности, где имеется достаточно солнечного света, позволяющего происходить фотосинтезу. д) Оценка рисков для прибрежных экосистем и экосистем открытого океана основывается на наблюдаемых и ожидаемых согласно проекциям воздействиях климата на структуру, функционирование и биоразнообразие экосистем. Воздействия и риски показаны по отношению к изменениям глобальной средней приземной температуры (ГСПТ) по сравнению с доиндустриальным уровнем. Поскольку оценки рисков и воздействий основаны на глобальной средней температуре поверхности моря (ТПМ), показаны соответствующие уровни ТПМ.²⁹ Оценка переходов рисков описана в главе 5, разделы 5.2, 5.3, 5.2.5 и 5.3.7, и в дополнительных материалах, а также в ДМ5.3, таблице ДМ5.6, таблице ДМ5.8 и в других частях основного доклада. Данный рисунок демонстрирует оцененные риски для приблизительных уровней потепления и климатообусловленных угроз в океане: потепления океана, закисления, обескислороживания, усиления стратификации плотности, изменения потоков углерода, подъема уровня моря и увеличения повторяемости и/или интенсивности экстремальных явлений. Эта оценка учитывает природную адаптивную способность экосистем, их подверженность и уязвимость. Уровни воздействий и рисков не учитывают стратегий уменьшения рисков, таких как вмешательство человека, или будущих изменений в неклиматических движущих факторах. Риски для экосистем оценивались с учетом биологических, биогеохимических, геоморфологических и физических аспектов. Более высокие риски, связанные с совокупным эффектом климатических опасных явлений, включают потерю среды обитания и биоразнообразия, изменения в составе видов и ареалах распространения и воздействия/риски для структуры и функционирования экосистем, включая изменения в биомассе животных/растений, продуктивности, потоках углерода и переносе осадков. В качестве части этой оценки была собрана литература и извлечены данные для резюмирующей таблицы. Был предпринят многоэтапный процесс сбора экспертной информации с независимой оценкой пороговых суждений и заключительной консенсусной дискуссией. Дополнительную информацию о методах и лежащей в основе доклада литературе можно найти в главе 5, разделы 5.2 и 5.3 и в дополнительном материале. {3.2.3, 3.2.4, 5.2, 5.3, 5.2.5, 5.3.7, ДМ5.6, ДМ5.8, рисунок 5.16, перекрестная вставка 1 в главе 1, таблица ПВ1}

В.6 Согласно проекциям, риски сильных воздействий на биоразнообразие, структуру и функции прибрежных экосистем являются более высокими для повышенных температур при сценариях с высокими уровнями выбросов по сравнению со сценариями с низкими выбросами в XXI веке и последующие годы. Реакции экосистем, согласно проекциям, включают потери среды обитания видов и разнообразия, а также деградацию функций экосистем. Способность организмов и экосистем к коррективке и адаптации выше при сценариях с низкими уровнями выбросов (*высокая степень достоверности*). Для чувствительных экосистем, таких как морские луга и заросли водорослей, высокие риски, согласно проекциям, существуют, если глобальное потепление превысит 2 °C над температурой доиндустриального периода, в сочетании с другими связанными с климатом опасными явлениями (*высокая степень достоверности*). Тепловодные кораллы уже подвергаются значительному риску и, согласно проекциям, перейдут в зону очень высокого риска, даже если глобальное потепление будет ограничено 1,5 °C (*весьма высокая степень достоверности*). {4.3.3, 5.3, 5.5, рисунок РП.3}

В.6.1  Согласно проекциям, все оцененные прибрежные экосистемы столкнутся к 2100 году с повышенным уровнем риска от умеренного до высокого при РТК2.6 и до высокого и очень высокого при РТК8.5. Экосистемы скалистых берегов в приливо-отливной зоне будут подвергаться очень высокому риску к 2100 году при РТК8.5 (*средняя степень достоверности*) ввиду подверженности потеплению, особенно во время морских волн жары, а также закислению, подъему уровня моря, утрате кальцинирующих видов и биоразнообразия (*высокая степень достоверности*). Закисление океана создает проблемы для таких экосистем и еще более ограничивает пригодность их естественной (среды обитания) (*средняя степень достоверности*), препятствуя восстановлению посредством сокращения кальцинирования и усиления биоэрозии. Согласно проекциям, сократятся заросли водорослей ввиду потепления, особенно в условиях ожидаемой интенсификации морских волн жары, с высоким риском локального исчезновения при РТК8.5 (*средняя степень достоверности*). {5.3, 5.3.5, 5.3.6, 5.3.7, 6.4.2, рисунок РП.3}

²⁷ ЧПП из Проекта по сравнению совместных моделей-5 (ПССМ5).

²⁸ Суммарная биомасса животных из Проекта по сравнению моделей рыболовства и морских экосистем (ПСМРМЭ).

²⁹ Конверсия между ГСТМ и ТПМ основана на коэффициенте масштабирования 1,44, полученном из изменений в ансамбле моделирований РТК8.5; этот коэффициент масштабирования имеет неопределенность около 4 % ввиду различий между сценариями РТК2.6 и РТК8.5. {Таблица РП.1}

- В.6.2**  Поля морских водорослей и солончаковые болота и связанные с ними хранилища углерода находятся в зоне умеренного риска при глобальном потеплении на 1,5 °C и дальнейшем усилении потепления (*средняя степень достоверности*). Согласно проекциям, в глобальном масштабе 20-90 % существующих ныне прибрежных водно-болотных угодий будут потеряны к 2100 году в зависимости от ожидаемого подъема уровня моря, региональных различий и типов водно-болотных угодий, особенно там, где вертикальный рост уже ограничивается ввиду сокращения поступления наносов, а миграция к берегу ограничивается сильной пересеченностью и большим уклоном рельефа или изменением человеком береговых линий (*высокая степень достоверности*). {4.3.3, 5.3.2, рисунок РП.3, РП А.6.1}
- В.6.3**  Согласно проекциям, потепление океана, подъем уровня моря и изменения приливо-отливных явлений расширяют засоление и гипоксию в эстуариях (*высокая степень достоверности*) с высокими рисками для некоторых видов биоты, ведущими к миграции, сокращенному выживанию и локальному исчезновению при сценариях высоких выбросов (*средняя степень достоверности*). Согласно проекциям эти воздействия будут ощущаться более остро в более уязвимых эвтрофных и мелководных эстуариях с низкой амплитудой приливо-отливных явлений в умеренных и высокоширотных регионах (*средняя степень достоверности*). {5.2.2, 5.3.1, рисунок РП.3}
- В.6.4**  Проекция показывают, что почти все тепловодные коралловые рифы будут страдать от значительных потерь ареала и местного исчезновения, даже если глобальное потепление будет ограничено 1,5 °C (*высокая степень достоверности*). Видовой состав и разнообразие оставшихся коралловых сообществ будет отличаться от характерных для ныне существующих рифов (*весьма высокая степень достоверности*). {5.3.4, 5.4.1, рисунок РП.3}

