

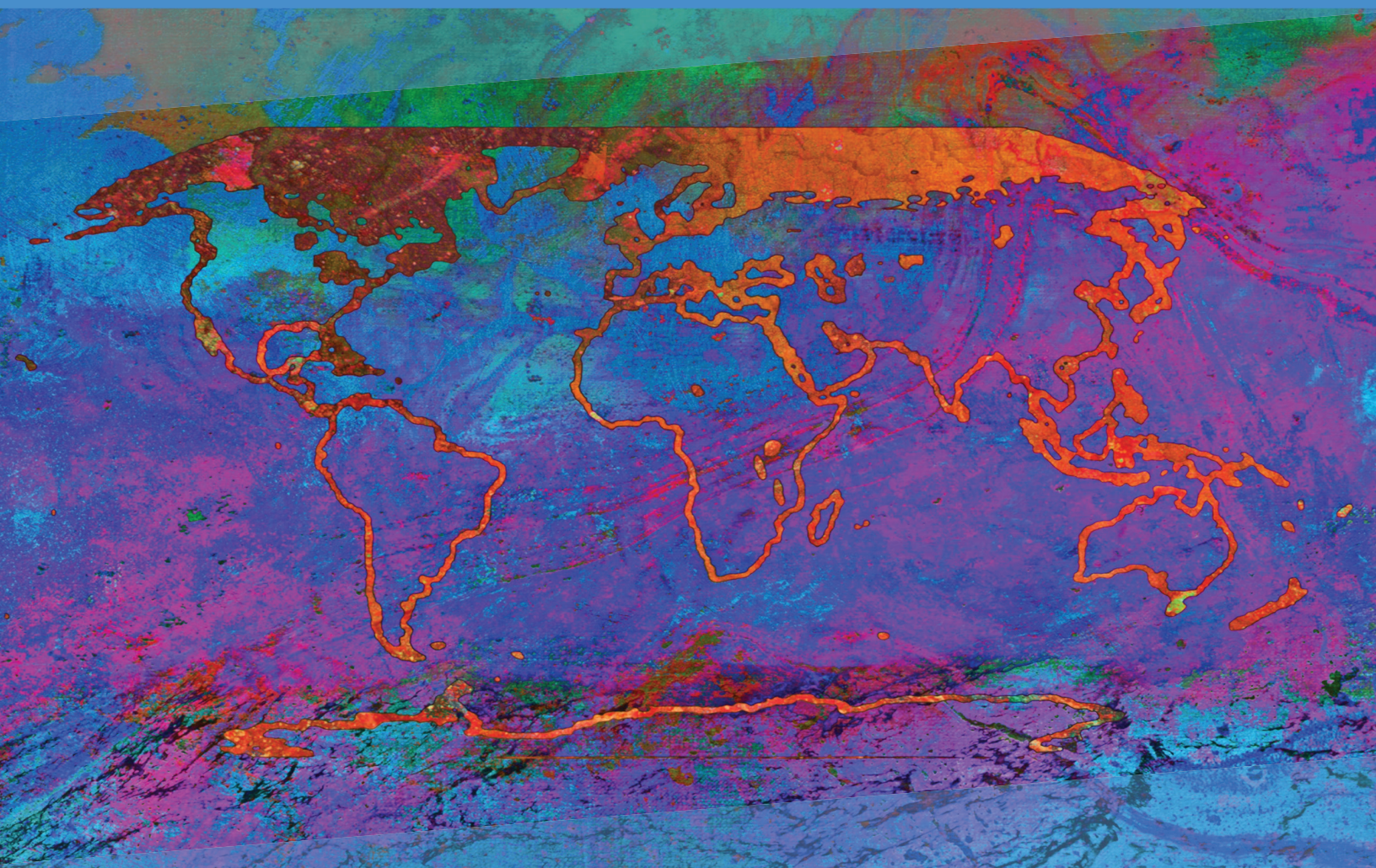
# МГЭИК

МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ГРУППА ЭКСПЕРТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

## Изменение климата, 2021 год

### Физическая научная основа

Резюме для политиков



WGI

Вклад Рабочей группы I в Шестой  
оценочный доклад Межправительственной  
группы экспертов по изменению климата





# Изменение климата, 2021 год

## Физическая научная основа

### Вклад Рабочей группы I в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата

#### Редакторы:

**Валери Массон-Дельмотт**

Сопредседатель Рабочей группы I

**Панмао Чжай**

Сопредседатель Рабочей группы I

**Анна Пирани**

Руководитель

**Сара Л. Коннорс**

Руководитель научной группы

**Клотильда Пеан**

Руководитель  
по оперативным вопросам

**Ян Чжень**

Старший научный сотрудник

**Лия Гольдфарб**

Старший научный сотрудник

**Мелинда И.Тигнор**

Старший научный сотрудник

**Дж. Б. Мэтьюз**

Старший научный сотрудник

**Софи Бергер**

Научный сотрудник

**Мэнтянь Хуан**

Научный сотрудник

**Озге Елекчи**

Научный сотрудник

**Ронг Ю**

Научный сотрудник

**Байцюань Чжоу**

Научный сотрудник

**Элизабет Лонной**

Помошник по проектам

**Томас К. Мэйкок.**

Научный редактор

**Тим Уотерфилд**

Сотрудник по ИТ

**Кэтрин Лейцелл**

Менеджер по вопросам коммуникации

**Нада Кауд**

Менеджер по информационно-  
пропагандистской работе

**Группа технической поддержки Рабочей группы I**

Иллюстрация на обложке: Изменение Алисы Зингер. [www.environmentalgraphiti.org](http://www.environmentalgraphiti.org) © 2021 Alisa Singer

© Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2021  
Напечатано МГЭИК в октябре 2021 года, Швейцария.  
Резюме для политиков имеются на веб-сайте МГЭИК [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

ISBN 978-92-9169-458-7

# Резюме для политиков



# Резюме для ПОЛИТИКОВ

## Основные авторы текста:

Ричард П. Аллан (Великобритания), Паола А. Ариас (Колумбия), Софи Бергер (Франция/Бельгия), Жозеп Г. Канаделл (Австралия), Кристоф Кассу (Франция), Далян Чэнь (Швеция), Анналиса Черчи (Италия), Сара Л. Коннорс (Франция/Великобритания), Эрика Коппола (Италия), Фэй Абигейл Круз (Филиппины), Аида Дионге-Ньянг (Сенегал), Франческо Х. Доблас-Рейес (Испания), Эрве Дувиль (Франция), Фатима Дриуеш (Марокко), Тамсин Л. Эдвардс (Соединенное Королевство), Франсуа Энгельбрехт (Южная Африка), Вероника Эйринг (Германия), Эрик Фишер (Швейцария), Грегори М. Флато (Канада), Пиерс Форстер (Соединенное Королевство), Бэйлор Фокс-Кэмпер (Соединенные Штаты Америки), Ян С. Фуглестведт (Норвегия), Джон К. Файф (Канада), Натан П. Жиллетт (Канада), Мелисса И. Гомис (Франция/Швейцария), Сергей К. Гулев (Российская Федерация), Хосе Мануэль Гутierrez (Испания), Рафик Хамди (Бельгия), Джордан Харольд (Соединенное Королевство), Матиас Хаузер (Швейцария), Эд Хокинс (Соединенное Королевство), Хелен Т. Хьюит (Соединенное Королевство), Том Габриэль Йохансен (Норвегия), Кристофер Джоунс (Соединенное Королевство), Ричард Г. Джоунс (Соединенное Королевство), Даррелл С. Кауфман (Соединенные Штаты Америки), Збигнев Климонт (Австрия/Польша), Роберт Е. Копп (Соединенные Штаты Америки), Чарльз Коуен (Соединенные Штаты Америки), Герхард Криннер (Франция/Германия, Франция), Юнь-И Ли (Республика Корея), Ирэн Лорензони (Соединенное Королевство/Италия), Йохем Мароцке (Германия), Валери Массон-Дельмонт (Франция), Томас К. Мэйкок (Соединенные Штаты Америки), Мальте Майншаузен (Австрия/Германия), Педро М.С. Монтейро (Южная Африка), Анджела Морелли (Норвегия/Италия), Вайшали Наик (Соединенные Штаты Америки), Дирк Ноц (Германия), Фредерик Отто (Соединенное Королевство/Германия), Мэтью Д. Пальмер (Соединенное Королевство), Изидин Пинто (Южная Африка/Мозамбик), Анна Пирани (Италия), Джаан-Каспер Платтнер (Свазиленд), Кришнан Рагхаван (Индия), Рошанка Ранасингхе (Нидерланды/Шри Ланка, Австралия), Джоери Рогельдж (Соединенное Королевство/Бельгия), Маиса Рохас (Чили), Алекс К. Руане (Соединенные Штаты Америки), Жан-Баптист Салле (Франция), Бьерн Х. Самсет (Норвегия), Соня И. Сеневираатне (Швейцария), Яна Силлманн (Норвегия/Германия), Анна А. Соренсон (Аргентина), Таннесия С.Стефенсон (Ямайка), Труде Сторелвмо (Норвегия), Софи Сзопа (Франция), Питер У. Торн (Ирландия/Соединенное Королевство), Блэр Тревин (Австралия), Робер Вотард (Франция), Каролина Вера (Аргентина), Нуреддин Яссаа (Алжир), Зенке Заехль (Германия), Панмао Чжай (Китай), Сзебинь Чжан (Канада), Кирстен Зикфельд (Канада/Германия).

## Авторы:

Кришна М. Ачутарао (Индия), Бхупеш Адхикари (Непал), Эдвин Алдриан (Индонезия), Кайл Армур (Соединенные Штаты Америки), Говиндасами Бала (Индия/Соединенные Штаты Америки), Рондротиана Барималала (Южная Африка/Мадагаскар), Николя Беллуен (Соединенное Королевство/Франция), Уильям Коллинз (Соединенное Королевство), Уильям Д. Коллинз (Соединенные Штаты Америки), Сюзанна Корти (Италия), Питер М. Кокс (Соединенное Королевство), Франк Д. Дентенер (ЕС/Нидерланды), Клаудин Дерезински (Бразилия), Алехандро Ди Лука (Австралия, Канада/Аргентина), Алессандро Дозио (Италия), Лея Голдфарб (Франция/Соединенные Штаты Америки), Ирина В. Городецкая (Португалия/Бельгия, Российская Федерация), Пандора Хоуп (Австралия), Марк Хауден (Австралия), А.К.М. Сайфул Ислам (Бангладеш), Ю Косака (Япония), Джеймс Коссин (Соединенные Штаты Америки), Свитлана Краковска (Украина), Чао Ли (Китай), Цзэнь Ли (Китай), Торсен Мауритсен (Германия/Дания), Себастьян Милински (Германия), Сеунг-Ки Мин (Республика Корея), Тханх Нго Дук (Вьетнам), Энди Рейзингер (Новая Зеландия), Лукас Руис (Аргентина), Шубха Сатъендранат (Соединенное Королевство / Индия), Эме Б.А. Сланген (Нидерланды), Крис Смит (Соединенное Королевство), Изуру Такаябу (Япония), Мухаммад Ирфан Тарик (Пакистан), Анн-Мари Трегьер (Франция), Барт ван ден Хурк (Нидерланды), Карина фон Шукманн (Франция/Германия), Ценьде Сяо (Китай).

При ссылках на настоящее Резюме для политиков следует указывать:

МГЭИК, 2021: Резюме для политиков. В: *Изменение климата, 2021 год: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Массон-Дельмотт, М.П. Чжай, А. Пирани, С.Л. Коннорс, К. Пеан, С. Бергер, Н. Кауд, Ю. Чэнь, Л. Голдфарб, М.И. Гомис, М. Хуан, К. Лейтцелл, Э. Лонной, Дж. Б.Р. Мэтьюз, Т.К. Мэйкок, Т. Уотерфилд, О. Йелекчи, Р.Ю. и Б. Чжоу (ред.)]. Кембридж юниверсити пресс

## Введение

В настоящем Резюме для политиков (РП) представлены основные выводы вклада Рабочей группы I (РГ1) в Шестой оценочный доклад (ОД6) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) по физическим научным основам изменения климата<sup>1</sup>. Доклад основан на вкладе Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад МГЭИК (ОД5) 2013 года, на специальных докладах Шестого цикла МГЭИК 2018-2019 годов<sup>2</sup> и включает новые доказательства на основе климатических данные<sup>3</sup>.

Данное РП представляет собой обобщение уровня знаний про состояния климата в настоящее время, включая его изменения, роль антропогенного воздействия на климат, уровень знаний о возможных изменениях климата в будущем, информацию о климате, относящуюся к регионам и секторам, и влияние на изменения климата, вызванное деятельностью человека.

На основе научного понимания ключевые выводы могут быть сформулированы как факты или положения с указанным с помощью выверенной терминологии МГЭИК уровнем достоверности оценки<sup>4</sup>.

Научное обоснование каждого ключевого вывода содержится в разделах основного доклада и в интегрированном обобщении, представленном в Техническом резюме (далее ТР), и указано в фигурных скобках. Интерактивный Атлас I ОД6 способствует более полному представлению этих ключевых результатов обобщения и вспомогательной информации об изменении климата в некоторых регионах РГ<sup>5</sup>.

## А. Современное состояние климата

*После ОД5 усовершенствования в оценках, основанные на наблюдениях, и информация из палеоклиматических архивов дают полное представление о каждом компоненте климатической системы и ее изменениях на сегодняшний день. Новые модельные расчеты климата, новые методы анализа, объединяющие множество доказательств, позволяют лучше понять влияние человека на более широкий спектр климатических переменных, включая погодные и климатические экстремальные события. Временные периоды, рассматриваемые в данном разделе, зависят от доступности наблюдений, палеоклиматических архивов и научных статей в рецензируемых изданиях.*

**А.1 Однозначно, что влияние человека вызвало потепление атмосферы, океана и суши. Произошли широкомасштабные и быстрые изменения в атмосфере, океане, криосфере и биосфере. {2.2, 2.3, перекрестная вставка 2.3, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.8, 5.2, 5.3, 6.4, 7.3, 8.3, 9.2, 9.3, 9.5, 9.6, перекрестная вставка 9.1} (Рисунок РП.1, рисунок РП.2)**

**А.1.1 Наблюдаемые увеличения концентраций хорошо перемешанных парниковых газов (ПГ), с, примерно, 1750 года, однозначно вызваны деятельностью человека. С 2011 года (данные измерений представлены в ОД5) концентрации парниковых газов в атмосфере продолжали**

1 Решение IPCC/CLM-2.

2 Три специальных доклада являются: Глобальное потепление на 1,5 °C: Специальный доклад МГЭИК 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 (СД1.5); Изменение климата и суша: Специальный доклад МГЭИК об изменении климата, опустынивании, деградации земель, устойчивом управлении земельными ресурсами, продовольственной безопасности и потоках парниковых газов в наземных экосистемах (СДИКЗ); Специальный доклад МГЭИК об океане и криосфере в условиях изменяющегося климата (СДОКК).

3 Оценочный доклад ОД6 охватывает научную литературу, принятую к публикации до 31 января 2021 года.

4 В основе каждого вывода лежит оценка обосновывающих его доказательств и степени согласия. Степень достоверности выражена с использованием пяти классификаторов: очень низкая, низкая, средняя, высокая и весьма высокая, и печатается курсивом, например, *средняя степень достоверности*. Для обозначения оцененного правдоподобия последствия или результата используются следующие термины: практически достоверно 99–100 %; весьма вероятно 90–100 %; вероятно 66–100 %; почти так же вероятно, как и нет 33–66 %; маловероятно 0–33 %; очень маловероятно 0–10 %; и крайне маловероятно 0–1 %. Дополнительные термины (крайне вероятно 95–100 %; скорее вероятно, чем нет >50–100 %, и крайне маловероятно 0–5 %) также используются, когда это необходимо. Оцененное правдоподобие печатается курсивом, например, *весьма вероятно*. Это согласуется с ОД5. В настоящем докладе, если не указано иное, квадратные скобки [от «х» до «у»] используются для представления оцененного весьма вероятного диапазона или 90 % интервала.

5 Интерактивный Атлас доступен на сайте <https://interactive-atlas.ipcc.ch>.