Проекция рисков для людей и экосистемных услуг

- В.7** Согласно проекциям будущие изменения криосферы на Земле повлияют на водные ресурсы и их использование, например, гидроэнергетику (*высокая степень достоверности*), и орошаемое сельское хозяйство в высокогорье и низлежащих районах (*средняя степень достоверности*), а также на средства к существованию в Арктике (*средняя степень достоверности*). Изменения характера паводков, лавин, оползней и дестабилизация обстановки на местах ожидаются как факторы увеличения риска для инфраструктурных, культурных, туристических и рекреационных активов (*средняя степень достоверности*). {2.3, 2.3.1, 3.4.3}
- В.7.1**  Ожидается, что риски бедствий для поселений людей и возможностей получения средств к существованию в высокогорных районах и в Арктике будут увеличиваться (*средняя степень достоверности*) ввиду будущих изменений в характере опасных явлений, как паводки, пожары, оползни, лавины, ненадежные ледовые и снежные условия и увеличивающаяся подверженность им человека и инфраструктуры (*высокая степень достоверности*). Существующие технические подходы к уменьшению риска бедствий, согласно проекциям, будут менее эффективными, поскольку характер опасностей меняется (*средняя степень достоверности*). Значительное уменьшение риска и стратегии адаптации помогают избежать увеличения воздействий опасностей от горных паводков и оползней, поскольку степени подверженности и уязвимости увеличиваются во многих горных регионах в течение текущего столетия (*высокая степень достоверности*). {2.3.2, 3.4.3, 3.5.2}
- В.7.2**  Согласно проекциям, вызванное таянием многолетней мерзлоты проседание грунта повлияет на вышерасположенную городскую и сельскую коммуникационную и транспортную инфраструктуру в городских и сельских районах в Арктике и в высокогорных районах (*средняя степень достоверности*). Большая часть объектов инфраструктуры Арктики расположена в регионах, где ожидается интенсификация таяния многолетней мерзлоты к середине столетия. Модернизация и перепроектирование инфраструктуры имеют потенциал для сокращения вдвое затрат, связанных с таянием многолетней мерзлоты и соответствующими воздействиями изменения климата к 2100 году. (*средняя степень достоверности*). {2.3.4, 3.4.1, 3.4.3}
- В.7.3**  Высокогорный туризм, отдых и культурные активы, согласно проекциям, подвергнутся негативному влиянию будущих изменений криосферы (*высокая степень достоверности*). Современные технологии изготовления искусственного снега, согласно перспективным оценкам, будут менее эффективными для уменьшения рисков в лыжном туризме в более теплом климате большинства стран Европы, Северной Америки и в Японии, особенно при глобальном потеплении на 2 °C и выше (*высокая степень достоверности*). {2.3.5, 2.3.6}

В.8 Проекция будущих смещений в распределении рыбных ресурсов и уменьшения их изобилия и рыбопромыслового потенциала в силу изменения климата указывают на влияние на доходы, средства к существованию и продовольственную безопасность общин, зависящих от морских ресурсов (*средняя степень достоверности*). Долгосрочные потери и деградация морских экосистем могут негативно сказаться на роли океанов в культурных, рекреационных и социально-экономических выгодах, представляющих большое значение для идентичности и благополучия людей (*средняя степень достоверности*). {3.2.4, 3.4.3, 5.4.1, 5.4.2, 6.4}

В.8.1  Проекция географических изменений и сокращения глобальной биомассы морских животных и рыбопромыслового потенциала более отчетливо проявляются при РТК8.5 по сравнению с РТК2.6, повышая риск для доходов и средств к существованию зависимых людских общин, особенно в районах, являющихся экономически уязвимыми (*средняя степень достоверности*). Перераспределение ресурсов и их обилия, согласно проекциям, увеличивает риск конфликтов между рыбопромысловыми организациями, органами власти и общинами (*средняя степень достоверности*). Проблемы управления рыбным промыслом имеют распространенный характер при РТК8.5 с региональными очагами конфликтов, такими как Арктика и тропическая часть Тихого океана (*средняя степень достоверности*). {3.5.2, 5.4.1, 5.4.2, 5.5.2, 5.5.3, 6.4.2, рисунок РП.3}

В.8.2  Проекция показывает, что сокращение ареалов обитания тепловодных коралловых рифов в значительной степени негативно скажется на услугах, которые они предоставляют обществу, таких как обеспечение продовольствием (*высокая степень достоверности*), защита прибрежных зон (*высокая степень достоверности*) и туризм (*средняя степень достоверности*). Увеличение рисков для море-продовольственной безопасности (*средняя степень достоверности*), связанное с сокращением доступа к морепродуктам, согласно проекциям, повысит риск для алиментарного здоровья в некоторых общинах, в значительной степени зависящих от морепродуктов (*средняя степень достоверности*), например, в Арктике, Западной Африке и в малых островных развивающихся государствах. Такие воздействия усугубляют любые риски от других сдвигов в системах питания и продовольствия, вызываемых социальными и экономическими изменениями и изменением климата на суше (*средняя степень достоверности*). {3.4.3, 5.4.2, 6.4.2}

В.8.3  Глобальное потепление негативно сказывается на море-продовольственной безопасности (*средняя степень достоверности*) ввиду подверженности человека повышенной биоаккумуляции стойких органических загрязнителей и ртути, содержащихся в морских растениях и животных (*средняя степень достоверности*), все более широко передаваемых через воду болезнетворных вибрионов (*средняя степень достоверности*) и повышенной вероятности вредоносных цветений водорослей (*средняя степень достоверности*). Эти риски, согласно проекциям, особенно крупны для человеческих сообществ с высоким уровнем потребления морепродуктов, включая прибрежные общины коренных народов (*средняя степень достоверности*), и для таких экономических секторов, как рыболовство, аквакультура и туризм (*высокая степень достоверности*). {3.4.3, 5.4.2, вставка 5.3}

В.8.4  Воздействия изменения климата на морские экосистемы подвергают риску ключевые культурные измерения жизни и средств к существованию (*средняя степень достоверности*), включая изменения в распределении или обилии вылавливаемых видов и сокращающийся доступ к районам промысла рыбы или охоты. Сюда входят потенциально быстрая и необратимая потеря культурных и локальных знаний и знаний коренных народов, а также негативные воздействия на традиционный рацион питания и продовольственную безопасность, эстетические аспекты и морскую рекреационную деятельность (*средняя степень достоверности*). {3.4.3, 3.5.3, 5.4.2}

В.9 Проекция показывают, что повышение среднего и экстремального уровней моря наряду с потеплением и закислением океана усугубляет риски для общин людей, проживающих в низкорасположенных прибрежных районах (*высокая степень достоверности*). Риски для общин людей в Арктике, не располагающих средствами для быстрого поднятия суши, а также для проживающих в городских поселениях на коралловых островах, согласно проекциям варьируют от умеренных до высоких значений даже при сценариях с низкими уровнями выбросов (РТК2.6) (*средняя степень достоверности*), включая достижение пределов адаптации (*высокая степень достоверности*). При сценарии с высокими уровнями выбросов (РТК8.5) регионы устьев рек и богатые ресурсами прибрежные города согласно проекциям будут испытывать риски от умеренных до высоких уровней после 2050 года (*средний уровень достоверности*). Ожидается, что масштабные меры адаптации, включая коренные преобразования системы управления, сократят риски (*высокая степень достоверности*), но при выгодах, зависящих от конкретных условий. {4.3.3, 4.3.4, 6.9.2, перекрестная вставка 9, ДМ4.3, рисунок РП.5}

В.9.1  В отсутствие более масштабных усилий по адаптации, чем предпринимаемые в текущий момент, и при нынешней тенденции повышения подверженности и уязвимости прибрежных общин, проекции рисков, таких как эрозия и утрата земель, затопление, засоление и каскадирующие воздействия вследствие повышения среднего уровня моря и повторяемости экстремальных явлений демонстрируют значительное повышение на протяжении этого века при всех сценариях выбросов парниковых газов (*весьма высокая степень достоверности*). При тех же предположениях проекция ежегодного ущерба от прибрежных затоплений указывают на рост на 2-3 порядка величины к 2100 году по сравнению с настоящим временем (*высокая степень достоверности*). {4.3.3; 4.3.4; вставка 6.1; 6.8; ДМ4.3; рисунки РП.4, РП.5}

В.9.2  Для уязвимых групп населения, проживающих в природных условиях коралловых рифов, городской местности на атоллах и в низколежащих арктических поселениях, в результате роста уровня моря риски приближаются к высоким и очень высоким значениям существенно раньше завершения этого столетия в случае сценариев с высокими уровнями выбросов. Это предполагает, что достигаются такие пределы адаптации, при которых цели субъекта (или потребности системы) не могут быть защищены от недопустимых рисков посредством адаптационных мер (*высокая степень достоверности*). Достижение пределов для адаптации (например, биосферных, географических, финансовых, социальных, политических и институциональных) зависит от сценария выбросов и зависящей от контекста допустимости риска и, согласно проекциям, распространится на другие районы после 2100 года ввиду долгосрочной перспективы подъема уровня моря (*средняя степень достоверности*). Некоторые островные государства, вероятно, станут необитаемыми ввиду связанных с климатом изменений океана и криосферы (*средняя степень достоверности*), однако оценка достижения порогов обитаемости остается чрезвычайно трудной задачей. {4.3.4, 4.4.2, 4.4.3, 5.5.2, перекрестная вставка 9, ДМ4.3, РП С1, глоссарий, рисунок РП.5}

В.9.3  В глобальном масштабе замедление темпов связанного с климатом изменения океана и криосферы открывают более широкие благоприятные возможности для адаптации (*высокая степень достоверности*). В то время как существует *высокая степень достоверности* того, что масштабная адаптация, включая управление, направленное на осуществление преобразований, имеет потенциал сокращения рисков во многих районах; такие выгоды могут варьировать между районами. В глобальном масштабе защита побережья может сократить риск затопления на 2-3 порядка величины в течение XXI века, однако она зависит от инвестиций в объеме от десятков до нескольких сотен миллиардов долларов США в год (*высокая степень достоверности*). При том, что такие инвестиции в целом экономически эффективны для густонаселенных городских районов, для сельских и более бедных районов будет затруднительно позволить себе такие капиталовложения, поскольку ежегодные затраты отдельных малых островных государств будут составлять несколько процентов от их ВВП (*высокая степень достоверности*). Даже при крупных усилиях по адаптации остаточные риски и связанные с ними потери, согласно проекциям, будут существовать (*средняя степень достоверности*), однако зависящие от конкретных условий ограничения для адаптации и остаточные риски по-прежнему трудно оценивать. {4.1.3, 4.2.2.4, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.4, 4.4.3, 6.9.1, 6.9.2, перекрестные вставки 1–2 в главе 1, ДМ 4.3, рисунок РП.5}

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С УРОВНЕМ МОРЯ

В результате ожидаемого согласно проекциям повышения глобального среднего уровня моря (ГСУМ) локальные повышения уровня моря, которые исторически происходят один раз в столетие (исторические столетние явления (ИСЯ)), согласно проекциям, станут почти ежегодными явлениями в течение XXI века. Высота ИСЯ, согласно проекциям, варьирует в широких пределах и в зависимости от уровня уязвимости уже может вызывать серьезные воздействия. Эти воздействия могут продолжать усиливаться с повышением повторяемости ИСЯ.

а) Схематическое изображение влияния регионального повышения уровня моря на ожидаемые согласно проекциям явления, связанные с экстремальными уровнями моря (не в масштабе)

б) Год, когда, согласно проекциям, ИСЯ повторяется в среднем **один раз в год**

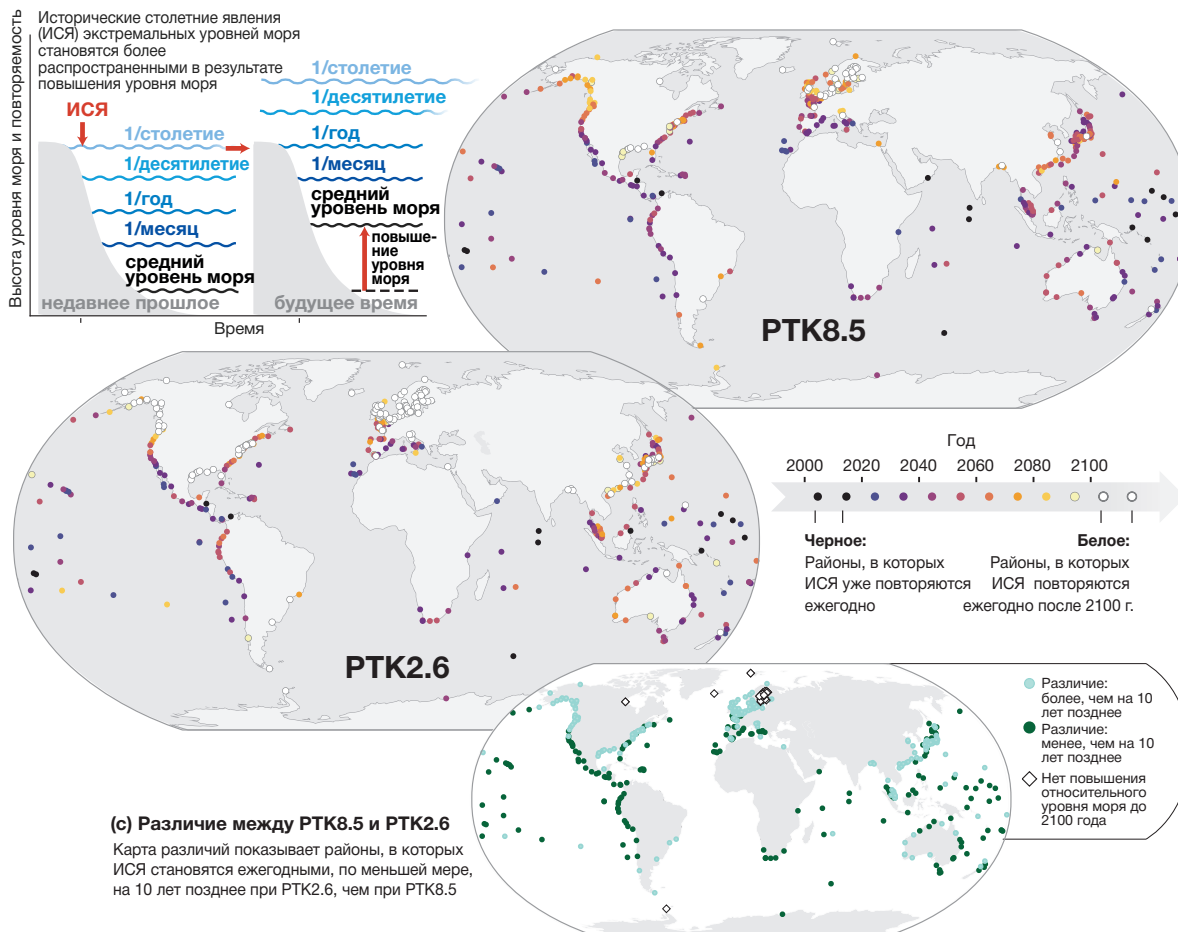


Рисунок РП.4 | Влияние регионального подъема уровня моря на экстремальные явления, связанные с уровнем моря в прибрежных районах. а) Схематическая иллюстрация экстремальных явлений, связанных с уровнем моря, и их средняя повторяемость в недавнем прошлом (1986-2005 гг.) и в будущем. Вследствие подъема среднего уровня моря локальные подъемы уровня моря, которые исторически происходили один раз в столетие (исторические столетние явления (ИСЯ)), в будущем будут происходить чаще. б) Год в котором ожидается повторение ИСЯ в среднем один раз в год при РТК2.6 в 439 отдельных прибрежных местоположениях, для которых имеются достаточные ряды наблюдений. Отсутствие кружка означает невозможность выполнить оценку ввиду отсутствия данных, однако не указывает на отсутствие подверженности и риска. Чем темнее цвет кружка, тем раньше ожидается такой переход. Вероятный диапазон составляет ± 10 лет для районов, в которых этот переход ожидается до 2100 г. Белые кружки (33 % районов при РТК2.6 и 10 % при РТК8.5) указывают, что повторение ИСЯ не ожидается более, чем один раз в год до 2100 г. в) Указание районов, в которых переход ИСЯ в ежегодные явления согласно проекциям произойдет на 10 лет позднее при РТК2.6, чем при РТК8.5. Поскольку эти сценарии ведут к небольшим различиям к 2050 г. для многих районов, результаты не показаны здесь для РТК4.5, но они имеются в главе 4. {4.2.3, рисунок 4.10, рисунок 4.12}