увеличиваться, достигая среднегодовых значений 410 частей на миллион (ppm) для двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>), 1866 частей на миллиард (ppb) для метана (CH<sub>4</sub>) и 332 ppb для закиси азота (N<sub>2</sub>O)<sup>6</sup> в 2019 году. За последние шесть десятилетий суша и океан поглотили более половины (глобально около 56 % в год) выбросов CO<sub>2</sub>, вызванных деятельностью человека, при этом наблюдались региональные различия (*высокая степень достоверности*)<sup>7</sup>.  
{2.2, 5.2, 7.3, TP.2.2, вставка TP.5}

РП

- A.1.2 Начиная с 1850 года каждое из последних четырех десятилетий было более теплым по сравнению с любым предшествующим десятилетием. Глобальная приземная температура<sup>8</sup> в первые два десятилетия XXI века (2001–2020 годы) была на 0,99 [0,84–1,10] °C выше, чем в период с 1850 по 1900 годы<sup>9</sup>. Глобальная приземная температура в 2011–2020 годы была на 1,09 [0,95–1,20] °C выше, чем в 1850–1900 годы, причем над сушей (1,59 [1,34–1,83] °C) она повысилась сильнее, чем над океаном (0,88 [0,6–1,01] °C). Увеличение глобальной приземной температуры после ОД5 в основном связано с дальнейшим потеплением с 2003–2012 годов (+0,19 [0,16–0,22] °C). Помимо этого, развитие методологий и новые данные добавили еще примерно 0,1 °C в обновленную оценку потепления, содержащуюся в ОД6<sup>10</sup>.  
{2.3, перекрестная вставка 2.3} (Рисунок РП.1)
- A.1.3 *Вероятный* диапазон общего повышения глобальной приземной температуры с 1850–1900 по 2010–2019 годы<sup>11</sup>, вызванного деятельностью человека, составляет от 0,8 °C до 1,3 °C, при наилучшей оценке в 1,07 °C. *Вероятно*, что хорошо перемешанные ПГ способствовали потеплению от 1,0 °C до 2,0 °C, при этом другие антропогенные факторы (в основном аэрозоли) способствовали охлаждению от 0,0 °C до 0,8 °C; природные факторы изменили глобальную приземную температуру от –0,1 °C до +0,1 °C, а внутренняя изменчивость изменила ее от –0,2 °C до +0,2 °C. *Весьма вероятно*, что хорошо перемешанные ПГ были основным фактором<sup>12</sup> тропосферного потепления с 1979 года, и *крайне вероятно*, что антропогенное разрушение стратосферного озона было основным фактором охлаждения нижней стратосферы с 1979 до середины 1990-х годов.  
{3.3, 6.4, 7.3, TP.2.3, перекрестная вставка TP.1} (Рисунок РП.2)
- A.1.4 Глобально осредненное количество осадков над сушей *вероятно* увеличилось с 1950 года, причем более быстрое увеличение имело место с 1980-х годов (*средняя степень достоверности*). *Вероятно*, что антропогенное воздействие повлияло на режим наблюдаемых изменений осадков с середины XX века, и *крайне вероятно*, что антропогенное воздействие повлияло на режим наблюдаемых изменений в солености приповерхностного слоя океана. Вероятно, что с 1980-х годов траектории среднеширотных циклонов сместились в сторону полюсов в обоих полушариях, причем эти тенденции носят ярко выраженный сезонный характер (*средняя степень достоверности*). *Весьма вероятно*, что в Южном полушарии антропогенное воздействие способствовало смещению к полюсу полярного струйного течения в летний период.  
{2.3, 3.3, 8.3, 9.2, TP.2.3, TP.2.4, вставка TP.6}

6 В 2019 году концентрации других ПГ составили: перфторуглероды (ПФУ) – 109 частей на триллион (ppt) эквивалента CF<sub>4</sub>; гексафторид серы (SF<sub>6</sub>) – 10 ppt; трифторид азота (NF<sub>3</sub>) – 2 ppt; гидрофторуглероды (ГФУ) – 237 ppt эквивалента ГФУ-134a; другие газы Монреальского протокола (в основном хлорфторуглероды (ХФУ) и гидрохлорфторуглероды (ГХФУ)) – 1032 ppt эквивалента ХФУ-12). Увеличения с 2011 года составляют 19 ppt для CO<sub>2</sub>, 63 ppb для CH<sub>4</sub> и 8 ppb для N<sub>2</sub>O.

7 Суша и океан не являются существенными поглотителями других ПГ.

8 Во всем РП термин «глобальная приземная температура» используется как для глобальной средней приземной температуры, так и для глобальной температуры приземного воздуха. Изменения в этих величинах оцениваются с высокой степенью достоверности, при этом они отличаются друг от друга не более чем на 10 %, но наличие противоречивых доказательств приводит к низкой степени достоверности знака (направления) любого различия в долгопериодной изменчивости {Перекрестная вставка TP.1}

9 Период 1850–1900 годов представляет собой самый ранний период достаточно полных глобальных наблюдений, необходимых для оценки глобальной приземной температуры и, в соответствии с ОД5 и СД1.5, он используется в качестве аппроксимации доиндустриальных условий.

10 Со времени ОД5 методологические достижения и новые данные обеспечили более полное пространственное покрытие для представление изменений приземной температуры, в том числе в Арктике. Эти и другие усовершенствования также повысили оценку изменения глобальной приземной температуры приблизительно на 0,1 °C, но это увеличение не представляет собой дополнительное физическое потепление со времени ОД5.

11 Различия в периоде с A.1.2 возникает потому, что в исследованиях по атрибуции используется более ранний период. Наблюдаемое потепление в период 2010–2019 годов составляет 1,06 [0,88–1,21] °C.

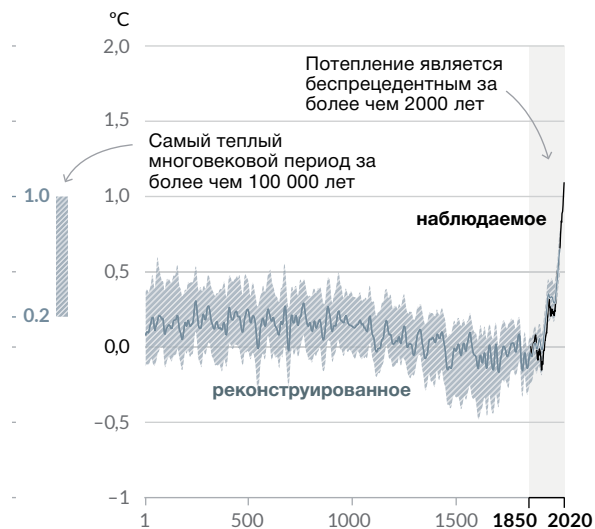
12 Во всем данном РП «основной движущий фактор» означает фактор, вызывающий изменение более чем на 50 %.

- A.1.5 *Весьма вероятно*, что влияние человека является основным фактором глобального таяния ледников с 1990-х годов и сокращения площади арктического морского льда с 1979–1988 по 2010–2019 годы (примерно на 40 % в сентябре и примерно на 10 % в марте). В период с 1979 по 2020 годы не наблюдалось какой-либо значительной тенденции изменения площади антарктического морского льда из-за противоположных трендов в разных районах Антарктики и большой внутренней изменчивости. *Весьма вероятно*, что влияние человека способствовало уменьшению площади весеннего снежного покрова в Северном полушарии с 1950 года. *Весьма вероятно*, что влияние человека способствовало наблюдаемому таянию поверхности Гренландского ледяного щита за последние два десятилетия, однако имеются лишь *ограниченные доказательства*, со *средней степенью согласия* влияния человека на уменьшение массы Антарктического ледяного щита.  
{2.3, 3.4, 8.3, 9.3, 9.5, TP.2.5}
- A.1.6 *Практически достоверно*, что с 1970-х годов произошло потепление верхнего слоя Мирового океана (0–700 м), и *крайне вероятно*, что основным фактором является влияние человека. *Практически достоверно*, что антропогенные выбросы CO<sub>2</sub> являются основным движущим фактором нынешнего глобального закисления поверхности океана. Существует *высокая степень достоверности* того, что уровень кислорода в верхнем слое океана резко снизился во многих районах с середины XX века, и средняя степень достоверности того, что влияние человека способствовало этому снижению.  
{2.3, 3.5, 3.6, 5.3, 9.2, TP.2.4}
- A.1.7 Глобальный средний уровень моря повысился на 0,20 [от 0,15 до 0,25] м в период между 1901 и 2018 годами. Средняя скорость подъема уровня моря составила 1,3 [от 0,6 до 2,1] мм/год между 1901 и 1971 годами, увеличиваясь при этом до 1,9 [от 0,8 до 2,9] мм/год между 1971 и 2006 годами, и далее возрастая до 3,7 [от 3,2 до 4,2] мм/год между 2006 и 2018 годами (*высокая степень достоверности*). *Весьма вероятно*, что влияние человека было основным движущим фактором такого роста, по крайней мере с 1971 года.  
{2.3, 3.5, 9.6, перекрестная вставка 9.1, вставка TP.4}
- A.1.8 Изменения в биосфере суши с 1970 года соответствуют глобальному потеплению: климатические зоны сместились к полюсам в обоих полушариях, а вегетационный период в среднем удлинился на два дня за десятилетие с 1950-х годов в средних широтах Северного полушария (*высокая степень достоверности*).  
{2.3, TP.2.6}

## Влияние человека привело к потеплению климата со скоростью, небывалой, по меньшей мере, за последние 2000 лет

### Изменения глобальной приземной температуры относительно 1850–1900 годов.

а) Изменение глобальной приземной температуры (среднедекадное) – **по историческим реконструкциям** (1–2000) и наблюдаемое (1850–2020)



б) Изменение глобальной приземной температуры (среднегодовое) – **наблюдаемое** и смоделированное с использованием **антропогенных и естественных** и только **естественных факторов** (для 1850–2020 годов)

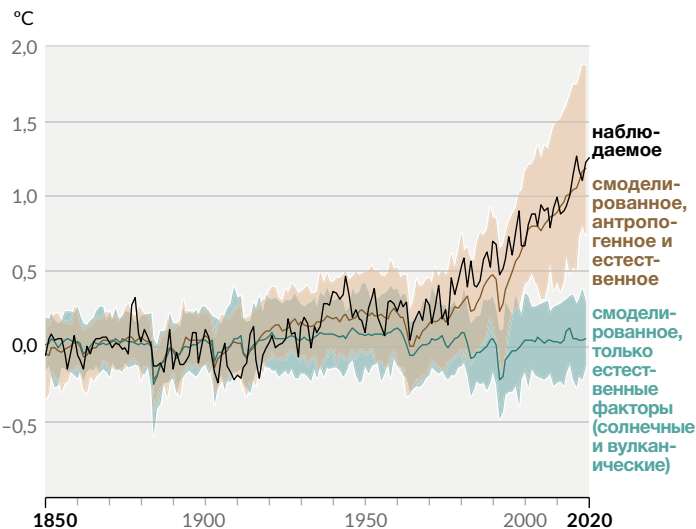


Рисунок РП.1 | Изменения глобальной температуры и причины недавнего потепления.

**(а) Изменения глобальной приземной температуры, реконструированные по данным палеоклиматических архивов** (серая линия, годы 1–2000) **и наблюдений** (черная линия, 1850–2020 годы) как относительно 1850–1900 годов, так и в среднем за десятилетие. Вертикальная полоса слева показывает расчетную температуру (*весьма вероятный* диапазон) во время самого теплого многовекового периода, по меньшей мере за последние 100 000 лет, который имел место около 6500 лет назад во время текущего межледникового периода (Голоцен). Последнее межледниковье, около 125 000 лет назад, является следующим кандидатом на период более высокой температуры. Эти прошлые теплые периоды были вызваны медленными (многотысячелетними) орбитальными колебаниями. Серая штриховка с белыми диагональными линиями показывает *весьма вероятные* диапазоны реконструкций температуры.

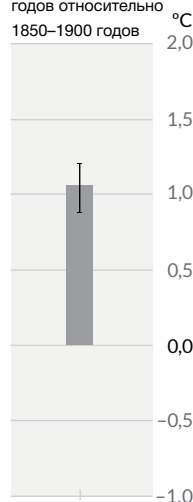
**(б) Изменения глобальной приземной температуры за последние 170 лет** (черная линия) относительно 1850–1900 годов и в среднегодовом исчислении, сопоставленные с климатическими модельными расчетами (этапа 6 Проекта по сравнению объединенных климатических моделей (CMIP6) (см. вставку РП.1)) реакции температуры как на антропогенные, так и на природные факторы (коричневый цвет), и только на природные факторы (солнечная и вулканическая активность, зеленый цвет). Сплошные цветные линии показывают мультимодельное среднее значение, а цветные штриховки – *весьма вероятный* диапазон модельных расчетов. (Оцененные вклады в потепление см. на рисунке РП.2).

{2.3.1; перекрестная вставка 2.3; 3.3; TP.2.2; перекрестная вставка TP.1, рисунок 1а}

## Наблюдаемое потепление обусловлено антропогенными выбросами, при этом потепление из-за парниковых газов частично сглаживается аэрозольным охлаждением

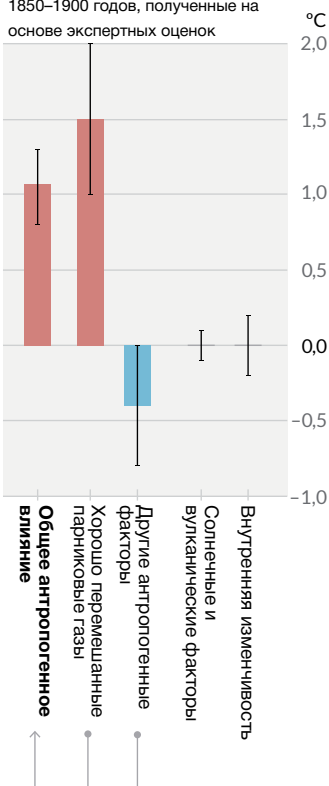
### Наблюдаемое потепление

(а) Наблюдаемое потепление 2010–2019 годов относительно 1850–1900 годов



### Вклады в потепление на основе двух взаимодополняющих подходов

(б) Совокупные вклады в потепление 2010–2019 годов относительно 1850–1900 годов, полученные на основе экспертных оценок



(в) Вклады в потепление 2010–2019 годов относительно 1850–1900 годов, оцененные на основе исследований радиационного воздействия

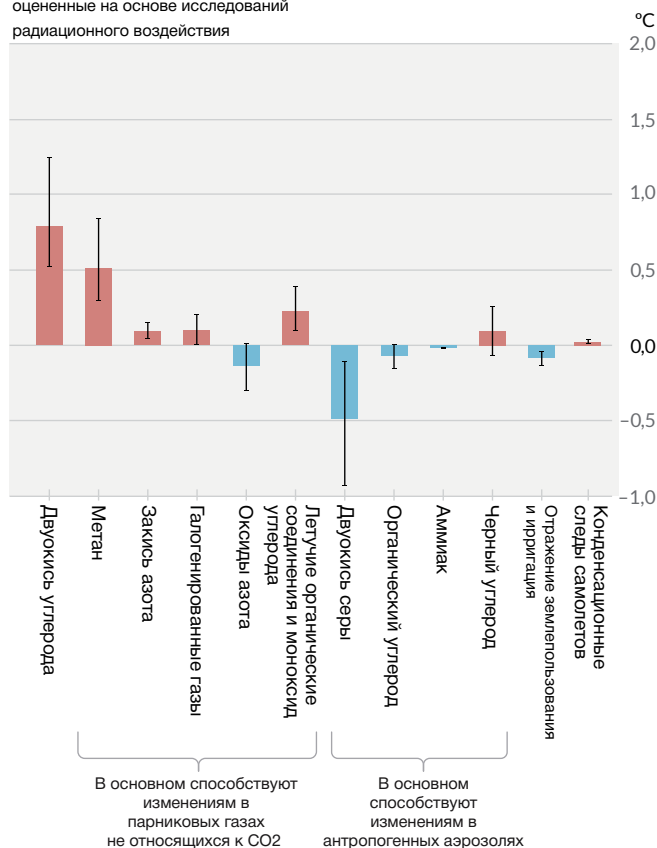


Рисунок РП.2 | Оцененные вклады в наблюдаемое потепление в 2010–2019 годах относительно 1850–1900 годов.

(а) **Наблюдаемое глобальное потепление** (повышение глобальной приземной температуры). Стандартные отклонения показывают *весьма вероятный* диапазон.

(б) **Доказательства, полученные по результатам экспертных оценок**, которые обобщают информацию из климатических моделей и наблюдений. Этот рисунок показывает изменение температуры, причины которого объясняются: общим влиянием человека; изменениями в концентрациях хорошо перемешанных парниковых газов; другими антропогенными факторами, связанными с аэрозолями, озоном и изменениями в землепользовании; солнечными и вулканическими факторами; и внутренней изменчивостью климата. Стандартные отклонения показывают *вероятные* диапазоны.