РП.С Осуществление Мер Реагирования на Изменение Океана и Криосферы

Задачи

- С.1 Воздействия связанных с климатом изменений в океане и криосфере вызывают все большую необходимость в организационных усилиях по разработке и осуществлению адаптационных мер реагирования в масштабах от локального до глобального, а в некоторых случаях вынуждают приблизиться к их пределам. Именно люди с наивысшей подверженностью и уязвимостью подчас не имеют достаточных возможностей для реагирования (*высокая степень достоверности*). {1.5, 1.7, перекрестные вставки 2–3 в главе 1, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.4, 3.2.4, 3.4.3, 3.5.2, 3.5.3, 4.1, 4.3.3, 4.4.3, 5.5.2, 5.5.3, 6.9}

- С.1.1  Масштабы воздействий связанных с климатом изменений в океане и криосфере и их социальные последствия действуют во временных горизонтах, превышающих таковые для механизмов управления (например, циклы планирования, циклы принятия государственных и корпоративных решений и финансовые инструменты). Такие временные различия затрудняют возможности общества надлежащим образом подготовиться и отреагировать на долгосрочные изменения, включая смену повторяемости и интенсивности экстремальных явлений (*высокая степень достоверности*). В качестве примеров можно упомянуть изменение характера оползней и паводков в высокогорных регионах и риски для важных биологических видов и экосистем в Арктике, а также для расположенных на низинных территориях государств и островов, малых островных государств, прочих прибрежных регионов и экосистем коралловых рифов. {2.3.2, 3.5.2, 3.5.4, 4.4.3, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5.1, 5.5.2, 5.5.3, 6.9}

- С.1.2  Механизмы управления (например, морские защищенные зоны, территориально-пространственное планирование и водохозяйственные системы) во многих странах слишком разрозненны между административными границами и секторами для обеспечения комплексных мер реагирования на риски с каскадным эффектом от связанных с климатом изменений в океане и/или криосфере (*высокая степень достоверности*). Возможности систем управления в полярных и океанических регионах для реагирования на связанные с изменением климата воздействия за последнее время укрепились, но эти достижения недостаточно оперативны или надежны для того, чтобы в полной мере учесть ожидаемые согласно проекциям увеличивающиеся риски (*высокая степень достоверности*). В высокогорных прибрежных регионах и на малых островах существуют также трудности в координации адаптационных мер реагирования на изменение климата ввиду многочисленных процессов взаимодействия между климатическими и неклиматическими движущими факторами риска (например, малодоступность, тенденции демографии и развития населенных пунктов, либо проседание грунта, вызванное локальной деятельностью) в различных масштабах, секторах и сферах политики (*высокая степень достоверности*). {2.3.1, 3.5.3, 4.4.3, 5.4.2, 5.5.2, 5.5.3, вставка 5.6, 6.9, перекрестная вставка 3 в главе 1}

- С.1.3  Существует широкий спектр выявленных барьеров и ограничений для адаптации к изменению климата в экосистемах (*высокая степень достоверности*). Ограничения включают пространство, которое требуется экосистемам; неклиматические движущие факторы и антропогенные воздействия, которые необходимо учесть как часть адаптационных мер реагирования; снижение адаптационной способности экосистем вследствие изменения климата и замедление темпов восстановления экосистем по отношению к повторяемости климатических воздействий; наличие технологии, знаний и финансовой поддержки и существующие механизмы управления (*средняя степень достоверности*). {3.5.4, 5.5.2}

- С.1.4  Существуют финансовые, технологические, институциональные и другие барьеры для осуществления мер реагирования на нынешние и ожидаемые согласно проекциям негативные воздействия связанных с климатом изменений в океане и криосфере, препятствующие наращиванию устойчивости и мерам по снижению рисков (*высокая степень достоверности*). Сокращают ли такие барьеры эффективность адаптации или соответствуют пределам адаптации, зависит от конкретных обстоятельств, темпов и масштабов изменений климата и от способности общества преобразовать свою способность адаптироваться в эффективные меры адаптации. Адаптационная способность продолжает разниться как между группами населения, так и в них самих и в обществе в целом (*высокая степень достоверности*). Именно люди с наибольшей подверженностью и уязвимостью к нынешним и будущим опасным явлениям, вызываемым изменениями в океане и криосфере, зачастую также имеют самую низкую адаптационную способность, особенно на низколежащих островах и побережьях, в Арктике и в высокогорных регионах с проблемами развития (*высокая степень достоверности*). {2.3.1, 2.3.2, 2.3.7, вставка 2.4, 3.5.2, 4.3.4, 4.4.2, 4.4.3, 5.5.2, 6.9, перекрестные вставки 2 и 3 в главе 1, перекрестная вставка 9}

Усиление возможностей реагирования

- С.2 Предоставляемые экосистемами, связанными с океанами и криосферой, перспективные услуги и возможности, могут быть поддержаны посредством защиты, восстановления, принципа предосторожности в управлении ресурсами возобновляемой энергии на основе экосистемного подхода и сокращения загрязнения и других факторов стресса (*высокая степень достоверности*). Комплексное ведение водного хозяйства (*средняя степень достоверности*) и адаптация на основе экосистемных подходов (*высокая степень достоверности*) снижают локальные климатические риски и предоставляют многочисленные социальные выгоды. Однако существуют экологические, финансовые, институциональные и управленческие ограничения для таких действий (*высокая степень достоверности*), и в различных контекстах адаптация на основе экосистемного подхода будет эффективной только при самых низких уровнях потепления (*высокая степень достоверности*). {2.3.1, 2.3.3, 3.2.4, 3.5.2, 3.5.4, 4.4.2, 5.2.2, 5.4.2, 5.5.1, 5.5.2, рисунок РП.5}

- С.2.1  Сети защищенных районов помогают обеспечивать устойчивое оказание экосистемных услуг, включая поглощение и хранение углерода и создание благоприятных условий для будущих вариантов адаптации на основе экосистемного подхода путем содействия перемещению видов, популяций и экосистем в направлении полюсов и по высоте, которое происходит в ответ на потепление и повышение уровня моря (*средняя степень достоверности*). Географические барьеры, деградация экосистем и фрагментация среды обитания, а также препятствия для регионального сотрудничества ограничивают потенциал для таких сетей по поддержке будущих изменений ареалов обитания видов в морских, высокогорных и полярных регионах суши. (*высокая степень достоверности*). {2.3.3, 3.2.3, 3.3.2, 3.5.4, 5.5.2, вставка 3.4}

- С.2.2  Восстановление морских и наземных мест обитания и инструменты управления экосистемами, такие как содействие переселению видов и выращиванию кораллов, могут быть эффективными в локальном масштабе для усиления адаптации, основанной на экосистемном подходе (*высокая степень достоверности*). Такие действия наиболее успешны в тех случаях, когда они поддерживаются населением и научно обоснованы с использованием местных знаний и знаний коренных народов, что включает уменьшение или удаление неклиматических факторов стресса, и при самых низких уровнях потепления (*высокая степень достоверности*). Например, варианты реагирования, основанные на восстановлении коралловых рифов, могут быть неэффективными, если глобальное потепление превысит 1,5 °C, ввиду того, что кораллы уже подвергаются высокому риску (*весьма высокая степень достоверности*) при нынешних уровнях потепления. {2.3.3, 4.4.2, 5.3.7, 5.5.1, 5.5.2, вставка 5.5, рисунок РП.3}

- С.2.3  Усиление подходов, основанных на мерах предосторожности, таких как возрождение чрезмерно эксплуатировавшихся или истощенных районов рыбного промысла и быстрое реагирование изменением существующих рыбохозяйственных стратегий, сокращает негативные воздействия изменения климата на рыбный промысел с выгодой для региональных экономик и средств к существованию (*средняя степень достоверности*). Управление рыбным хозяйством, которое регулярно в течение длительного времени анализирует и корректирует меры, основываясь на результатах оценок будущих тенденций состояния экосистем, уменьшает риски для рыболовства (*средняя степень достоверности*), однако располагает ограниченными возможностями для разрешения вопросов, связанных с изменением экосистем. {3.2.4, 3.5.2, 5.4.2, 5.5.2, 5.5.3, рисунок РП.5}

- С.2.4  Восстановление покрытых растительностью прибрежных экосистем, таких как мангровые заросли, периодически заливаемые приливами болотистые отмели и морские луга (прибрежные экосистемы «голубого углерода»), может обеспечить смягчение воздействия на изменение климата посредством усиленного поглощения и хранения углерода в объеме около 0,5 % от нынешнего глобального объема выбросов ежегодно (*средняя степень достоверности*). Меры совершенствования защиты и управления могут сократить выбросы углерода из этих экосистем. В совокупности такие меры могут принести другие многочисленные выгоды, например, обеспечение защиты от штормов, повышение качества воды и содействие биоразнообразию и рыболовству (*высокая степень достоверности*). Совершенствование количественной оценки запасов углерода и потоков парниковых газов этих прибрежных экосистем сократит существующие неопределенности в отношении измерения, отчетности и проверки достоверности (*высокая степень достоверности*). {Вставка 4.3, 5.4, 5.5.1, 5.5.2, приложение I: Глоссарий}

- С.2.5  Возобновляемая энергия океана может способствовать смягчению воздействия на изменение климата и может включать в себя энергию, производимую морскими ветрами, приливами, волнами, градиентами температуры и солености и биотопливом из водорослей. Растущий спрос на альтернативные источники энергии, как ожидается, создаст экономические возможности для сектора возобновляемой энергии океана (*высокая степень достоверности*), хотя их потенциал может также подвергнуться воздействию изменения климата (*низкая степень достоверности*). {5.4.2, 5.5.1, рисунок 5.23}

- С.2.6**     Комплексные подходы к управлению водохозяйственной деятельностью во многих масштабах могут быть эффективными для учета воздействий и использования возможностей ввиду изменения криосферы в высокогорных районах. Такие подходы также способствуют рациональному управлению водными ресурсами посредством разработки и оптимизации многоцелевого хранения и попуска воды из водохранилищ (*средняя степень достоверности*) с учетом потенциально негативных воздействий на экосистемы и общины. Диверсификация туристской деятельности на протяжении всего года способствует адаптации экономики высокогорных районов (*средняя степень достоверности*). {2.3.1, 2.3.5}
- С.3** Прибрежные общины стоят перед сложным выбором при разработке зависящих от контекста комплексных мер реагирования на подъем уровня моря, которые сбалансированно учитывают затраты, выгоды и неблагоприятные последствия от имеющихся вариантов реагирования и которые могут корректироваться с течением времени (*высокая степень достоверности*). Все типы вариантов, включая защиту, меры приспособления территории к проживанию, адаптацию на основе экосистемного подхода, продвижение и отступление береговой линии, по мере возможности могут сыграть важную роль в таких комплексных мерах реагирования (*высокая степень достоверности*). {4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 6.9.1, перекрестная вставка 9; рисунок РП.5}
- С.3.1.**     Чем больше подъем уровня моря, тем более проблематичной является защита побережья, главным образом, ввиду экономических, социальных и финансовых барьеров, а не по причине технических ограничений (*высокая степень достоверности*). В предстоящие десятилетия ослабление локальных движущих факторов подверженности и уязвимости, таких как прибрежная урбанизация и оседание грунта вследствие деятельности человека, представляет собой эффективную меру реагирования (*высокая степень достоверности*). Там, где пространство ограничено, а ценность подвергаемых воздействию активов высока (например, в городах), жесткая защита (например, дамбы), вероятно, будет экономически эффективной мерой реагирования в течение XXI века, принимая во внимание специфику данного контекста (*высокая степень достоверности*), но районы с ограниченными ресурсами, возможно, не смогут себе позволить такие инвестиции. При наличии свободных пространств адаптация на основе системного подхода сможет сократить риск для побережья и обеспечить другие многочисленные выгоды, например, хранение углерода, повышенное качество воды, сохранение биоразнообразия и поддержание средств к существованию (*средняя степень достоверности*). {4.3.2, 4.4.2, вставка 4.1, перекрестная вставка 9, рисунок РП.5}
- С.3.2**     Некоторые меры обустройства прибрежной территории, например, системы заблаговременных предупреждений и защита зданий от затопления, часто являются недорогостоящими и экономически высокоэффективными при современных уровнях моря (*высокая степень достоверности*). В условиях проекций повышения уровня моря и увеличения опасных явлений для прибрежных районов некоторые из этих мер становятся менее эффективными, за исключением случаев их сочетания с другими мерами (*высокая степень достоверности*). Все типы вариантов реагирования, включая защитные меры, обустройство территории, адаптацию на основе экосистемного подхода, борьбу с продвижением моря на сушу и планируемое переселение, если имеются альтернативные места для проживания, могут сыграть важную роль в таких комплексных мерах реагирования (*высокая степень достоверности*). В тех местах, где подвергшиеся негативному воздействию общины немногочисленны или находятся в условиях последствий бедствия, имеет смысл сократить риск с помощью запланированного переселения из прибрежной зоны, если имеются альтернативные безопасные места для проживания. Такие запланированные переселения могут быть социально, культурно, финансово и политически ограниченными (*весьма высокая степень достоверности*). {4.4.2, вставка 4.1, перекрестная вставка 9, РП В3}
- С.3.3**     Меры реагирования на повышение уровня моря и связанное с ними уменьшение риска ставят перед обществом глубокие проблемы управления, вытекающие из неопределенности величины и темпов подъема уровня моря, которые связаны с бесконечно обсуждаемыми компромиссами между социальными целями (например, безопасность, охрана природы и рациональное природопользование, экономическое развитие; внутри- и межпоколенческая беспристрастность), ограниченностью ресурсов и конфликтами интересов и ценностей между различными субъектами деятельности (*высокая степень достоверности*). Эти проблемы могут быть смягчены путем использования в локальном масштабе соответствующих сочетаний анализов выработки решений, планирования землепользования, участия общественности, различных систем знаний и подходов для разрешения конфликтов, которые корректируются с течением времени по мере изменения обстоятельств (*высокая степень достоверности*). {Перекрестная вставка 5 в главе 1, 4.4.3, 4.4.4, 6.9}
- С.3.4**    Несмотря на крупные неопределенности в величине и темпах повышения уровня моря после 2050 года, многие решения относительно прибрежной зоны с временными горизонтами от десятилетий до более столетия принимаются в настоящее время (например, критические объекты