(в) **Доказательства, полученные по результатам оценки радиационного воздействия и чувствительности климата**. На этом рисунке показаны изменения температуры, вызванные отдельными компонентами антропогенного воздействия: выбросами парниковых газов, аэрозолей и их прекурсоров; изменениями в землепользовании; инверсионными следами самолётов. Стандартные отклонения показывают *весьма вероятные* диапазоны. В оценках учитываются как прямые выбросы в атмосферу, так и их эффект, если таковой имеется, оказываемый на другие климатические факторы. По аэрозолям рассматриваются как прямые эффекты (в результате радиации), так и косвенные эффекты (в результате взаимодействий с облаками).

{Перекрестная вставка 2.3, 3.3.1, 6.4.2, 7.3}

- A.2 Масштабы происходящих изменений в климатической системе в целом, а также нынешнее состояние многих компонентов климатической системы, являются беспрецедентными для периодов от многих столетий до многих тысяч лет.**  
{2.2, 2.3, перекрестная вставка 2.1, 5.1} (Рисунок РП.1)
- A.2.1 В 2019 году концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере были выше, чем когда-либо за, по меньшей мере, 2 миллиона лет (*высокая степень достоверности*), а концентрации CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O были выше, чем когда-либо за, по меньшей мере, 800 000 лет (*весьма высокая степень достоверности*). С 1750 года увеличение концентраций CO<sub>2</sub> (47%) и CH<sub>4</sub> (156%) намного превышает естественные многотысячелетние изменения между ледниковыми и межледниковыми периодами, по крайней мере, за последние 800 000 лет, а увеличение N<sub>2</sub>O (23%) остается в рамках естественной изменчивости (*очень высокая степень достоверности*).  
{2.2, 5.1, TP.2.2}
- A.2.2 С 1970 года глобальная приземная температура увеличивалась быстрее, чем за любой другой 50-летний период, по меньшей мере, за последние 2000 лет (*высокая степень достоверности*). Температура последнего десятилетия (2011–2020) превышает температуру последнего теплого периода, наблюдавшегося примерно 6500 лет назад<sup>13</sup> [0,2 °C–1 °C относительно 1850–1900 годов] (*средняя степень достоверности*). Самый недавний теплый период, когда температура была сравнима с температурой последнего десятилетия, был примерно 125 000 лет назад [0,5 °C–1,5 °C относительно 1850–1900 годов] (*средняя степень достоверности*).  
{2.3, перекрестная вставка 2.1, перекрестная вставка TP.1} (Рисунок РП.1)
- A.2.3 В 2011–2020 годах среднегодовая площадь арктического морского льда достигла самых низких значений с, по меньшей мере, 1850 года (*высокая степень достоверности*). Площадь арктического морского льда в конце лета была меньше, чем когда-либо за последние 1000 лет (*средняя степень достоверности*). Глобальный характер отступления ледников с 1950-х годов, когда почти все ледники мира отступают одновременно, является беспрецедентным, по меньшей мере, за последние 2000 лет (*средняя степень достоверности*).  
{2.3, TP.2.5}
- A.2.4 Глобальный средний уровень моря с 1900 года повышался быстрее, чем в любое предшествующее столетие, по меньшей мере за последние 3000 лет (*высокая степень достоверности*). За последнее столетие океан теплел быстрее, чем с момента окончания последнего дегляциального переходного периода (около 11 000 лет назад) (*средняя степень достоверности*). За последние 50 миллионов лет произошло увеличение содержания pH в поверхностном слое открытого океана (*высокая степень достоверности*). Однако, такой низкий уровень pH в поверхностном слое открытого океана, как в последние десятилетия, является уникальным за последние 2 миллиона лет (*средняя степень достоверности*).  
{2.3, TP.2.4, вставка TP.4}
- A.3 Антропогенное изменение климата уже влияет на многие метеорологические и климатические экстремальные события во всех регионах земного шара. Доказательства наблюдаемых изменений в экстремальных событиях, таких как волны жары, сильные осадки, засухи и тропические циклоны, и, объяснение их причин антропогенным воздействием, стали более убедительными после ОД5.**  
{2.3, 3.3, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, вставка 8.1, вставка 8.2, вставка 9.2, 10.6, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 12.3} (Рисунок РП.3)
- A.3.1 *Практически достоверно*, что явления экстремальной жары (включая волны жары) стали более частыми и более интенсивными в большинстве регионов суши с 1950-х годов, в то время как явления экстремального холода (включая волны холода) стали менее частыми и менее суровыми, при этом существует *высокая степень достоверности* того, что антропогенное изменение

<sup>13</sup> Как указано в разделе В.1, даже по сценарию ОСЭВ1-1.9 с очень низким уровнем выбросов, температуры, согласно оценкам, будут выше температур последнего десятилетия, по меньшей мере до 2100 года, и, следовательно, будут выше, чем за период 6500 лет назад.

климата является основным движущим фактором<sup>14</sup> этих изменений. Крайне маловероятно, что некоторые явления экстремальной жары, наблюдавшиеся в последнее десятилетие, могли бы возникнуть без воздействия человека на климатическую систему. Частота морских волн тепла увеличилась, примерно, в два раза с 1980-х годов (*высокая степень достоверности*), и *вероятно*, что влияние деятельности человека способствовало возникновению большинства из них, по меньшей мере с 2006 года.

{Вставка 9.2, 11.2, 11.3, 11.9, TP.2.4, TP.2.6, вставка TP.10} (Рисунок TP.3)

- A.3.2 Частота и интенсивность сильных осадков увеличилась с 1950-х годов на большей части территории суши, где данных наблюдений достаточно для анализа этих изменений (*высокая степень достоверности*), и *вероятно*, что основным движущим фактором является антропогенное изменение климата. Антропогенное изменение климата способствовало усилению сельскохозяйственных и экологических засух<sup>15</sup> в некоторых регионах из-за увеличения эвапотранспирации суши<sup>16</sup> (*средняя степень достоверности*). {8.2, 8.3, 11.4, 11.6, 11.9, TP.2.6, вставка TP.10} (Рисунок РП.3)
- A.3.3 Уменьшение глобальных муссонных осадков<sup>17</sup> над сушей с 1950-х по 1980-е годы частично объясняется антропогенными выбросами аэрозолей в Северном полушарии, но их увеличение с тех пор стало результатом роста концентраций ПГ и внутренней изменчивости в масштабе от одного до нескольких десятилетий (*средняя степень достоверности*). В Южной и Восточной Азии, а также в Западной Африке увеличению муссонных осадков в результате потепления из-за выбросов ПГ противодействовало уменьшение муссонных осадков в результате охлаждения из-за антропогенных выбросов аэрозолей в течение XX века (*высокая степень достоверности*). Увеличение муссонных осадков в Западной Африке с 1980-х годов частично связано с растущим влиянием ПГ и уменьшением охлаждающего эффекта антропогенных выбросов аэрозолей над Европой и Северной Америкой (*средняя степень достоверности*). {2.3, 3.3, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, вставка 8.1, вставка 8.2, 10.6, вставка TP.13}
- A.3.4 *Вероятно*, что за последние четыре десятилетия глобальная доля возникновения сильных (категория 3–5) тропических циклонов увеличилась, и, *вероятно*, что широта, на которой тропические циклоны на западе северной части Тихого океана достигают своей максимальной интенсивности, сместилась к северу; эти изменения не могут быть объяснены только внутренней изменчивостью (*средняя степень достоверности*). Существует *низкая степень достоверности* долгопериодных (от нескольких десятилетий до столетия) изменений повторяемости всех категорий тропических циклонов. Исследования атрибуции явлений и их физическое понимание показывают, что при антропогенном изменении климата увеличивается количество сильных осадков, связанных с тропическими циклонами (*высокая степень достоверности*), однако, недостаток данных препятствует четкому выявлению этих тенденций в глобальном масштабе. {8.2, 11.7, вставка TP.10}
- A.3.5 Влияние человека, *вероятно*, повысило вероятность возникновения событий, связанных с воздействием разных экстремальных событий<sup>18</sup> с 1950-х годов. Это включает увеличение волн жары, сопровождаемых засухами в глобальном масштабе (*высокая степень достоверности*),

14 Как это указано в сноске 12 во всем данном РП «основной движущий фактор» означает фактор, вызывающий изменение более 50 %.

15 Сельскохозяйственная и экологическая засуха (в зависимости от затронутого биома): период с аномальным дефицитом влаги в почве, который возникает в результате совокупного недостатка осадков и избыточной эвапотранспирации, и который в течение вегетационного периода негативно сказывается на производстве сельскохозяйственных культур или функционировании экосистемы в целом (см. Приложение VII: Глоссарий). Наблюдаемые изменения в метеорологических засухах (дефициты осадков) и гидрологических засухах (дефициты речного стока) отличаются от изменений в сельскохозяйственных и экологических засухах и рассматриваются в базовом материале ОД6 (Глава 11).

16 Комбинированные процессы, посредством которых вода переносится в атмосферу с открытых водных и ледяных поверхностей, голых почв и растительности, составляющих поверхность Земли (см. Глоссарий).

17 Глобальный муссон определяется как территория, на которой годовой диапазон (местное лето минус местная зима) осадков превышает 2,5 мм/сутки (Глоссарий). Глобальные осадки муссона над сушей означают среднее количество осадков над территориями суши в пределах глобального муссона.

18 События, связанные с воздействием разных экстремальных событий – это сочетание нескольких факторов и/или опасных явлений, которые способствуют возникновению риска для общества или окружающей среды (Глоссарий). Примерами могут служить волны жары, сопровождаемые засухами, наводнения, вызванные сочетанием разных факторов (например, штормовой нагон в сочетании с экстремальными осадками и/или речным стоком), комплексные пожароопасные погодные условия (т.е. сочетание жарких, сухих и ветреных условий) или одновременные экстремальные события в разных местах.

пожароопасной погоды в некоторых регионах всех обитаемых континентов (*средняя степень достоверности*), и наводнений, вызванных сочетанием нескольких факторов в некоторых районах (*средняя степень достоверности*).

{11.6, 11.7, 11.8, 12.3, 12.4, ТП.2.6, таблица ТР.5, вставка ТР.10}

# Изменение климата уже затрагивает все населенные регионы земного шара, при этом влияние человека способствует многим наблюдаемым изменениям метеорологических и климатических экстремальных событий

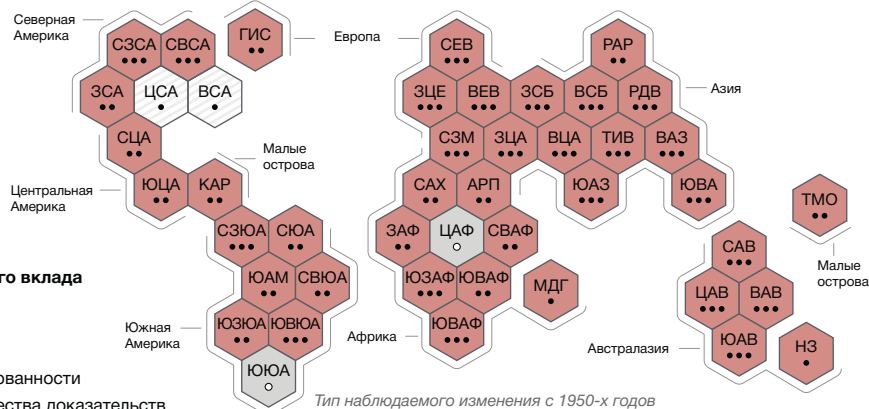
**Тип наблюдаемого изменения**  
Тип наблюдаемого изменения экстремально высоких температур

- Увеличение (41)
- Уменьшение (0)
- Низкая степень согласованности в типе изменения (2)
- Ограниченные данные и/или литература (2)

**Степень достоверности антропогенного вклада**  
в наблюдаемое изменение

- Высокая
- Средняя
  - Низкая из-за ограниченной согласованности
  - Низкая из-за ограниченного количества доказательств

(а) Обобщение оценки наблюдаемого изменения **экстремально высоких температур** и достоверности вклада человека в изменения в регионах мира



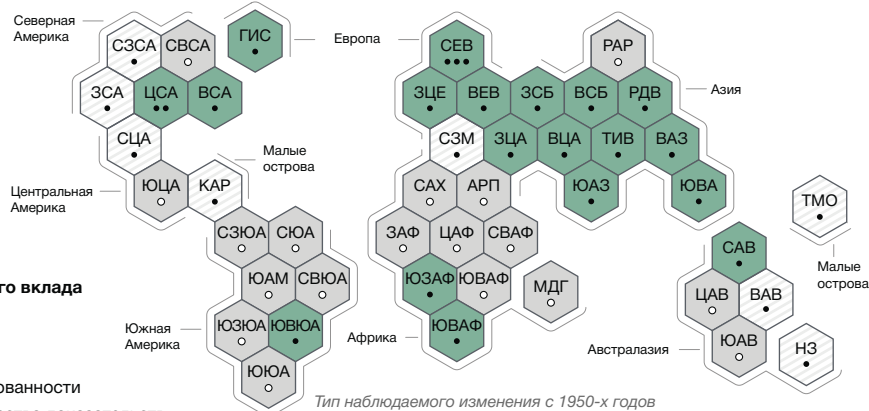
(б) Обобщение оценки наблюдаемого изменения сильных **осадков** и достоверности вклада человека в наблюдаемые изменения в регионах мира

**Тип наблюдаемого изменения**  
сильных осадков

- Увеличение (19)
- Уменьшение (0)
- Низкая степень согласованности в типе изменения (8)
- Ограниченные данные и/или литература (18)

**Степень достоверности антропогенного вклада**  
в наблюдаемое изменение

- Высокая
- Средняя
  - Низкая из-за ограниченной согласованности
  - Низкая из-за ограниченного количества доказательств



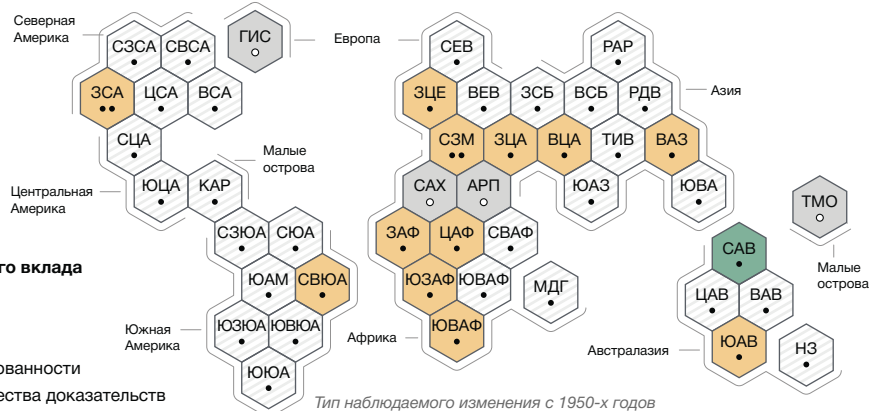
(в) Обобщение оценки наблюдаемого изменения **сельскохозяйственных и экологических засух** и достоверности вклада человека в наблюдаемые изменения в регионах мира

**Тип наблюдаемого изменения**  
сельскохозяйственной и экологической засухи

- Увеличение (12)
- Уменьшение (1)
- Низкая степень согласованности в типе изменения (28)
- Ограниченные данные и/или литература (4)

**Степень достоверности антропогенного вклада**  
в наблюдаемое изменение

- Высокая
- Средняя
  - Низкая из-за ограниченной согласованности
  - Низкая из-за ограниченного количества доказательств



Каждый шестиугольник соответствует одному из референтных регионов РГ ОД6 МГЭИК

Северозападная Северная Америка

Референтные регионы РГ ОД6 МГЭИК: **Северная Америка:** **СЗСА** (Северозападная часть Северной Америки), **СВСА** (Северовосточная часть Северной Америки), **ЗСА** (Западная часть Северной Америки), **ЦСА** (Центральная часть Северной Америки), **ВСА** (Восточная часть Северной Америки); **Центральная Америка:** **СЦА** (Северная часть Центральной Америки), **ЮЦА** (Южная часть Центральной Америки), **КАР** (Карибский бассейн); **Южная Америка:** **СЗЮА** (Северозападная часть Южной Америки), **СЮА** (Северная часть Южной Америки), **СВЮА** (Северовосточная часть Южной Америки), **ЮАМ** (Южноамериканский муссон), **ЮЗЮА** (Югозападная часть Южной Америки), **ЮВЮА** (Юговосточная часть Южной Америки), **ЮЮА** (Южная часть Южной Америки); **Европа:** **ГИС** (Гренландия/Исландия), **СЕВ** (Северная Европа), **ЗЦЕ** (Западная и Центральная Европа), **ВЕВ** (Восточная Европа), **СРМ** (Средиземноморье); **Африка:** **СЗМ** (Средиземноморье), **САХ** (Сахара), **ЗАФ** (Западная Африка), **ЦАФ** (Центральная Африка), **СВАФ** (Северо-Восточная Африка), **ЮВАФ** (Юго-Восточная Африка), **ЮЮАФ** (Южноафриканский муссон), **МДГ** (Мадагаскар); **Азия:** **РАР** (Российская Арктика), **ЗСБ** (Западная Сибирь), **ВСБ** (Восточная Сибирь), **РДВ** (Российский Дальний Восток), **ЗЦА** (Западная часть Центральной Азии), **ВЦА** (Восточная часть Центральной Азии), **ТИБ** (Тибетское плато), **ВАЗ** (Восточная Азия), **АРП** (Аравийский полуостров), **ЮАЗ** (Южная Азия), **ЮВА** (Юго-Восточная Азия); **Австралия:** **САВ** (Северная Австралия), **ЦАВ** (Центральная Австралия), **ВАВ** (Восточная Австралия), **ЮАВ** (Южная Австралия), **НЗ** (Новая Зеландия); **Малые острова:** **КАР** (Карибский бассейн), **ТМО** (Тихоокеанские малые острова)

**Рисунок РП.3 | Синезис наблюдаемых региональных изменений.**

Населенные регионы РГ ОД6 МГЭИК отображаются в виде **шестиугольников** одинакового размера в их приблизительном географическом расположении (аббревиатуры регионов см. в условных обозначениях). Все оценки рассчитаны для каждого региона за весь период и отдельно за период с 1950-х годов по настоящее время. Оценки, полученные для других периодов или для меньших районов, могут отличаться от того, что показано на рисунке. **Цвета** в каждой части представляют четыре результата оценки наблюдаемых изменений. Полосатые шестиугольники (белый и светло-серый цвета) используются в тех случаях, когда существует **низкая степень** согласия в отношении типа изменений для региона в целом, а серые шестиугольники используются в случае ограниченных данных и/или литературы, что не позволяет оценить регион в целом. Другими цветами показана, **средняя степень достоверности** наблюдаемых изменений. **Степень достоверности** антропогенного влияния на наблюдаемые изменения основана на направленности и атрибуции тренда, а также объяснении причин явлений в литературе и показана количеством точек: три точки обозначают **высокую степень достоверности**, две точки – **среднюю степень достоверности**, и одна точка – **низкую степень достоверности** (одна заполненная точка – ограниченное согласие); одна пустая точка – ограниченные доказательства).