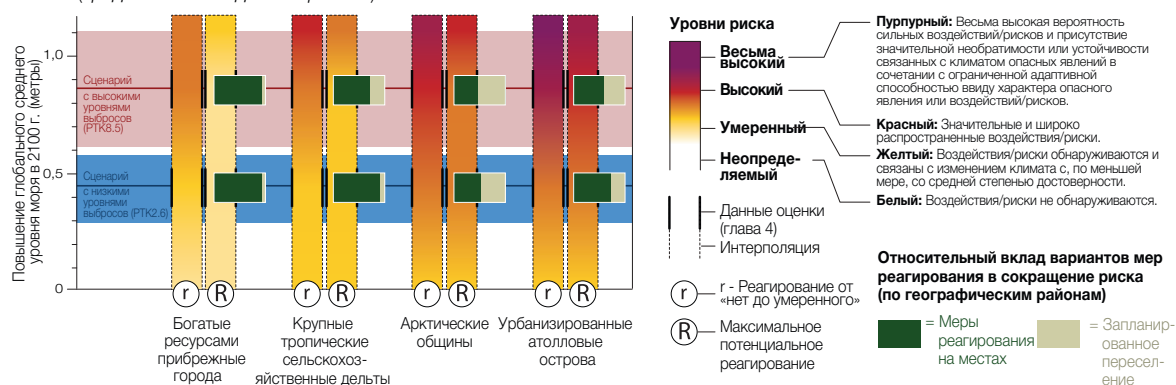
инфраструктуры, работы по защите береговой зоны, планирование городов) и могут быть улучшены с учетом соответствующего повышения уровня моря, благоприятствуя гибким мерам реагирования (т.е. мерам, которые могут быть адаптированы с течением времени) при поддержке систем мониторинга для выпуска заблаговременных предупреждений, периодически корректируя решения (т.е. принятие решений в области адаптации) и используя надежные методы принятия решений, экспертные заключения, разработку сценариев и разнообразные системы знаний (*высокая степень достоверности*). Темпы повышения уровня моря, которые должны быть учтены при планировании и осуществлении мер реагирования для прибрежных регионов, зависят от толерантности к риску со стороны субъектов деятельности. Субъекты деятельности с высокой толерантностью к риску (к примеру, те, которые планируют инвестиции, легко адаптируемые к непредвиденным условиям) часто предпочитают использовать *вероятный* диапазон проекций, тогда как субъекты деятельности с более низкой толерантностью к риску (например, те, которые принимают решения о критических объектах инфраструктуры) часто рассматривают глобальное и локальное среднее повышение уровня моря над верхним пределом *вероятностного* диапазона (в глобальном масштабе 1,1 м при РТК8.5 к 2100 году) и исходя из методов, характеризующихся более низкой степенью достоверности, например из информации, собранной экспертами. {1.8.1, 1.9.2, 4.2.3, 4.4.4, рисунок 4.2, перекрестная вставка 5 в главе 1, рисунок РП.5, РП В3}

Риски и меры реагирования, связанные с повышением уровня моря

Термин «реагирование» здесь используется вместо «адаптации» в связи с тем, что некоторые меры реагирования, например, отступление, могут считаться адаптацией, а могут не считаться.

(а) Риски в 2100 г. при различных сценариях повышения уровня моря и мер реагирования

Риски для иллюстративных географических районов, основанные на изменениях среднего уровня моря (средняя степень достоверности)



В этой оценке термин «реагирование» означает меры реагирования на повышение уровня моря на местах (прочные инженерные сооружения для защиты побережья, восстановление деградированных экосистем, ограничение проседания грунта) и запланированное переселение. Запланированное перемещение населения в этой оценке относится к опережающему управляемому отступанию или переселению только в локальном масштабе и в соответствии со спецификой конкретного контекста (например, на урбанизированных атолл-островах: в пределах острова, на соседнем острове или на искусственно возведенном острове). Насильственное перемещение и международная миграция не рассматриваются в этой оценке.

Иллюстративные географические районы основываются на ограниченном количестве анализов конкретных ситуаций, хорошо описанных в рецензированной литературе. Реализация риска будет зависеть от специфики контекста.

Сценарии повышения уровня моря: РТК4.5 и РТК6.0 не рассматриваются в данной оценке рисков, поскольку литература, обосновывающая данную оценку, имеется только для РТК2.6 и РТК8.5.

(b) Выгоды от мер реагирования на повышение уровня моря и смягчения его воздействия

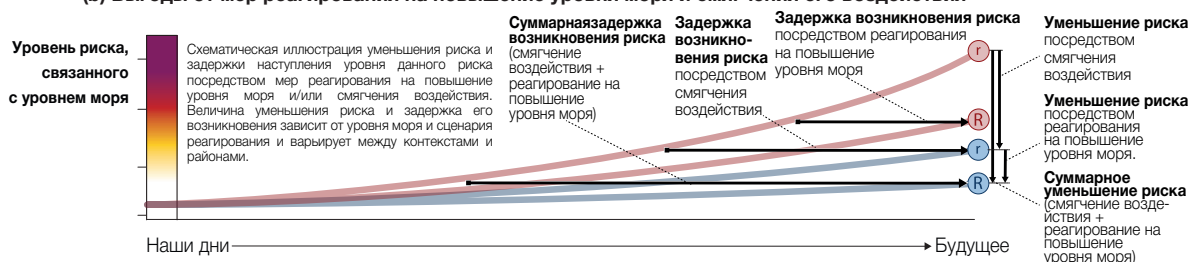


Рисунок РП.5 | а, b

(с) Меры реагирования на подъем среднего и экстремального уровней моря

Эта таблица иллюстрирует меры реагирования и их характеристики. Она не является исчерпывающей. Применимость любой меры реагирования зависит от географического местоположения и конкретных условий.

Степени достоверности (оценены по эффективности): ●●●● = Очень высокая ●●● = Высокая ●● = Средняя ● = Низкая