**(а) Для экстремально высокой температуры** данные получены, главным образом, из изменений суточных максимальных температур и региональных исследований, использующих другие индексы (продолжительность, частота и интенсивность волн жары). Красные шестиугольники обозначают регионы, где существует, по меньшей мере, **средняя степень достоверности** наблюдаемого повышения экстремально высокой температуры.

**(б) Для сильных осадков** данные получены, главным образом, по индексам, основанным на однодневных или пятидневных суммах осадков, с использованием при этом глобальных и региональных исследований. Зелеными шестиугольниками обозначены регионы, где существует, по меньшей мере, **средняя степень достоверности** наблюдаемого увеличения сильных осадков.

**(в) Сельскохозяйственные и экологические засухи** оцениваются на основе наблюдаемых и моделируемых изменений общей влажности почвы дополненных данными об изменениях поверхностной влажности почвы, гидрологического баланса (осадки минус эвапотранспирация) и индексов, определяемых осадками и потребностью в атмосферном испарении. Желтыми шестиугольниками обозначены регионы, характеризующиеся, по меньшей мере, **средней степенью достоверности** наблюдаемого усиления этого типа засухи, а зелеными шестиугольниками – регионы, характеризующиеся, по меньшей мере, **средней степенью достоверности** наблюдаемого ослабления сельскохозяйственной и экологической засухи.

Для всех регионов в таблице TP.5 показан более широкий диапазон наблюдаемых изменений, помимо тех, что приводятся на этом рисунке. Следует отметить, что южная часть Южной Америки (ЮЮА) – это единственный регион, в котором не происходит изменений в оценках, показанных на этом рисунке, но на него влияют повышения средней температуры, ослабление морозов и усиление морских волн тепла.

{11.9, Атлас 1.3.3, рисунок Атлас.2, Таблица TP.5; вставка TP.10, рисунок 1}

#### **А.4 Улучшенные знания о климатических процессах, палеоклиматические данные и реакция климатической системы на увеличение радиационного воздействия дают наилучшую оценку равновесной чувствительности климата при 3 °C, с более узким диапазоном по сравнению с ОД5.**

{2.2, 7.3, 7.4, 7.5, вставка 7.2, 9.4, 9.5, 9.6, перекрестная вставка 9.1}

**А.4.1** Антропогенное радиационное воздействие в 2,72 [1,96–3,48] Вт/м<sup>2</sup> в 2019 году по сравнению с 1750 годом привело к потеплению климатической системы. Это потепление в основном вызвано увеличением концентраций ПГ частично уменьшенным охлаждением из-за увеличения концентраций аэрозолей. Радиационное воздействие увеличилось на 0,43 Вт/м<sup>2</sup> (19%) по сравнению с ОД5, из которого 0,34 Вт/м<sup>2</sup> обусловлено ростом концентраций ПГ с 2011 года. Остальная часть обусловлена улучшением научного понимания и изменениями в оценке аэрозольного воздействия, которые включают снижение концентрации и улучшение его расчета (**высокая степень достоверности**).

{2.2, 7.3, TP.2.2, TP.3.1}

**А.4.2** Антропогенное суммарное положительное радиационное воздействие вызывает накопление дополнительной энергии (нагрев) в климатической системе, частично уменьшенное за счет увеличения потерь энергии, уходящей в космос из-за потепления поверхности. Наблюдаемая средняя скорость нагрева климатической системы увеличилась с 0,50 [0,32–0,69] Вт/м<sup>2</sup> в период 1971–2006 годов<sup>19</sup> до 0,79 [0,52–1,06] Вт/м<sup>2</sup> в период 2006–2018 годов<sup>20</sup> (**высокая степень достоверности**). На потепление океана приходится 91% нагрева климатической системы, а на потепление суши, потерю льда и потепление атмосферы около 5%, 3% и 1%, соответственно (**высокая степень достоверности**).

<sup>19</sup> Кумулятивное увеличение энергии на 282 [177–387] ЗДж в 1971–2006 годы (1 ЗДж = 10<sup>21</sup> джоуль).

<sup>20</sup> Кумулятивное увеличение энергии на 152 [100–205] ЗДж в 2006–2018 годы.

{7.2, вставка 7.2, ТР.3.1}

- A.4.3 Нагрев климатической системы вызвал повышение глобального среднего уровня моря за счет таяния льда на суше и термического расширения океана в результате его потепления. Термическое расширение явилось причиной повышения уровня моря на 50% в 1971–2018 годы, при этом доля потери льда из ледников составила 22%, ледяных щитов – 20%, а изменений в запасах воды на суше – 8%. Темпы таяния ледяных щитов возросли в четыре раза с 1992–1999 по 2010–2019 годы. В общей сложности, потеря массы ледяных щитов и ледников была доминирующим фактором повышения глобального среднего уровня моря в период 2006–2018 годов (*высокая степень достоверности*).  
{9.4, 9.5, 9.6, перекрестная вставка 9.1}
- A.4.4 Равновесная чувствительность климата является важным количественным показателем, используемым для оценки того, каким образом климат реагирует на радиационное воздействие. Исходя из многочисленных доказательств<sup>21</sup>, *весьма вероятный* диапазон равновесной чувствительности климата лежит в пределах от 2 °C (*высокая степень достоверности*) до 5 °C (*средняя степень достоверности*). Наилучшая расчетная оценка ОД6 составляет 3 °C, с *вероятным* диапазоном при этом 2,5 °C–4 °C (*высокая степень достоверности*) по сравнению с диапазоном 1,5 °C–4,5 °C в ОД5, в котором не было представлено наилучшей оценки.  
{7.4, 7.5, ТР.3.2}

## Б. Возможные варианты будущего климата

Набор из пяти новых иллюстративных сценариев выбросов рассматривается в данном докладе с целью изучения реакции климата на более широкий спектр будущих выбросов парниковых газов (ПГ), видов землепользования и загрязнителей воздуха. Этот набор сценариев отличается от того, который оценивался в ОД5. Он содержит проекции климатических моделей, касающиеся изменений в климатической системе. Эти проекции учитывают солнечную активность и фоновое воздействие вулканов. Результаты за XXI век представлены в ближайшей (2021–2040), среднесрочной (2041–2060) и долгосрочной (2081–2100) перспективах относительно 1850–1900 годов, если не указано иное.

### Вставка РП.1 | Сценарии, климатические модели и проекции

**Вставка РП.1.1:** В данном докладе оценивается реакция климата на пять иллюстративных сценариев, которые охватывают диапазон возможного будущего развития антропогенных факторов изменения климата, фигурирующих в литературе. Их действие начинается в 2015 году и они включают сценарии<sup>22</sup> с высокими и очень высокими уровнями выбросами ПГ (ОСЭВ3-7.0 и ОСЭВ5-8.5), и выбросами CO<sub>2</sub>, которые примерно удвоятся по сравнению с текущими уровнями к 2100 и 2050 годам, соответственно; сценарии с промежуточными уровнями выбросов ПГ (ОСЭВ2-4.5) и выбросами CO<sub>2</sub>, остающимися примерно на текущем уровне до середины века, и сценарии с очень низкими и низкими уровнями выбросов ПГ и выбросами CO<sub>2</sub>, снижающимися до нуля около или после 2050 года, после которых последуют различные уровни суммарных отрицательных выбросов CO<sub>2</sub><sup>23</sup> (ОСЭВ1-1.9 и ОСЭВ1-2.6), как показано на рисунке РП.4. Выбросы варьируются между сценариями в зависимости от социально-экономических предположений, уровней

21 Понимание климатических процессов, инструментальные измерения, палеоклиматы и ограничения модельных расчетов (Глоссарий).

22 В настоящем докладе пять иллюстративных сценариев обозначены как ОСЭВх-у, где «ОСЭВх» означает «Общий социально-экономический вариант» или «ОСЭВ», описывающий социально-экономические тенденции, лежащие в основе сценария, а «у» – приблизительный уровень радиационного воздействия (в ваттах на квадратный метр, или Вт/м<sup>2</sup>), обусловленный данным сценарием в 2100 году. Подробное сравнение со сценариями, использованными в предыдущих докладах МГЭИК, содержится в разделе ТР.1.3, а также в разделах 1.6 и 4.6. ОСЭВ, которые лежат в основе конкретных сценариев воздействия, используемых для инициации климатических моделей, не оцениваются РП. Скорее, маркировка ОСЭВх-у обеспечивает прослеживаемость базовой литературы, в которой конкретные варианты воздействия используются в качестве исходных данных для климатических моделей. МГЭИК нейтрально относится к предположениям, определяющим ОСЭВ, которые не охватывают все возможные сценарии. Могут рассматриваться или разрабатываться альтернативные сценарии.

23 Суммарные отрицательные выбросы CO<sub>2</sub> достигаются, когда антропогенное поглощение CO<sub>2</sub> превышает антропогенные выбросы. (Глоссарий)

смягчения воздействий изменения климата и, для аэрозолей и неметановых прекурсоров озона, средствами контроля за загрязнением воздуха. Альтернативные предположения могут привести к аналогичным выбросам и реакциям климата, но социально-экономические предположения и практическая осуществимость или правдоподобие отдельных сценариев не являются частью оценки.

{1.6, перекрестная вставка 1.4, ТР.1.3} (Рисунок РП.4)

**Вставка РП.1.2:** В данном докладе оцениваются результаты, полученные с помощью климатических моделей, применяемых в этапе 6 Проекта по сравнению объединенных климатических моделей (CMIP6) Всемирной программы по исследованию климата. Эти модели обеспечивают новое и более качественное представление физических, химических и биологических процессов, а также более высокое разрешение по сравнению с климатическими моделями, рассмотренными в предыдущих оценочных докладах МГЭИК. Это позволило улучшить моделирование среднего состояния большинства крупномасштабных показателей изменения климата и многих других аспектов, относящихся к климатической системе. Сохраняются некоторые отличия от данных наблюдений, например, в региональных режимах осадков. Исторические модельные расчеты CMIP6, оцененные в данном докладе, имеют среднеансамблевое отклонение глобальной приземной температуры в пределах 0,2 °C от данных наблюдений за почти весь исторический период, а наблюдаемое потепление находится в пределах *весьма вероятного* диапазона ансамбля CMIP6. Однако некоторые модели CMIP6 прогнозируют потепление, которое либо выше, либо ниже оцененного *весьма вероятного* диапазона наблюдаемого потепления.

{1.5, перекрестная вставка 2.2, 3.3, 3.8, РП.1.2, перекрестная вставка ТР.1} (Рисунок РП.1 б, рисунок РП.2)

**Вставка РП.1.3:** Модели CMIP6, рассмотренные в данном докладе, имеют более широкий диапазон чувствительности климата, чем модели CMIP5, и в ОД6 оценивается *весьма вероятный* диапазон, основанный на многочисленных доказательствах. Эти модели CMIP6 также показывают более высокую среднюю чувствительность климата, чем CMIP5, и в ОД6 приводится наилучшая оценка. Более высокие значения чувствительности климата в CMIP6 по сравнению с CMIP5 могут быть объяснены усиливающей обратной связью облаков, которая в CMIP6 сильнее почти на 20 %. {Вставка 7.1, 7.3, 7.4, 7.5, ТР.3.2}

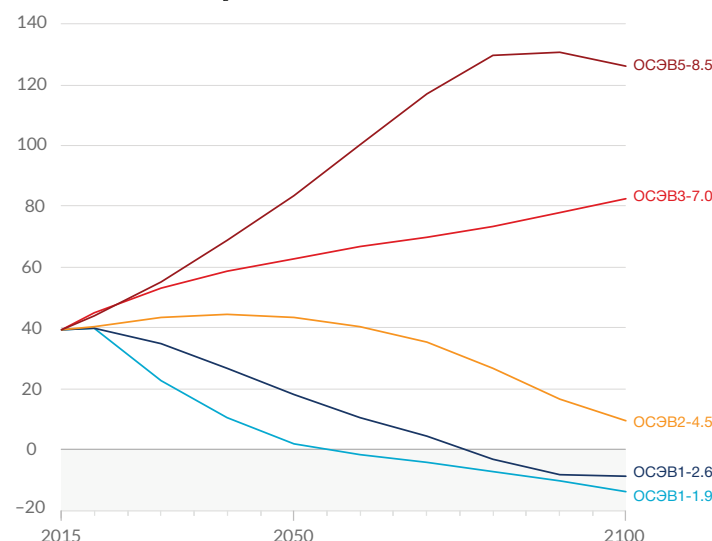
**Вставка РП.1.4:** Впервые в докладе МГЭИК оцененные будущие изменения глобальной приземной температуры, потепления океана и уровня моря построены путем объединения мультимодельных проекций с ограничениями наблюдений на основе смоделированного потепления в прошлом, а также оценки чувствительности климата в ОД6. Для других величин таких надежных методов ограничения проекций пока не существует. Тем не менее, при заданном уровне глобального потепления может быть устойчиво определена изменчивость разных параметров в разных географических районах в будущем, общая для всех рассмотренных сценариев и не зависящая от времени достижения уровня глобального потепления.

{1.6, 4.3, 4.6, вставка 4.1, 7.5, 9.2, 9.6, перекрестная вставка 11.1, перекрестная вставка ТР.1}

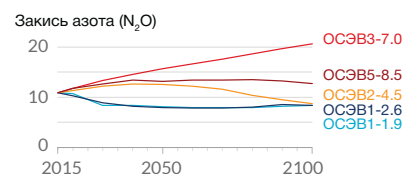
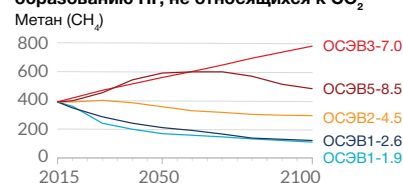
## Будущие выбросы вызывают дополнительное потепление, при этом главной причиной общего потепления являются как прошлые так и будущие выбросы $\text{CO}_2$

(а) Будущий среднегодовой объем выбросов  $\text{CO}_2$  (слева) и набор ключевых факторов, не связанных с  $\text{CO}_2$  (справа), по пяти иллюстративным сценариям

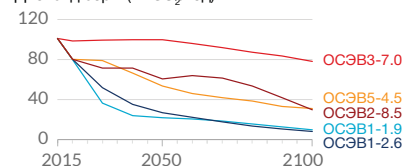
Двуокись углерода ( $\text{ГтCO}_2/\text{год}$ )



Отдельные газы, способствующие образованию ПГ, не относящихся к  $\text{CO}_2$



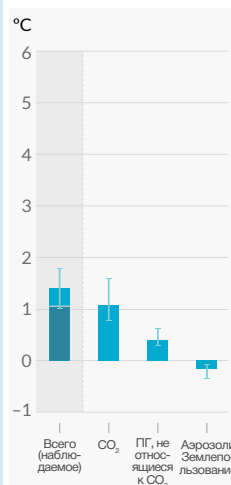
Один из загрязнителей воздуха и вещество, способствующее образованию аэрозолей  
Диоксид серы ( $\text{МтSO}_2/\text{год}$ )



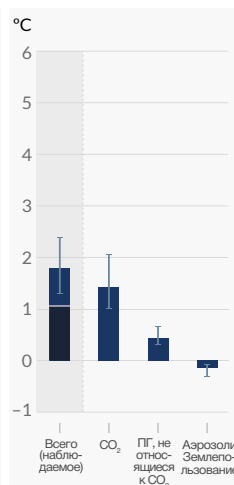
(б) Вклад в повышение глобальной приземной температуры в результате различных выбросов, при этом доминирующую роль играют выбросы  $\text{CO}_2$

Изменения глобальной приземной температуры в 2081–2100 годах относительно 1850–1900 годов ( $^{\circ}\text{C}$ )

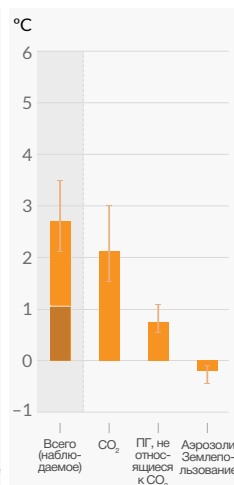
ОСЭВ1-1.9



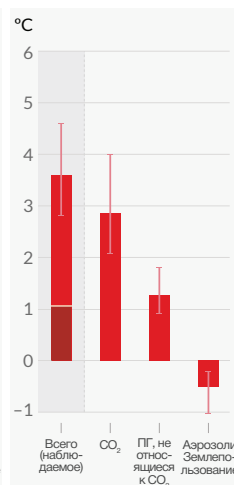
ОСЭВ1-2.6



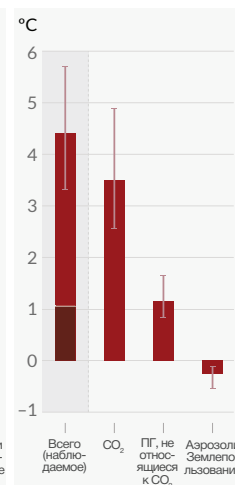
ОСЭВ2-4.5



ОСЭВ3-7.0



ОСЭВ5-8.5



Общее потепление (наблюдаемое потепление на сегодняшний день - более темный оттенок), потепление от  $\text{CO}_2$ , потепление от ПГ, не относящихся к  $\text{CO}_2$ , охлаждение из-за изменений в аэрозолях и землепользовании

**Рисунок РП.4 | Будущие антропогенные выбросы, являющиеся ключевыми движущими факторами изменения климата, и вклады в потепление, группами движущих факторов по пяти иллюстративным сценариям, использованным в данном докладе.**

Пятью сценариями являются ОСЭВ1-1.9, ОСЭВ1-2.6, ОСЭВ2-4.5, ОСЭВ3-7.0 и ОСЭВ5-8.5.

**(а) Годовые антропогенные (вызванные деятельностью человека) выбросы за период 2015–2100 годов.** Показаны траектории выбросов двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) из всех секторов ( $\text{ГтCO}_2/\text{год}$ ) (левый график) и для подмножества трех ключевых факторов, не относящихся к  $\text{CO}_2$ , рассматриваемых в сценариях: метан ( $\text{CH}_4$ ),  $\text{МтCH}_4/\text{год}$ , правый верхний

график); закись азота ( $N_2O$ ,  $MtN_2O/год$ , средний правый график); и диоксида серы ( $SO_2$ ,  $MtSO_2/год$ , правый нижний график, способствующих образованию антропогенных аэрозолей, фигурирующих в Б)

**(б) Вклады в потепление, вносимые группами антропогенных движущих факторов, и в соответствии со сценариями, показаны в виде изменения глобальной приземной температуры ( $^{\circ}C$ ) в 2081–2100 годах относительно 1850–1900 годов с указанием наблюдаемого на сегодняшний день потепления. Столбики и стандартные отклонения представляют медиану и *весьма вероятный* диапазон, соответственно. В каждой гистограмме сценария столбики представляют: общее глобальное потепление ( $^{\circ}C$ ; «общий» столбик) (см. таблицу РП.1); вклады в потепление ( $^{\circ}C$ ), обусловленные изменениями показателей  $CO_2$  (столбик « $CO_2$ ») и парниковых газов, не относящихся к  $CO_2$  (ПГ; столбик «ПГ, не относящиеся к  $CO_2$ »: включая хорошо перемешанные парниковые газы и озон); суммарное похолодание, обусловленное другими антропогенными факторами (столбик «аэрозоли и землепользование»: антропогенные аэрозоли, влияние землепользования и ирригации, а также инверсионные следы самолетов) (см. рисунок РП.2, с), где показаны вклады отдельных факторов в потепление по состоянию на сегодняшний день. Наилучшая оценка наблюдаемого потепления в 2010–2019 годах относительно 1850–1900 годов (см. рисунок РП.2, а)) показана в более темной колонке в столбике «Общее». Расчет вкладов в потепление, фигурирующих в (б) объясняется в таблице РП.1 для столбика «Общее». Для остальных столбиков вклад, вносимый группами движущих факторов, рассчитывается с помощью физического климатического эмулятора глобальной приземной температуры, основанного на оценках чувствительности климата и радиационного воздействия.**

{Вставка 1.4; 4.6; рисунок 4.35; 6.7; рисунки 6.18, 6.22 и 6.24; 7.3; перекрестная вставка 7.1; рисунок 7.7; вставка ТР.7; рисунки ТР.4 и ТР.15}

- Б.1 Согласно всем рассмотренным сценариям выбросов глобальная приземная температура будет продолжать расти, по меньшей мере, до середины столетия. Глобальное потепление на 1,5  $^{\circ}C$  и 2  $^{\circ}C$  будет достигнуто в течение XXI века, если в предстоящие десятилетия не произойдет резкого сокращения выбросов  $CO_2$  и других парниковых газов.**  
 {2.3, перекрестная вставка 2.3, перекрестная вставка 2.4, 4.3, 4.4, 4.5}  
 (Рисунок РП.1, рисунок РП.4, рисунок РП.8, таблица РП.1, вставка РП.1)

- Б.1.1 По сравнению с 1850–1900 годами глобальная приземная температура, усредненная за 2081–2100 годы, *весьма вероятно*, будет выше на 1,0  $^{\circ}C$ –1,8  $^{\circ}C$  согласно сценарию очень низких выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9), на 2,1  $^{\circ}C$ –3,5  $^{\circ}C$  по сценарию промежуточных выбросов ПГ (ОСЭВ2-4.5) и на 3,3  $^{\circ}C$ –5,7  $^{\circ}C$  по сценарию очень высоких выбросов ПГ (ОСЭВ5-8.5)<sup>24</sup>. Последний раз глобальная приземная температура была на уровне или выше 2,5  $^{\circ}C$  по сравнению с 1850–1900 годами более 3-х миллионов лет назад (*средняя степень достоверности*).**  
 {2.3, перекрестная вставка 2.4, 4.3, 4.5, вставка ТР.2, вставка ТР.4, перекрестная вставка ТР.1}  
 (Таблица РП.1))

**Таблица РП.1 Изменения глобальной приземной температуры, оцененные с использованием многочисленных доказательств для 20-и летних периодов и пяти иллюстративных сценариев выбросов.** Разницы температуры относительно глобальной средней приземной температуры в период 1850–1900 годов приводятся в  $^{\circ}C$ . Это включает пересмотренную оценку ОД5 наблюдаемого исторического потепления за референсный период 1986–2005 годов, которая в ОД6 выше на 0,08 [–0,01 +0,12]  $^{\circ}C$ , чем в ОД5 (см. сноску 16). Изменения относительно недавнего референсного периода 1995–2014 годов могут быть приблизительно рассчитаны путем вычитания 0,85  $^{\circ}C$ , что является наилучшей оценкой наблюдаемого потепления с 1850–1900 по 1995–2014 годы.

{Перекрестная вставка 2.3, 4.3, 4.4, перекрестная вставка ТР.1}

| Сценарий  | Ближайшая перспектива, 2021–2040 годы |                                                  | Среднесрочная перспектива, 2041–2060 годы |                                                  | Долгосрочная перспектива, 2081–2100 годы |                                                  |
|-----------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|           | Наилучшая оценка ( $^{\circ}C$ )      | <i>Весьма вероятный диапазон</i> ( $^{\circ}C$ ) | Наилучшая оценка ( $^{\circ}C$ )          | <i>Весьма вероятный диапазон</i> ( $^{\circ}C$ ) | Наилучшая оценка ( $^{\circ}C$ )         | <i>Весьма вероятный диапазон</i> ( $^{\circ}C$ ) |
| ОСЭВ1-1.9 | 1,5                                   | 1,2-1,7                                          | 1,6                                       | 1,2-2,0                                          | 1,4                                      | 1,0-1,8                                          |
| ОСЭВ1-2.6 | 1,5                                   | 1,2-1,8                                          | 1,7                                       | 1,3-2,2                                          | 1,8                                      | 1,3-2,4                                          |
| ОСЭВ2-4.5 | 1,5                                   | 1,2-1,8                                          | 2,0                                       | 1,6-2,5                                          | 2,7                                      | 2,1-3,5                                          |
| ОСЭВ3-7.0 | 1,5                                   | 1,2-1,8                                          | 2,1                                       | 1,7-2,6                                          | 3,6                                      | 2,8-4,6                                          |
| ОСЭВ5-8.5 | 1,6                                   | 1,3-1,9                                          | 2,4                                       | 1,9-3,0                                          | 4,4                                      | 3,3-5,7                                          |

24 Изменения глобальной приземной температуры приводятся в виде скользящих 20-и летних средних значений, если не указано иное.

- Б.1.2 Исходя из оценки многочисленных доказательств глобальное потепление на 2 °С относительно 1850–1900 годов будет достигнуто XXI веке согласно сценариям высоких и очень высоких уровней выбросов ПГ, рассмотренных в данном докладе (ОСЭВ3-7.0 и ОСЭВ5-8.5, соответственно). В сценарии промежуточных уровней выбросов (ОСЭВ2-4.5) глобальное потепление на 2 °С, будет, *крайне вероятно*, достигнуто. Согласно сценариям очень низких и низких уровней выбросов ПГ, глобальное потепление на 2 °С, *крайне маловероятно*, будет достигнуто (ОСЭВ1-1.9) или, *маловероятно*, будет достигнуто (ОСЭВ1-2.6)<sup>25</sup> Достижение уровня глобального потепления в 2 °С в период 2041–2060 годы, *весьма вероятно*, произойдет по сценарию очень высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ5-8.5), *вероятно*, произойдет по сценарию высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ3-7.0), и, *скорее вероятно, чем нет*, произойдет по сценарию промежуточных уровней выбросов ПГ (ОСЭВ2-4.5)<sup>26</sup>.  
{4.3, перекрестная вставка TR.1} (Таблица РП.1, рисунок РП.4, вставка РП.1)
- Б.1.3 Глобальное потепление на 1,5 °С относительно 1850–1900 годов будет достигнуто в течение XXI века по сценариям промежуточных, высоких и очень высоких уровней выбросов, рассмотренных в данном докладе (ОСЭВ2-4.5, ОСЭВ3-7.0 и ОСЭВ5-8.5, соответственно). Согласно пяти иллюстративным сценариям, в ближайшей перспективе (2021–2040 годы) уровень глобального потепления на 1,5 °С, *весьма вероятно*, будет достигнут по сценарию очень высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ5-8.5), *вероятно*, будет достигнут по сценариям промежуточных и высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ2-4.5 и ОСЭВ3-7.0), *скорее вероятно, чем нет*, будет достигнут по сценарию низких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ1-2.6) и, *скорее вероятно, чем нет*, будет достигнут по сценарию очень низких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9)<sup>27</sup>. Более того, по сценарию очень низких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9), *скорее вероятно, чем нет*, что к концу XXI века рост глобальной приземной температуры понизится до 1,5 °С и будет дальше понижаться, при этом временное превышение глобального потепления на 1,5 °С составит не более 0,1 °С.  
{4.3, перекрестная ссылка TR.1} (Таблица РП.1, рисунок РП.4)
- Б.1.4 Глобальная приземная температура в любой отдельный год может быть выше или ниже долгопериодных антропогенных трендов из-за значительной естественной изменчивости<sup>28</sup>. Появление отдельных лет с изменением глобальной приземной температуры выше определенного уровня, например, 1,5 °С или 2 °С, по сравнению с 1850–1900 годами не означает, что этот уровень глобального потепления был достигнут<sup>29</sup>.  
{Перекрестная вставка 2.3, 4.3, 4.4, вставка 4.1, перекрестная вставка TR.1} (Таблица РП.1, рисунок РП.1, рисунок РП.8)
- Б.2 Многие изменения в климатической системе усиливаются при усилении глобального потепления. Они включают увеличение частоты и интенсивности экстремальных жарких событий, морских волн тепла, сильных осадков, а в некоторых регионах – сельскохозяйственных и экологических засух; увеличение доли интенсивных тропических циклонов; сокращение арктического морского льда, снежного покрова и многолетней мерзлоты.**  
{4.3, 4.5, 4.6, 7.4, 8.2, 8.4, вставка 8.2, 9.3, 9.5, вставка 9.2, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.7, 11.9, вставка 11.1, 12.4, 12.5, вставка 12.1, Атлас.4, Атлас.5, Атлас.6, Атлас.7, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.10, Атлас.11} (Рисунок РП.5, рисунок РП.6, рисунок РП.8).

25 ОСЭВ1-1.9 и ОСЭВ1-2.6 – это сценарии, которые начинаются в 2015 году и в которых фигурируют очень низкие и низкие уровни выбросов ПГ, соответственно, а выбросы CO<sub>2</sub> снижаются до нуля около или после 2050 года, после чего последуют различные уровни суммарных отрицательных выбросов CO<sub>2</sub>.

26 Достижение установленного уровня определяется здесь как превышение конкретным уровнем глобального потепления оцененного показателя изменения глобальной приземной температуры, усредненного за 20-летний период.

27 При подготовке оценки в ОД6 того, когда данный уровень глобального потепления будет впервые превышен, использовались анализы иллюстративных сценариев, многочисленные доказательства, входящие в оценку будущей реакции глобальной приземной температуры на радиационное воздействие, и улучшенная оценка исторического потепления. Таким образом, оценка ОД6 не является напрямую сопоставимой с оценкой СД1.5 РП, которая показывала вероятно е достижение е глобального потепления на 1,5 °С между 2030 и 2052 годами на основе простой линейной экстраполяции скорости потепления в недавнем прошлом. При рассмотрении сценариев, аналогичных ОСЭВ1-1.9, вместо линейной экстраполяции, оценка СД1.5 того, когда впервые будет превышено глобальное потепление на 1,5 °С, близка к наилучшей оценке, представленной здесь.

28 Естественная изменчивость относится к климатическим колебаниям, которые происходят без какого-либо влияния человека, то есть это внутренняя изменчивость в сочетании с реакцией на внешние природные факторы, такие как извержения вулканов, изменения солнечной активности и, в более длительных временных масштабах, орбитальные эффекты и тектоника плит (Глоссарий).

29 Внутренняя изменчивость в любой отдельный год оценивается примерно в ±0,25 °С (диапазон 5–95 %, *высокая степень достоверности*).