Меры реагирования	Потенциальная эффективность в контексте уменьшения риска повышения уровня моря (технические/биофизические пределы)	Преимущества (помимо снижения риска)	Сопутствующие выгоды	Недостатки	Экономическая эффективность	Проблемы управления
Жесткая защита	До нескольких метров ПУМ (4.4.2.2.4) ●●●	Предсказуемые уровни безопасности (4.4.2.2.4)	Многофункциональные дамбы, такие как для рекреации, или другие методы землепользования (4.4.2.2.5)	Разрушение мест обитания вследствие берегового сжатия, затопления и эрозийного понижения, блокирование, катастрофические последствия в случае неудачной защиты (4.3.2.4, 4.4.2.2.5)	Высокая, если ценность активов большая, как имеет место во многих урбанизированных и густонаселенных прибрежных районах (4.4.2.2.7)	Часто недоступны по цене для более бедных районов. Противоречия между целевыми задачами (например, сохранение, безопасность и туризм), противоречия по поводу распределения государственных бюджетных средств, недостаток финансов (4.3.3.2, 4.4.2.2.6)
Защита на основе наносов	Эффективна, но зависит от наличия осадочных пород (4.4.2.2.4) ●●●	Высокая гибкость (4.4.2.2.4)	Сохранение пляжей для отдыха/туризма	Разрушение мест обитания, которые служат источниками осадочных отложений (4.4.2.2.5)	Высокая, если высокие доходы от туризма (4.4.2.2.7)	Противоречия по поводу распределения средств из государственного бюджета (4.4.2.2.6)
Адаптация на основе экосистемного подхода	Сохранение кораллов	Возможности для вовлечения населения (4.4.2.3.1).	Расширение мест обитания, биоразнообразие, секвестрация углерода, доход от туризма, увеличенная продуктивность рыболовства, улучшенное качество воды. Обеспечение продовольствием, медикаментами, топливом, древесной и культурные выгоды (4.4.2.3.1)	Долгосрочная эффективность зависит от потепления океана, закисления и сценариев выбросов (4.3.3.5.2, 4.4.2.3.2)	Ограниченные сведения о соотношении выгоды-затрат; зависит от плотности населения и наличия земли (4.4.2.3.7)	Затруднительно получить разрешения на практическую реализацию. Недостаток финансов. Отсутствие наблюдения за проведением в жизнь природоохранной политики. Варианты политики АЭП не принимаются всерьез из-за краткосрочных экономических интересов, доступности земли (4.3.2.3.6)
	Восстановление кораллов					
	Сохранение водно-болотных угодий (марши, мангровые леса).					
	Восстановление водно-болотных угодий (марши, мангровые леса)					
Нарращивание побережья	До нескольких метров ПУМ (4.4.2.2.4) ●●●	Предсказуемые уровни безопасности (4.4.2.2.4)	Формирует доходы от земли и ее продаж, которые могут быть использованы для финансирования адаптации (4.4.2.4.5)	Засоление подземных вод, усиленная эрозия и потеря прибрежных экосистем и среды обитания (4.4.2.4.5)	Очень высокая, если цены на землю высокие, как имеет место на многих городских побережьях (4.4.2.4.7)	Часто недоступна по цене для более бедных районов. Социальные конфликты по поводу доступа к новым землям и их распределения (4.4.2.4.6)
Обустройство прибрежной зоны (строительство незатопляемых домов, системы заблаговременных предупреждений о явлениях паводков и т.п.)	Очень эффективно для малых ПУМ (4.4.2.5.4) ●●●	Отработанная технология; осадочные отложения во время паводков могут увеличить высоту над уровнем моря (4.4.2.5.5)	Сохраняет сопереженность с ландшафтом (4.4.2.5.5) В пятой: Не предотвращает затопления/воздействия (4.4.2.5.5)	Не предотвращает затопления/воздействия (4.4.2.5.5)	Очень высокая для систем заблаговременных предупреждений и мер в масштабе отдельных зданий (4.4.2.5.7)	Системы заблаговременных предупреждений требуют эффективных институциональных механизмов (4.4.2.6.6)
Отступление	Планируемое переселение	Эффективно, если имеются альтернативные безопасные помещения (4.4.2.6.4) ●●●	Риски, связанные с уровнем моря, могут быть устранены в самом начале (4.4.2.6.4)	Доступ к улучшенным услугам (здравоохранение, образование, жилищные условия), возможности трудоустройства и экономического роста (4.4.2.6.5)	Потеря социального единства, культурной идентичности и благосостояния. Ухудшенный уровень услуг (здравоохранение, образование, жилищные условия) и возможностей трудоустройства и экономического роста (4.4.2.6.5)	Ограниченные данные (4.4.2.6.7)
	Насильственное перемещение	Учитывает только немедленный риск в месте постоянного проживания	Не применяется	Не применяется	Диапазон от утраты средств к существованию и суверенитета (4.4.2.6.5)	Не применяется

(d) Выбор и способствование реализации мер реагирования на повышение уровня моря

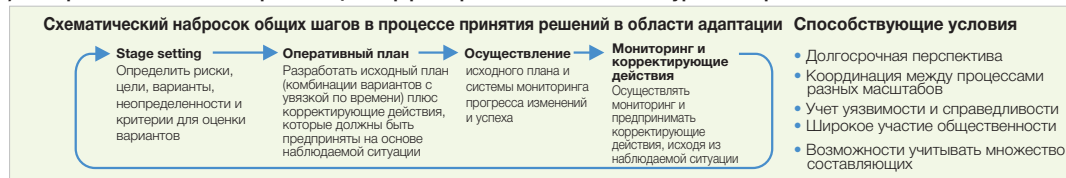


Рисунок РП.5 | Риски и меры реагирования, связанные с повышением уровня моря. Термин «реагирование» здесь используется вместо «адаптации» в связи с тем, что некоторые меры реагирования, например, отступление, могут считаться или не считаться адаптациями. Рисунок а) демонстрирует совокупный риск берегового затопления, эрозии и засоления для иллюстративных географических районов в 2100 г. ввиду изменения среднего и экстремального уровней моря при РТК2.6 и РТК8.5 и при двух сценариях реагирования. Риски при РТК4.5 и 6.0 не оцениваются ввиду отсутствия литературы по оцениваемым географическим районам. Эта оценка не учитывает изменения экстремального уровня моря за пределами тех, которые непосредственно вызваны подъемом среднего уровня моря; уровни рисков могут повыситься, если будут учитываться другие изменения экстремального уровня моря (например, под влиянием изменения интенсивности циклонов). Рисунок а) представляет один социально-экономический сценарий с относительно стабильной плотностью населения на протяжении столетия. {ДМ4.3.2} Риски для иллюстративных географических районов оценивались на основе относительных изменений уровня моря, согласно проекциям для ряда конкретных примеров: Нью-Йорк, Шанхай и Роттердам - богатые ресурсами прибрежные города, располагающие обширным опытом в плане реагирования; Южная Тарава, Фонгафале и Мале - городские атолловые острова; Меконг и Ганг-Брахмапутра-Мегхна - крупные тропические сельскохозяйственные дельты; Быковский, Шишмарев, Кивалина Туктоятук и Шингл Поинт - арктические общины, расположенные в районах, удаленных от быстрых гляцио-изостатических коррекций. {4.2, 4.3.4, ДМ4.2} В оценке проводится различие между двумя контрастирующими сценариями реагирования. «От отсутствия до умеренного реагирования» описывает усилия по состоянию на сегодняшний день (т.е. нет дальнейших значительных действий или новых типов действий). «Максимальное потенциальное реагирование» представляет сочетание мер реагирования, осуществленных в их полном объеме и тем самым - значительные дополнительные усилия по сравнению с нынешними, предполагая минимальные финансовые, социальные и политические барьеры. Эта оценка была проведена для каждого сценария повышения уровня моря, как указано с помощью символов в виде «тлеющих углей» на рисунке; промежуточные уровни риска интерполированы. {4.3.3} Критерии оценки включают подверженность и уязвимость (плотность активов, уровень деградации экосистем суши и буферных морских экосистем), прибрежные опасные явления (затопление, эрозия береговой линии, засоление), меры реагирования на местах (жесткие инженерные сооружения защиты, восстановление экосистем или создание новых природных буферных зон и борьба с проседанием грунта) и планируемое переселение. Планируемое переселение относится к управляемому отступанию или переселению, как описано в главе 4, т.е. опережающие меры местного масштаба по уменьшению риска путем переселения людей, активов и инфраструктуры. Вынужденное перемещение не учитывается в этой оценке. Рисунок а) также подчеркивает относительный вклад мер реагирования на местах и запланированных переселений в общее уменьшение риска. Рисунок б) схематически иллюстрирует уменьшение риска (вертикальные стрелки) и задержку возникновения риска (горизонтальные стрелки) посредством смягчения воздействия и/или принятия мер реагирования на повышение уровня моря. Рисунок с) кратко резюмирует и оценивает меры реагирования на подъем уровня моря с точки зрения их эффективности, затрат, сопутствующих выгод, недостатков, экономической эффективности и связанных с ними проблем управления. {4.4.2} Рисунок d) представляет обобщенную пошаговую схему адаптивного принятия решений, а также ключевые обязательные условия для реагирования на повышение уровня моря. {4.4.4; 4.4.5}

Способствующие условия

С.4 Создание условий, способствующих выработке устойчивости к изменению климата и устойчивому развитию, критическим образом зависит от масштабного сокращения выбросов в сочетании с последовательными и все более широкомасштабными действиями по адаптации (*весьма высокая степень достоверности*). Ключевыми инструментами реализации эффективных мер реагирования на связанные с климатом изменения в океане и криосфере являются интенсификация сотрудничества и координации между руководящими органами в различных масштабах и горизонтах планирования. Важную роль также играют образование и климатическая грамотность, мониторинг и прогнозирование, использование имеющихся источников знаний, обмен данными, информацией и знаниями, финансы, решение проблем социальной уязвимости и справедливости, а также институциональная поддержка. Такие инвестиции способствуют наращиванию потенциала, социальному обучению и участию в зависимости от контекста адаптации, а также поискам компромиссов и реализации сопутствующих выгод для уменьшения краткосрочных рисков и наращивания долгосрочной жизнеспособности и устойчивости (*высокая степень достоверности*). В настоящем докладе отражено состояние науки об океане и криосфере для низких уровней глобального потепления (1,5 °C), как было оценено также в предыдущих докладах МГЭИК и МПБЭУ. {1.1, 1.5, 1.8.3, 2.3.1, 2.3.2, 2.4, рисунок 2.7, 2.5, 3.5.2, 3.5.4, 4.4, 5.2.2, вставка 5.3, 5.4.2, 5.5.2, 6.4.3, 6.5.3, 6.8, 6.9, перекрестная вставка 9, рисунок РП.5}

С.4.1  В свете наблюдаемых и ожидаемых согласно проекциям изменений в океане и криосфере многие государства столкнутся с проблемами адаптации даже при энергичных мерах по смягчению воздействий (*весьма высокая степень достоверности*). Согласно проекциям, при сценарии высоких уровней выбросов многие зависящие от океана и криосферы общины столкнутся с проблемой пределов адаптации (например, биофизических, географических, финансовых, технических, социальных, политических и институциональных) в течение XXI века. Для сравнения, траектории низких уровней выбросов ограничивают риски от изменений в океане и криосфере в текущем столетии и последующие годы и способствуют более эффективному реагированию (*высокая степень достоверности*) и в тоже время также создают сопутствующие выгоды. Осуществление глубоких экономических и институциональных преобразований будет способствовать выстраиванию путей развития, не зависящих от изменения климата в контексте океана и криосферы (*высокая степень достоверности*). {1.1, 1.4–1.7, перекрестные вставки 1–3 в главе 1, 2.3.1, 2.4, Вставка 3.2, рисунок 3.4, перекрестная вставка 7 в главе 3, 3.4.3, 4.2.2, 4.2.3, 4.3.4, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.6, 5.4.2, 5.5.3, 6.9.2, перекрестная вставка 9, рисунок РП.5}

С.4.2  Интенсификация сотрудничества и координации между руководящими органами в различных масштабах, юрисдикциях, секторах, сферах политики и горизонтах планирования может способствовать эффективному реагированию на изменения в океане, криосфере и на повышение уровня моря (*высокая степень достоверности*). Региональное сотрудничество, включая договоры и конвенции,

может поддерживать действия по адаптации; однако пределы, в которых создаются благоприятные возможности по линии региональных политических структур для реагирования на воздействия и потери, вызываемые изменениями в океане и криосфере, в настоящее время ограничены (*высокая степень достоверности*). Институциональные механизмы, которые обеспечивают сильные многомасштабные связи с местными общинами и коренными народами, выгодны для адаптации (*высокая степень достоверности*). Координация и взаимодополняемость между национальными и трансграничными региональными мерами политики могут поддерживать усилия по устранению рисков для безопасности ресурсов и управления ими, такими как водные и рыбные (*средняя степень достоверности*). {2.3.1, 2.3.2, 2.4, Вставка 2.4, 2.5, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4, 4.4.4, 4.4.5, таблица 4.9, 5.5.2, 6.9.2}

- C.4.3  Для примера, накопленный к настоящему времени опыт по реагированию на повышение уровня моря, связанные с водой риски в некоторых высокогорных районах и риски изменения климата в Арктике, также показывает стимулирующее влияние учета долгосрочной перспективы при принятии краткосрочных решений, непосредственно учитывая неопределенность зависимых от контекста рисков после 2050 года (*высокая степень достоверности*) и наращивая потенциал возможностей управления для целей решения проблемы комплексных рисков (*средняя степень достоверности*). {2.3.1, 3.5.4, 4.4.4, 4.4.5, таблица 4.9, 5.5.2, 6.9, рисунок РП.5}

- C.4.4  Инвестиции в образование и наращивание потенциала на различных уровнях и в различных масштабах содействуют социальному обучению и развитию долгосрочного потенциала, зависящего от специфических особенностей реагирования в целях уменьшения риска и повышения устойчивости (*высокая степень достоверности*). Конкретные виды деятельности включают использование разнообразных систем знаний и региональной климатической информации при принятии решений, а также привлечение к участию местных общин, коренных народов и соответствующих субъектов деятельности в механизмах адаптивного управления и структурах планирования (*средняя степень достоверности*). Поощрение климатической грамотности и использование систем местных, традиционных и научных знаний способствуют информированности населения, пониманию и социальному обучению относительно местных специфических факторов риска и развитию потенциала реагирования (*высокая степень достоверности*). Такие инвестиции могут развить, а во многих случаях трансформировать, существующие институты и способствовать созданию основанных на имеющейся информации, интерактивных и адаптивных механизмов управления (*высокая степень достоверности*). {1.8.3, 2.3.2, рисунок 2.7, вставка 2.4, 2.4, 3.5.2, 3.5.4, 4.4.4, 4.4.5, таблица 4.9, 5.5.2, 6.9}

- C.4.5  Зависящие от конкретного контекста мониторинг и прогнозирование изменений в океанах и криосфере предоставляют информацию для планирования и осуществления адаптации и содействуют принятию обоснованных информацией решений по компромиссам между кратко- и долгосрочным выгодам (*средняя степень достоверности*). Стабильный долгосрочный мониторинг, обмен данными, информация и знания и усовершенствованные зависящие от конкретного контекста прогнозы, включая системы заблаговременных предупреждений для предсказания большего числа экстремальных явлений Эль-Ниньо/Ла-Нинья, тропических циклонов и морских волн жары, помогают справиться с негативными воздействиями от изменений океана, такими как убытки в рыболовстве и отрицательное влияние на здоровье человека, продовольственную безопасность, сельское хозяйство, коралловые рифы, аквакультуру, дикую природу, туризм, сохранение биологических видов, а также засухи и паводки (*высокая степень достоверности*). {2.4, 2.5, 3.5.2, 4.4.4, 5.5.2, 6.3.1, 6.3.3, 6.4.3, 6.5.3, 6.9}

- C.4.6  Определение приоритетности мер по решению проблем социальной уязвимости и равенства возможностей поддерживает усилия по активизации сопротивляемости к изменению климата и устойчивого развития в духе беспристрастности и справедливости (*высокая степень достоверности*), и она может быть поддержана посредством создания безопасных публичных условий для конструктивного участия общественности в обсуждении и разрешении конфликтов (*средняя степень достоверности*). {Вставка 2.4, 4.4.4, 4.4.5, таблица 4.9, рисунок РП.5}

- C.4.7  Данная оценка океана и криосферы в условиях меняющегося климата показывает выгоды энергичных мер по смягчению воздействий и эффективной адаптации для устойчивого развития, а с другой стороны – рост расходов и риски в результате отсроченных действий. Потенциальные возможности для того, чтобы составить карту для путей развития, не зависящих от изменения климата, варьируют как в самих океанах, высокогорных и полярных регионах, так и между ними. Реализация таких потенциальных возможностей зависит от коренных преобразований. Это подчеркивает безотлагательную необходимость определения приоритетности принятия своевременных, масштабных, скоординированных и постоянных действий (*весьма высокая степень достоверности*) {1.1, 1.8, перекрестная вставка 1 в главе 1, 2.3, 2.4, 3.5, 4.2.1, 4.2.2, 4.3.4, 4.4, таблица 4.9, 5.5, 6.9, перекрестная вставка 9, рисунок РП.5}