- Б.2.1 *Практически достоверно*, что поверхность суши будет продолжать нагреваться сильнее, чем поверхность океана (*вероятно*, в 1,4–1,7 раза сильнее). *Практически достоверно*, что Арктика будет продолжать нагреваться сильнее, чем будет происходить повышение глобальной приземной температуры, с *высокой степенью достоверности* превышая при этом скорость глобального потепления в два раза.  
{2.3, 4.3, 4.5, 4.6, 7.4, 11.1, 11.3, 11.9, 12.4, 12.5, перекрестная вставка 12.1, Атлас.4, Атлас.5, Атлас.6, Атлас.7, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.10, Атлас.11, перекрестная вставка ТР.1, ТР.2.6} (Рисунок РП.5).
- Б.2.2 С увеличением глобального потепления изменения экстремальных событий усиливаются. Например, каждые дополнительные 0,5 °С глобального потепления вызывают четко различимое увеличение интенсивности и частоты экстремально жарких событий, включая волны жары (*весьма вероятно*) и сильных осадков (*высокая степень достоверности*), а также сельскохозяйственных и экологических засух<sup>30</sup> в некоторых регионах (*высокая степень достоверности*). Существенные изменения в интенсивности и частоте метеорологических засух будут происходить в некоторых регионах при каждом дополнительном повышении глобального потепления на 0,5 °С (*средняя степень достоверности*), при этом для большинства регионов будет наблюдаться усиление метеорологических засух. Увеличение частоты и интенсивности гидрологических засух становится более значительным при повышении глобального потепления в некоторых регионах (*средняя степень достоверности*). При дополнительном глобальном потеплении и даже при глобальном потеплении на 1,5 °С, будет наблюдаться увеличение повторяемости некоторых экстремальных событий, не имеющих аналогов в истории наблюдений. Прогнозируемые процентные изменения частоты появления более редких событий также увеличиваются (*высокая степень достоверности*).  
{8.2, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.9, перекрестная вставка 11.1, перекрестная вставка 12.1, ТР.2.6} (Рисунок РП.5, рисунок РП.6)
- Б.2.3 В некоторых среднеширотных и полузасушливых регионах, а также в районе южноамериканского муссона прогнозируется наибольшее повышение температуры в самые жаркие дни, примерно в 1,5–2 раза выше по сравнению с темпами глобального потепления (*высокая степень достоверности*). Согласно прогнозам в Арктике произойдет наибольшее повышение температуры самых холодных дней, примерно в три раза превышающее темпы глобального потепления (*высокая степень достоверности*). При дальнейшем глобальном потеплении повторяемость морских волн тепла будет продолжать увеличиваться (*высокая степень достоверности*), особенно в тропической части океана и в Арктике (*средняя степень достоверности*).  
{Вставка 9.2, 11.1, 11.3, 11.9, перекрестная вставка 11.1, перекрестная вставка 12.1, 12.4, ТР.2.4, ТР.2.6} (Рисунок РП.6)
- Б.2.4 *Весьма вероятно*, что сильные осадки будут увеличиваться и выпадать более часто в большинстве регионов при усилении глобального потепления. В глобальном масштабе прогнозируется увеличение экстремальных суточных осадков примерно на 7 % на каждый 1 °С глобального потепления (*высокая степень достоверности*). Прогнозируется, что доля интенсивных тропических циклонов (категории 4–5) и пиковые скорости ветра в наиболее интенсивных тропических циклонах будут увеличиваться в глобальном масштабе при усилении глобального потепления (*высокая степень достоверности*).  
{8.2, 11.4, 11.7, 11.9, перекрестная вставка 11.1, вставка ТР.6, ТР.4.3.1} (Рисунок РП.5, рисунок РП.6)
- Б.2.5 Согласно прогнозам дальнейшее потепление еще больше усилит таяние многолетней мерзлоты и уменьшение площади сезонного снежного покрова, льда на суше и арктического морского льда (*высокая степень достоверности*). В соответствии с пятью иллюстративными сценариями, рассматриваемыми в данном докладе, Арктика, *вероятно*, будет практически свободна от морского льда в сентябре<sup>31</sup>, по меньшей мере, один раз до 2050 года, причем при более высоких

30 Прогнозируемые изменения в сельскохозяйственных и экологических засухах оцениваются в первую очередь по влажности почвы См. сноску 15 для определения и связи с осадками и эвапотранспирацией.

31 Ежемесячная площадь морского льда составляет в среднем менее 1 млн. км<sup>2</sup>, что равно приблизительно 15 % от средней сентябрьской площади морского льда, наблюдавшейся в 1979–1988 годах.

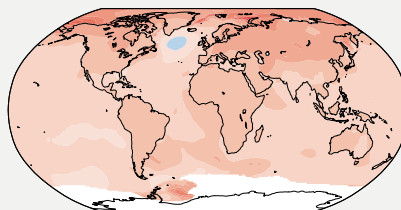
уровнях потепления это будет происходить чаще. Существует *низкая степень достоверности* прогнозирования сокращения антарктического морского льда.  
{4.3, 4.5, 7.4, 8.2, 8.4, вставка 8.2, 9.3, 9.5, 12.4, перекрестная вставка 12.1, Атлас.5, Атлас.6, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.11, ТР.2.5} (Рисунок РП.8)

## С каждым повышением уровня глобального потепления более значительными становятся изменения региональной средней температуры, осадков и влажности почвы

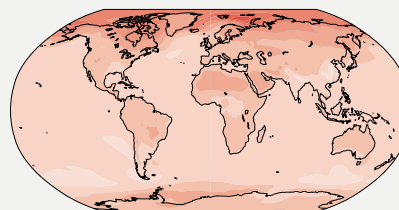
### (а) Изменение среднегодовой температуры (°C) при глобальном потеплении на 1 °C

Потепление на 1 °C затрагивает все континенты и, в целом, является более значительным над сушей, чем над океанами, как по данным наблюдений, так и моделей. В большинстве регионов наблюдаемые и смоделированные закономерности совпадают.

Наблюдаемое изменение на 1 °C глобального потепления



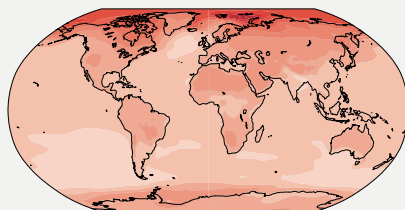
Моделируемое изменение при глобальном потеплении на 1 °C



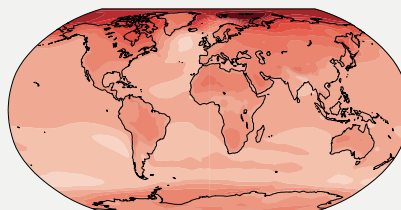
### (б) Изменение среднегодовой температуры относительно 1850–1990 годов

При любом уровне потепления суша прогревается сильнее, чем океан, и Арктика и Антарктида прогреваются сильнее, чем тропики.

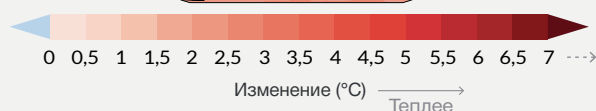
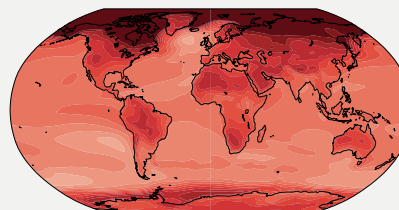
Моделируемое изменение при глобальном потеплении на 1,5 °C



Моделируемое изменение при глобальном потеплении на 2 °C



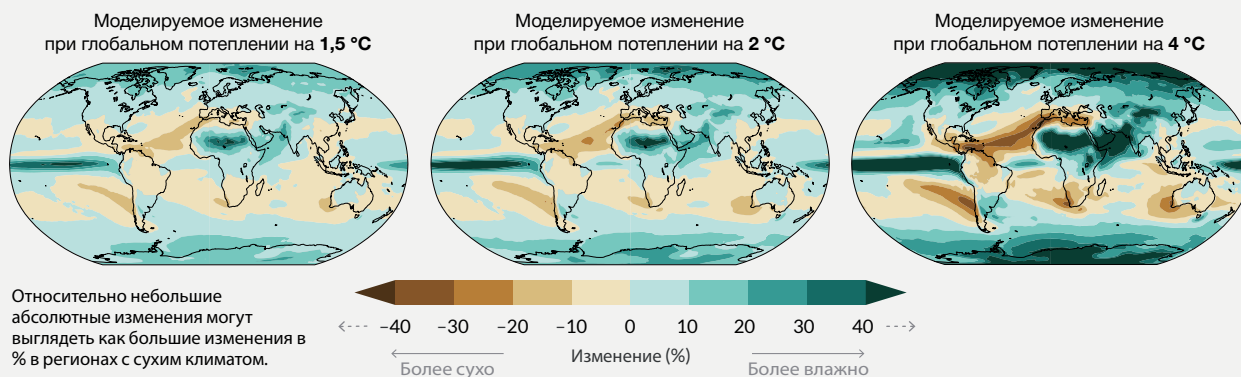
Моделируемое изменение при глобальном потеплении на 4 °C



**Рисунок РП.5 | Изменения среднегодовой приземной температуры, осадков и влажности почвы. (а) Сравнение наблюдаемого и моделируемого изменения среднегодовой приземной температуры.** На **левой карте** показаны наблюдаемые изменения среднегодовой приземной температуры в период 1850–2020 годов в расчете на °C глобального потепления (°C). Наблюдаемые локальные (т.е. в точке сетки) изменения среднегодовой приземной температуры линейно регрессируют относительно глобальной приземной температуры в период 1850–2020 годов. Данные о наблюдаемой температуре взяты из BerkeleyEarth – это данные с наибольшим пространственным покрытием и самым высоким горизонтальным разрешением. Линейная регрессия применяется ко всем годам, по которым имеются данные в соответствующей точке сетки. Метод регрессии использовался для учета полного временного ряда наблюдений и, таким образом, уменьшения роли внутренней изменчивости на уровне точки сетки. Белым цветом отмечены участки, где длительность рядов составляла 100 или менее лет и, таким образом, они были слишком короткими для расчета достоверной линейной регрессии. **Правая карта** основана на модельных расчетах и показывает изменение среднегодовой мультимодельной температуры при глобальном потеплении на 1 °C (20-летнее изменение глобальной средней приземной температуры относительно 1850–1990 годов.) Треугольники на каждом конце цветной полосы обозначают значения, выходящие за границы заданных пределов.

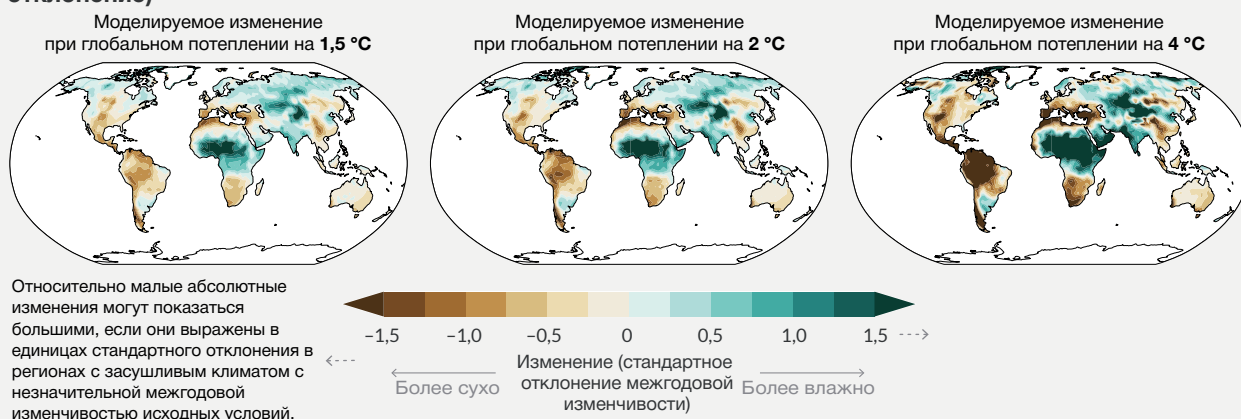
**(в) Изменение среднегодового количества осадков относительно 1850–1990 годов**

Согласно проекциям, количество осадков увеличится в высоких широтах, экваториальной части Тихого океана и в некоторых частях муссонных регионов, но уменьшится над некоторыми районами субтропиков и тропиков.



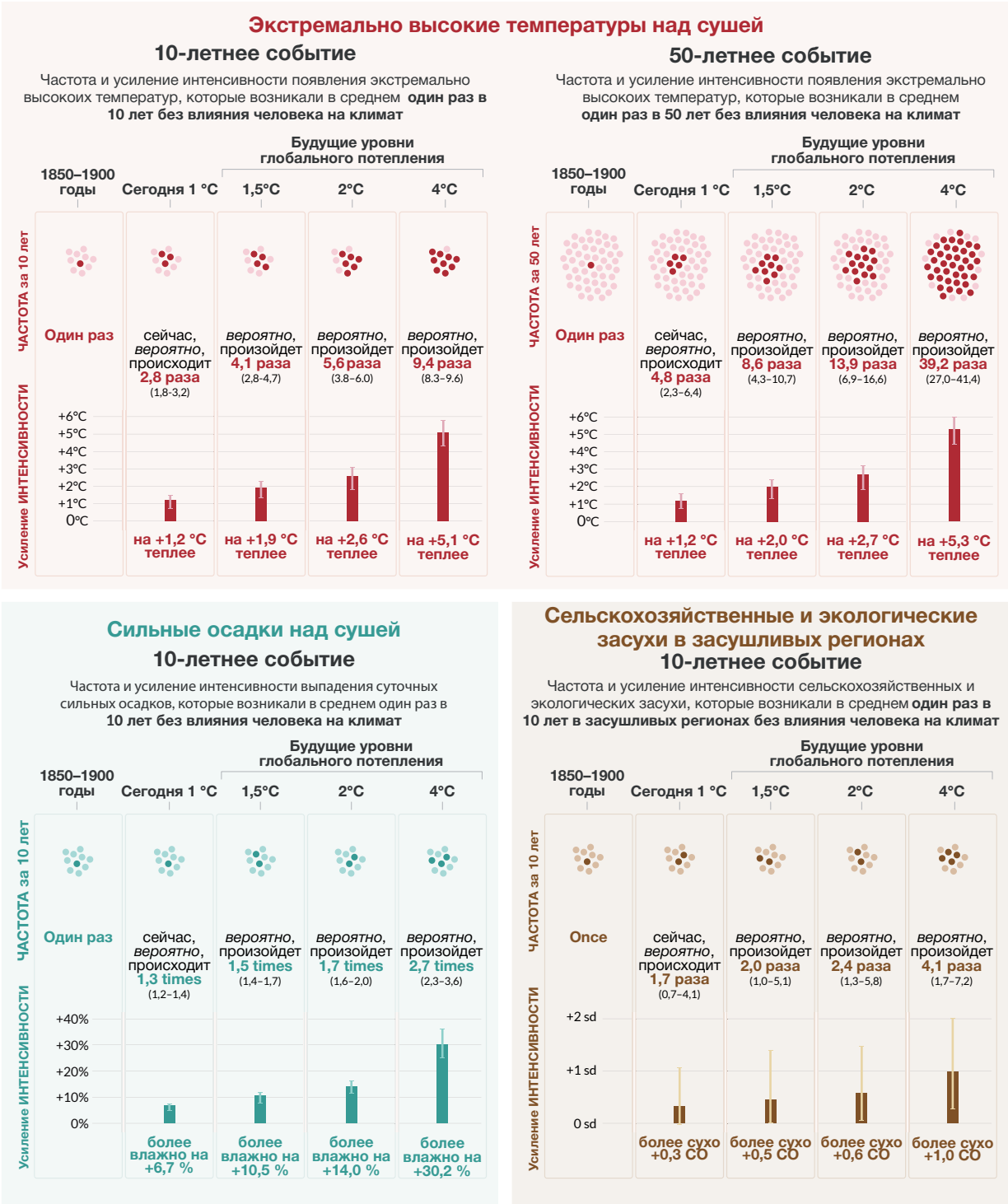
**(г) Среднегодовое изменение общей влажности почвы (стандартное отклонение)**

При разных уровнях потепления изменения влажности почвы в основном следуют за изменениями осадков, но также демонстрируют некоторые различия из-за влияния эвапотранспирации.



**(б) Моделируемое изменение среднегодовой температуры (°C), (в) изменение количества осадков (%), и (г) общее изменение влажности почвы (стандартное отклонение межгодовой изменчивости, CO)** при уровнях глобального потепления 1,5 °C, 2 °C и 4 °C (20-летнее изменение глобальной средней приземной температуры относительно 1850–1900 годов). Смоделированные изменения получены как среднее мультимодельное значение для моделей CMIP6 (медианное изменение влаги почвы при соответствующем уровне глобального потепления, то есть тот же метод, что и для правой карты в (а)). В (в), высокие положительные процентные изменения в засушливых регионах могут соответствовать небольшим абсолютным изменениям. В (г), единицей измерения является стандартное отклонение межгодовой изменчивости влажности почвы в 1850–1900 годы. Стандартное отклонение является широко используемой метрикой для характеристики засух. Прогнозируемое снижение средней влажности почвы на одно стандартное отклонение соответствует условиям влажности почвы, характерным для засух, которые случались примерно раз в шесть лет в течение 1850–1900 годов. В (г) большие изменения в засушливых регионах с незначительной межгодовой изменчивостью базовых условий могут соответствовать небольшому абсолютному изменению. Треугольники на каждом конце цветных полос обозначают значения, выходящие за границы заданных пределов. Результаты по данным всех моделей, достигающие соответствующего уровня потепления в любом из пяти иллюстративных сценариев (OCЭВ1-1.9, OCЭВ1-2.6, OCЭВ2-4.5, OCЭВ3-7.0 и OCЭВ5-8.5), усредняются. Карты изменений среднегодовой температуры и осадков при уровне глобального потепления на 3 °C представлены на рисунке 4.31 и рисунке 4.32 в разделе 4.6. Соответствующие карты (б), (в) и (г), включая штриховку для указания степени согласия моделей для ячеек сетки, представлены на рисунках 4.31, 4.32 и 11.19, соответственно; как подчеркивалось в перекрестной вставке Атлас.1, штриховка ячеек сетки неинформативна для более крупных пространственных масштабов (например, для референтных регионов ОД6), где агрегированные сигналы меньше затронуты мелкомасштабной изменчивостью, что приводит к повышению устойчивости. (Рисунок 1.14, 4.6.1, перекрестная ссылка 11.1, перекрестная ссылка Атлас.1, TP.1.3.2, рисунки TP.3 и TP.5)

Частота и интенсивность прогнозируемых изменений экстремальных событий увеличиваются с каждым дополнительным приращением глобального потепления



### Рисунок РП.6 | Прогнозируемые изменения интенсивности и частоты экстремально высоких температур и осадков над сушей, а также сельскохозяйственных и экологических засух в засушливых регионах.

Прогнозируемые изменения показаны при уровнях глобального потепления на 1 °C, 1,5 °C, 2 °C и 4 °C, и относительно 1850–1900 годов, представляющих климат без влияния на него человека. На рисунке показаны частота и увеличение интенсивности 10- или 50-летних экстремальных событий по сравнению с базовым периодом (1850–1900 годы) при различных уровнях глобального потепления.

**Экстремально высокие температуры** определяются как максимальные суточные температуры над сушей, которые превышались в среднем один раз за десятилетие (10-летнее событие) или один раз за 50 лет (50-летнее событие) в течение референтного периода 1850–1900 годов. **Экстремальные осадки** определяются как суточное количество осадков над сушей, которое было превышено в среднем один раз за десятилетие в течение референтного периода 1850–1900 годов. **Сельскохозяйственные и экологические засухи** определяются как среднегодовое значение общей влажности почвы ниже 10-го процентиля для базового периода 1850–1900 годов. Эти экстремумы определены для ячеек модельной сетки. Для экстремально высоких температур и экстремальных осадков результаты показаны для всей суши. Для сельскохозяйственных и экологических засух результаты показаны только для засушливых регионов, которые соответствуют регионам ОД6 и в отношении которых существует, по меньшей мере, *средняя степень* достоверности прогнозируемого увеличения сельскохозяйственных и экологических засух при потеплении на 2 °C по сравнению с базовым периодом 1850–1900 годов, фигурирующим в этапе 6 Проекта по взаимному сравнению климатических моделей (CMIP6). К этим регионам относятся западная часть Северной Америки, центральная часть Северной Америки, северная часть Центральной Америки, южная часть Центральной Америки, Карибский бассейн, северная часть Южной Америки, северо-восточная часть Южной Америки, район Южноамериканского муссона, юго-западная часть Южной Америки, южная часть Южной Америки, Западная и Центральная Европа, Средиземноморье, южная часть Западной Африки, южная часть Восточной Африки, Мадагаскар, восточная часть Австралии и южная часть Австралии (Карибский бассейн не включен в расчет из-за слишком малого количества полных ячеек сетки над сушей). В незасушливых регионах не наблюдается общего увеличения или уменьшения интенсивности засухи. Проекция изменений в сельскохозяйственных и экологических засухах в мультимодельном ансамбле этапа 5 CMIP (CMIP5) отличается от проекций CMIP6 в некоторых регионах, в том числе в некоторых частях Африки и Азии. Оценки прогнозируемых изменений в метеорологических и гидрологических засухах представлены в главе 11.

В разделе «частота» каждый год представлен точкой. Темными точками отмечены годы, в которые экстремальный порог превышен, а светлыми точками годы, когда порог не превышен. Значения соответствуют медиане (жирный шрифт) и их соответствующие *вероятностные* диапазоны базируются на диапазоне 5–95 % мультимодельного ансамбля по результатам модельных расчетов CMIP6 для различных сценариев. В целях единообразия количество темных точек определяется округлением до медианы. В разделе «интенсивность», медианы и их *вероятностные* диапазоны, также основанные на диапазоне 5–95 % мультимодельного ансамбля модельных расчетов CMIP6, отображены в виде темных и светлых полос, соответственно. Изменения в интенсивности экстремально высоких температур и экстремальных осадков выражаются в градусах Цельсия и процентах. Для сельскохозяйственных и экологических засух, изменения в интенсивности выражаются в долях стандартного отклонения годовой влажности почвы.

{11.1; 11.3; 11.4; 11.6; 11.9; Рисунки 11.12, 11.15, 11.6, 11.7 и 11.18}

**Б.3 Согласно проекциям, продолжающееся глобальное потепление приведет к дальнейшей интенсификации глобального гидрологического цикла, включая его изменчивость, глобальные муссонные осадки и интенсивность влажных и засушливых событий.**  
{4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, вставка 8.2, 11.4, 11.6, 11.9, 12.4, Атлас.3} (Рисунок РП.5, рисунок РП.6)

**Б.3.1** После ОД5 появились более убедительные доказательства того, что глобальный гидрологический цикл будет продолжать интенсифицироваться по мере повышения глобальной температуры (*высокая степень достоверности*), при этом, согласно проекциям, изменчивость осадков и поверхностный сток будут увеличиваться в большинстве регионов суши в течение сезонов (*высокая степень достоверности*) и от года к году (*средняя степень достоверности*). Согласно проекциям, *вероятно*, что общее среднегодовое количество осадков над сушей увеличится на 0–5 % по сценарию очень низких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9), на 1,5–8 % по сценарию промежуточных уровней выбросов ПГ (ОСЭВ2-4.5) и на 1–13 % по сценарию очень высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ 5-8.5) к 2081–2100 годам по сравнению с 1995–2014 годами. В ОСЭВ2-4.5, ОСЭВ 3-7.0 и ОСЭВ 5-8.5 прогнозируется увеличение количества осадков в высоких широтах, экваториальной части Тихого океана и в некоторых муссонных регионах и их уменьшение в некоторых районах субтропиков и в небольших районах в тропиках (*весьма вероятно*). Прогнозируется увеличение площади суши, для которой сезонная изменчивость осадков будет увеличиваться (*средняя степень достоверности*). Существует *высокая степень достоверности* более раннего начала весеннего таяния снега, приводящего к смещению пика поверхностного стока на более ранний период во всем мире в регионах со снежным покровом.  
{4.3, 4.5, 4.6, 8.2, 8.4, Атлас.3, ТР.2.6, ТР.4.3, вставка ТР.6} (Рисунок РП.5)

- Б.3.2 Более теплый климат приведет к увеличению интенсивности очень влажных и очень сухих погодных и климатических событий и сезонов, что окажет влияние на наводнения и засухи (*высокая степень достоверности*), но местоположение и частота этих событий зависят от прогнозируемых изменений в региональной атмосферной циркуляции, включая муссоны и траектории среднеширотных циклонов. *Весьма вероятно*, что изменчивость осадков, связанная с Эль-Ниньо-Южным Колебанием, усилится во второй половине XXI века по сценариям ОСЭВ2-4.5, ОСЭВ 3-7.0 и ОСЭВ 5-8.5. {4.3, 4.5, 4.6, 8.2, 8.4, 8.5, 11.4, 11.6, 11.9, 12.4, TP.2.6, TP.4.2, вставка TP.6} (Рисунок РП.5, Рисунок РП.6)
- Б.3.3 В среднесрочной и долгосрочной перспективе прогнозируется увеличение муссонных осадков в глобальном масштабе, особенно над Южной и Юго-Восточной Азией, Восточной Азией и Западной Африкой, кроме западной части Сахели (*высокая степень достоверности*). Согласно проекциям, сезон муссонов будет наступать позднее в Северной и Южной Америке, и Западной Африке (*высокая степень достоверности*) и заканчиваться позднее в Западной Африке (*средняя степень достоверности*). {4.4, 4.5, 8.2, 8.3, 8.4, вставка 8.2, вставка TP.13}
- Б.3.4 В долгосрочной перспективе по сценариям высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ3-7.0, ОСЭВ5-8.5) произойдет, *вероятно*, смещение к югу и интенсификация среднеширотных циклонов Южного полушария летом и связанных с ними осадков, однако в ближайшей перспективе эффект восстановления стратосферного озона противодействует этим изменениям (*высокая степень достоверности*). Существует *средняя степень достоверности* смещения к полюсу циклонов и, связанных с ними осадков в северной части Тихого океана, при этом прогнозируемые изменения траекторий циклонов в Северной Атлантике характеризуются *низкой степенью достоверности*. {4.4, 4.5, 8.4, TP.2.3, TP.4.2}
- Б.4 Согласно проекциям, по сценариям с увеличением выбросов CO<sub>2</sub> стоки углерода в океане и на суше будут менее эффективны в плане замедления накопления CO<sub>2</sub> в атмосфере. {4.3, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6} (Рисунок РП.7)**
- Б.4.1 Хотя прогнозируется, что природные стоки углерода на суше и в океане будут поглощать все большее количество CO<sub>2</sub> согласно сценариям с более высокими, по сравнению со сценариями с более низкими, уровнями выбросов CO<sub>2</sub>, они становятся менее эффективными, то есть доля выбросов, поглощаемых сушей и океаном, уменьшается по мере увеличения общих выбросов CO<sub>2</sub>. Согласно проекциям, это приведет к тому, что более высокая доля выброшенного CO<sub>2</sub> останется в атмосфере (*высокая степень достоверности*). {5.2, 5.4, вставка TP.5} (Рисунок РП.7)
- Б.4.2 На основе модельных проекций в сценарии промежуточных уровней выбросов со стабилизацией концентраций CO<sub>2</sub> в атмосфере в этом столетии (ОСЭВ2-4.5) прогнозируется снижение темпов поглощения CO<sub>2</sub> сушей и океаном во второй половине XXI века (*высокая степень достоверности*). Согласно сценариям очень низких и низких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9, ОСЭВ1-2.6), когда концентрации CO<sub>2</sub> достигают пика и снижаются в течение XXI века, суша и океан начинают поглощать меньше углерода как результат снижения концентраций CO<sub>2</sub> в атмосфере (*высокая степень достоверности*) и превращаются к 2100 году, согласно ОСЭВ1-1.9, в слабый суммарный источник (*средняя степень достоверности*). *Весьма маловероятно*, что объединенный для суши и океана глобальный сток превратится в источник к 2100 году по сценариям без суммарных отрицательных выбросов (ОСЭВ2-4.5, ОСЭВ3-7.0, ОСЭВ5-8.5)<sup>32</sup>. {4.3, 5.4, 5.5, 5.6, вставка TP.5, TP.3.3}
- Б.4.3 Величина обратных связей между изменением климата и углеродным циклом становится выше, при этом возрастает ее неопределенность в сценариях с высокими уровнями выбросов CO<sub>2</sub> (*весьма высокая степень достоверности*). Однако проекции климатических моделей показывают, что различия между сценариями уровней выбросов доминируют над неопределенностями в

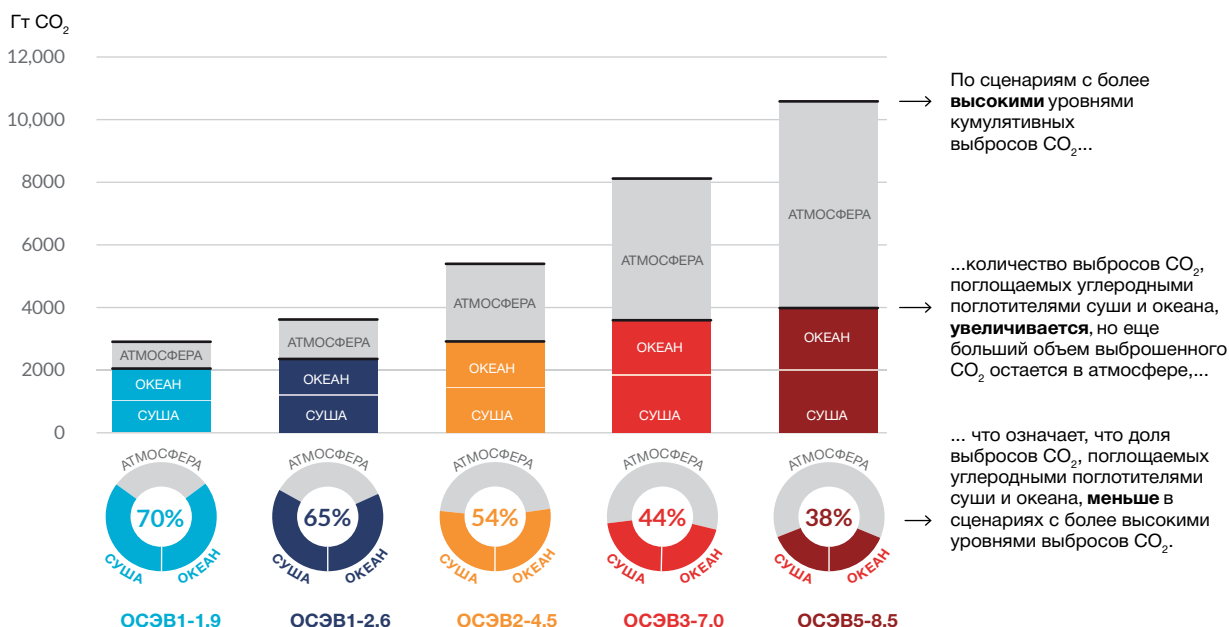
<sup>32</sup> Эти прогнозируемые подстройки поглотителей углерода для стабилизации или снижения содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере, учитываются в расчетах остающихся углеродных бюджетов.

концентрациях  $\text{CO}_2$  в атмосфере к 2100 году (*высокая степень достоверности*). Дополнительные реакции экосистем на потепление, еще не полностью включенные в климатические модели, такие как потоки  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  из водно-болотных угодий, таяние многолетней мерзлоты и стихийные пожары, еще больше увеличили бы концентрации этих газов в атмосфере (*высокая степень достоверности*).

{5.4, вставка TP.5, TP.3.2}

## Доля выбросов $\text{CO}_2$ , поглощаемая углеродными поглотителями суши и океана, меньше в сценариях с более высокими уровнями кумулятивных выбросов $\text{CO}_2$

Общие кумулятивные выбросы  $\text{CO}_2$ , поглощаемые сушей и океанами (цвета) и остающиеся в атмосфере (серый цвет), в соответствии с пятью иллюстративными сценариями, с 1850 по 2100 годы



**Рисунок РП.7 | Кумулятивные антропогенные выбросы  $\text{CO}_2$ , поглощенные сушей и океаном к 2100 году, в соответствии с пятью иллюстративными сценариями.**

Кумулятивные антропогенные (вызванные деятельностью человека) выбросы двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ), поглощенные сушей и океаном согласно пяти иллюстративным сценариям (ОСЭВ1-1.9, ОСЭВ1-2.6, ОСЭВ2-4.5, ОСЭВ3-7.0 и ОСЭВ5-8.5), моделируются с 1850 по 2100 годы с помощью климатических моделей этапа 6 Проекта по взаимному сравнению климатических моделей (CMIP6) в симуляциях с заданными концентрациями. Стоки углерода на суше и в океане реагируют на прошлые, настоящие и будущие выбросы, поэтому здесь представлены кумулятивные стоки за период с 1850 по 2100 годы. В течение исторического периода (1850–2019 годы) наблюдаемый сток суши и океана составил 1430 Гт $\text{CO}_2$  (59 % выбросов).

**Гистограмма** иллюстрирует прогнозируемое количество кумулятивных антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$  (Гт $\text{CO}_2$ ) в период с 1850 по 2100 годы, остающихся в атмосфере (серая часть) и поглощенных сушей и океаном (цветная часть) в 2100 году. **Кольцевая диаграмма** иллюстрирует долю кумулятивных антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ , поглощенных сушей и океаном и остающихся в атмосфере в 2100 году. Значения в % указывают на долю кумулятивных антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ , поглощенных сушей и океаном в 2100 году. Общие антропогенные выбросы углерода рассчитываются путем добавления суммарных глобальных выбросов от землепользования из базы данных сценариев CMIP6 к другим секторальным выбросам, рассчитанным на основе симуляций климатических моделей с предписанными концентрациями  $\text{CO}_2$ <sup>33</sup>. Поглощение  $\text{CO}_2$  сушей и океаном с 1850 года рассчитывается на основе суммарной продуктивности биомов на суше, скорректированной на потери  $\text{CO}_2$  в результате изменений в землепользовании путем добавления выбросов, обусловленных этими изменениями, и суммарного потока  $\text{CO}_2$  в океане.

{5.2.1; таблица 5.1; 5.4.5; рисунок 5.25; вставка TP.5; вставка TP.5, рисунок 1}

33 Другие секторальные выбросы рассчитываются на основе остаточного суммарного поглощения  $\text{CO}_2$  сушей и океаном и заданных изменений концентрации  $\text{CO}_2$  в модельных расчетах CMIP6. Эти расчетные выбросы являются суммарными выбросами и не отделяют валовые антропогенные выбросы от стоков, которые включены косвенно.

- Б.5 Многие изменения, вызванные прошлыми и будущими выбросами парниковых газов, являются необратимыми в течение периода от столетий до тысячелетий, особенно изменения в океане, ледяных щитах и глобальном уровне океана.**  
{2.3, перекрестная вставка 2.4, 4.3, 4.5, 4.7, 5.3, 9.2, 9.4, 9.5, 9.6, вставка 9.4} (Рисунок РП.8)
- Б.5.1** Прошлые выбросы ПГ, начиная с 1750 года, привели к потеплению Мирового океана (*высокая степень достоверности*). В течение оставшейся части XXI века *вероятное* потепление океана варьируется от 2–4 (ОСЭВ1-2.6) до 4–8 раз (ОСЭВ5-8.5) по сравнению с изменением в 1971–2018 годы. Исходя из многочисленных доказательств, стратификация верхних слоев океана (*практически достоверно*), закисление океана (*практически достоверно*) и обескислороживание океана (*высокая степень достоверности*) будут продолжать усиливаться в XXI веке со скоростью, зависящей от будущих выбросов. В масштабах времени от столетий до тысячелетий необратимыми являются изменения в температуре Мирового океана (*весьма высокая степень достоверности*), закислении глубинных слоев океана (*весьма высокая степень достоверности*) и обескислороживании (*средняя степень достоверности*).  
{4.3, 4.5, 4.7, 5.3, 9.2, ТР.2.4} (Рисунок РП.8)
- Б.5.2** Горные и полярные ледники будут продолжать таять в течение десятилетий или столетий (*весьма высокая степень достоверности*). Потеря углерода многолетней мерзлоты после ее оттаивания является необратимой в столетних временных масштабах (*высокая степень достоверности*). Продолжение потери льда в XXI веке *практически достоверно* в отношении Гренландского ледяного щита и, *вероятно*, Антарктического ледяного щита. Существует *высокая степень достоверности* того, что общая потеря льда Гренландского ледяного щита будет увеличиваться по мере роста уровня кумулятивных выбросов. Существует *ограниченное количество доказательств* маловероятных последствий со значительным воздействием (возникающих в результате процессов нестабильности ледяного щита, характеризующихся сильной неопределенностью и, в некоторых случаях, связанных с переломными моментами), которые, согласно сценариям высоких уровней выбросов ПГ, будут резко усиливать потерю льда Антарктическим ледяным щитом на протяжении столетий<sup>34</sup>.  
{4.3, 4.7, 5.4, 9.4, 9.5, вставка 9.4, вставка ТР.1, ТР.2.5}
- Б.5.3** *Практически достоверно*, что в течение XXI века глобальный средний уровень океана будет продолжать повышаться. По сравнению с 1995–2014 годами *вероятное* повышение глобального среднего уровня моря к 2100 году составит 0,28–0,55 м по сценарию очень низких уровней выбросов ПГ (ОСЭД1-1.9); 0,32–0,62 м по сценарию низких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ1-2.6); 0,44–0,76 м по сценарию промежуточных уровней выбросов ПГ (ОСЭВ2-4.5); и 0,63–1,01 м по сценарию очень высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ5-8.5); а к 2150 году – 0,37–0,86 м по сценарию очень низких уровней выбросов (ОСЭВ1-1.9); 0,46–0,99 м по сценарию низких уровней выбросов (ОСЭВ1-2.6); 0,66–1,33 м по сценарию промежуточных уровней выбросов (ОСЭВ2-4.5); и 0,98–1,88 м по сценарию очень высоких уровней выбросов (ОСЭВ5-8.5) (*средняя степень достоверности*)<sup>35</sup>. Повышение глобального среднего уровня моря выше *вероятного* диапазона – приближающееся к 2 м к 2100 году и 5 м к 2150 году по сценарию очень высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ5-8.5) (*низкая степень достоверности*) – не может быть исключено из-за большой неопределенности процессов, происходящих в ледяных щитах.  
{4.3, 9.6, вставка 9.4, вставка ТР.4} (Рисунок РП.8)
- Б.5.4** В более долгосрочной перспективе уровень моря будет повышаться в течение периода от столетий до тысячелетий из-за продолжающегося потепления глубинных слоев океана и таяния ледяных щитов, и будет оставаться повышенным в течение тысяч лет (*высокая степень достоверности*). В последующие 2000 лет глобальный средний уровень океана поднимется примерно на 2–3 м, если потепление ограничится 1,5 °С, на 2–6 м, если потепление ограничится 2 °С, и на 19–22 м

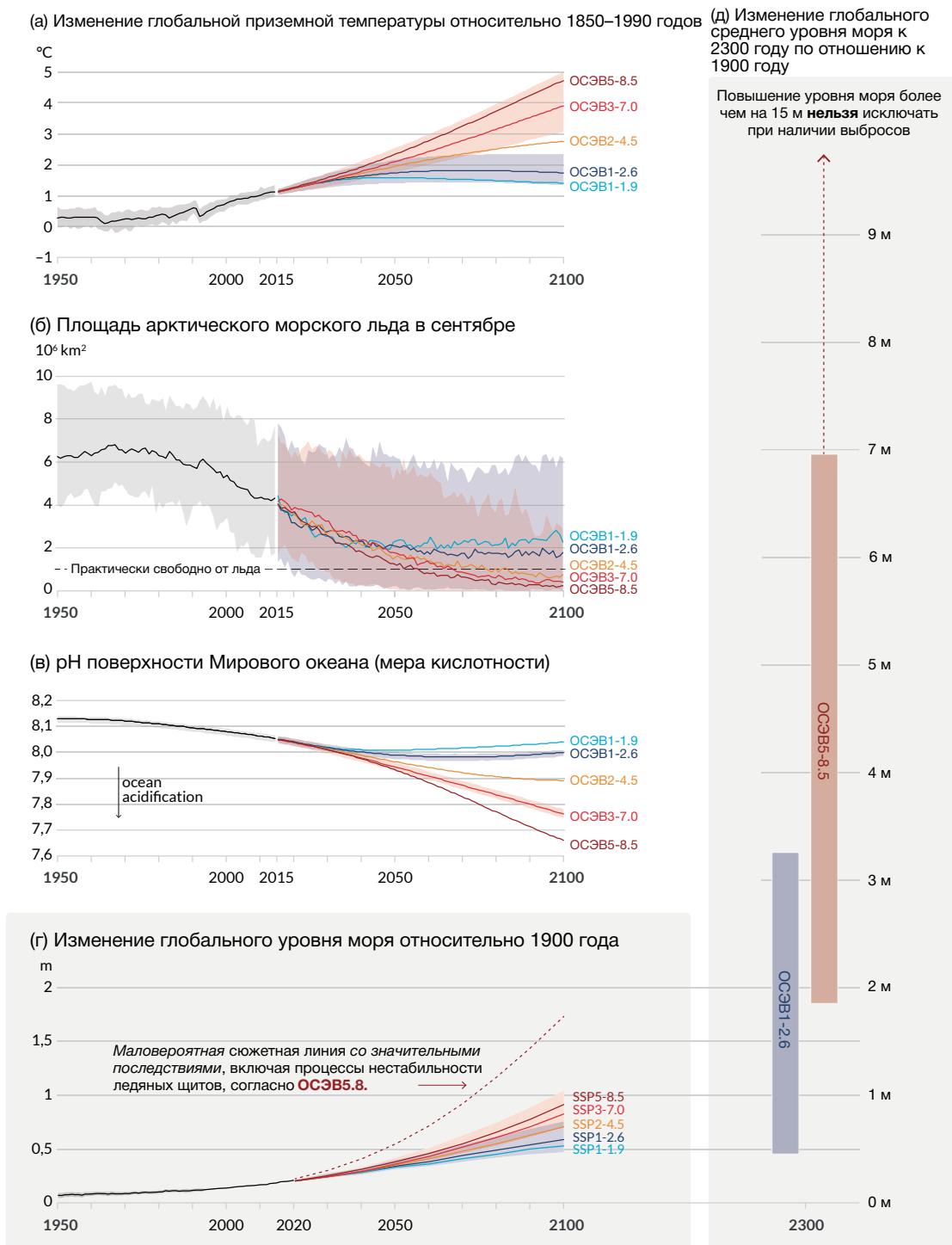
<sup>34</sup> Маловероятные последствия со значительным воздействием – это последствия, вероятность наступления которых низка или недостаточно хорошо известна (как в контексте сильной неопределенности), но потенциальные воздействия которых на общество и экосистемы могли бы быть серьезными. Переломный момент – это критический порог, за которым система реорганизуется, часто резко и/или необратимо. (Глоссарий) {1.4, перекрестная вставка 1.3, 4.7}

<sup>35</sup> Для сравнения с базовым периодом 1986–2005 годов, использованным в ОД5 и СДОКК, добавьте 0,03 м к оценкам повышения глобального среднего уровня моря. Для сравнения с базовым периодом 1900 года, использованным на рисунке РП.8, добавьте 0,16 м.

при потеплении на 5 °C, и будет продолжать подниматься в последующие тысячелетия (*низкая степень достоверности*). Проекții многотысячелетнего повышения глобального среднего уровня океана согласуются с реконструированными уровнями в прошлые периоды теплого климата: *вероятно* на 5–10 м выше, чем сегодня, около 125 000 лет назад, когда глобальные температуры, *весьма вероятно*, были на 0,5 °C–1,5 °C выше, чем в 1850–1900 годы; и, *весьма вероятно*, на 5–25 м выше примерно 3 миллиона лет назад, когда глобальные температуры были на 2,5 °C–4 °C выше (*средняя степень достоверности*).

{2.3, перекрестная вставка 2.4, 9.6, вставка TP.2, вставка TP.4, вставка TP.9}

## Деятельность человека затрагивает все основные компоненты климатической системы, причем некоторые из них реагируют в течение десятилетий, а другие в течение столетий



### Рисунок РП.8 | Отдельные показатели изменения глобального климата согласно пяти иллюстративным сценариям, используемых в настоящем докладе.

Проекции по каждому из пяти сценариев показаны цветом. Диапазоны неопределенности представлены затенениями – более подробная информация по каждой части дается ниже. Черные кривые представляют исторические симуляции (части **а**, **б**, **в**) или наблюдения (часть **г**). Исторические значения включены во все графики, чтобы обеспечить сравнение с прогнозируемыми будущими изменениями.

**(а) Изменения глобальной приземной температуры** в °C относительно 1850–1900 годов. Эти изменения были получены путем комбинации модельных расчетов этапа 6 Проекта по взаимному сравнению климатических моделей (CMIP6) с ограниченными данными наблюдений, основанным на моделировании потепления в прошлом, а также обновленной оценки равновесной чувствительности климата (см. вставку РП.1). Изменения относительно 1850–1900 годов на основе 20-летних периодов осреднения рассчитываются путем добавления 0,85 °C (наблюдаемое повышение глобальной приземной температуры с 1850–1900 по 1995–2014 годы) к смоделированным изменениям относительно 1995–2014 годов. *Весьма вероятные* диапазоны показаны для ОСЭВ1-2.6 и ОСЭВ3-7.0.

**(б) Площадь арктического морского льда в сентябре** в 10<sup>6</sup> км<sup>2</sup> на основе модельных расчетов CMIP6. *Весьма вероятные* диапазоны показаны для ОСЭВ1-2.6 и ОСЭВ3-7.0. Согласно проекциям, Арктика станет практически свободной от льда около середины столетия по сценариям средних и высоких уровней выбросов ПГ.

**(в) Глобальный показатель pH поверхности океана** (мера кислотности) на основе модельных расчетов CMIP6. *Весьма вероятные* диапазоны показаны для ОСЭВ1-2.6 и ОСЭВ3-7.0.

**(г) Изменение глобального среднего уровня моря** в метрах относительно 1900 года. Исторические изменения наблюдаются мареографами до 1992 года и альтиметрами после 1992 года, и будущие изменения оцениваются последовательно с ограничениями наблюдений на основе эмуляции CMIP6, ледяных щитов и ледников. *Вероятные* диапазоны показаны для ОСЭВ1-2.6 и ОСЭВ3-7.0. Для изменений уровня моря оцениваются только *вероятные* диапазоны из-за трудностей в оценке распределения сильно неопределенных процессов. Пунктирной кривой показано потенциальное влияние этих сильно неопределенных процессов. Она показывает 83-й процентиль проекций ОСЭВ5-8.5, которые включают маловероятные процессы в ледяных щитах со значительными последствиями, которые нельзя исключить; из-за *низкой степени достоверности* проекций этих процессов эта кривая не является частью *вероятного* диапазона. Изменения относительно 1900 года рассчитываются путем добавления 0,158 м (наблюдаемое повышение глобального среднего уровня моря с 1900 по 1995–2014 годы) к смоделированным и наблюдаемым изменениям относительно 1995–2014 годов.

**(д) Изменение глобального среднего уровня моря в 2300 году** в метрах относительно 1900 года. Только ОСЭВ1-2.6 и ОСЭВ5-8.5 прогнозируются на 2300 год, поскольку модельные симуляции, выходящие за пределы 2100 года по другим сценариям, слишком малочисленны для получения надежных результатов. 17–83-й процентильные диапазоны заштрихованы. Пунктирная стрелка иллюстрирует 83-й процентиль проекций ОСЭВ5-8.5, которые включают маловероятные процессы в ледяных щитах, имеющие последствия со значительным воздействием, которые нельзя исключить.

**(г) и (в)** основаны на отдельных расчетах каждой модели и поэтому включают компонент внутренней изменчивости. **(а)**, **(б)** и **(д)** основаны на средних долгосрочных значениях, и поэтому вклад внутренней изменчивости является незначительным.

{4.3; рисунки 4.2, 4.8 и 4.11; 9.6; рисунок 9.27; рисунки TP.8 и TP.11; вставка TP.4, рисунок 1}

## С. Климатическая информация для оценки рисков и региональной адаптации

Информация о климате касается реакций климатической системы на взаимодействие между антропогенным воздействием, природными движущими факторами и внутренней изменчивостью. Знание климатической реакции и диапазона возможных последствий, включая маловероятные последствия со значительным воздействием, является основой для климатического обслуживания: оценка связанных с климатом рисков и планирование адаптации. Информация о физическом климате в глобальном, региональном и местном масштабах готовится на основе множественных доказательств, включая наблюдения, результаты климатических моделей и специализированную диагностику.

**С.1 Природные движущие факторы и внутренняя изменчивость будут модулировать изменения, вызванные деятельностью человека, особенно в региональных масштабах и в ближайшей перспективе, оказывая при этом незначительное воздействие на столетнее глобальное потепление. Эти модуляции важно учитывать при планировании всего спектра возможных изменений.**

{1.4, 2.2, 3.3, перекрестная вставка 3.1, 4.4, 4.6, перекрестная вставка 4.1, вставка 7.2, 8.3, 8.5, 9.2, 10.3, 10.4, 10.6, 11.3, 12.5, Атлас.4, Атлас.5, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.10, Атлас.11, перекрестная вставка Атлас.2}

**С.1.1** Исторические измерения глобальной приземной температуры показывают, что десятилетняя изменчивость как усилила, так и замаскировала основные долгосрочные изменения, вызванные

деятельностью человека, и эта изменчивость сохранится и в будущем (*весьма высокая степень достоверности*). Например, внутренняя декадная изменчивость и вариации солнечных и вулканических факторов частично маскировали вызванное человеком глобальное повышение приземной температуры в 1998–2012 годы, характеризующееся явно выраженными региональными и сезонными признаками (*высокая степень достоверности*). Тем не менее, нагревание климатической системы продолжалось в течение этого периода, что нашло свое отражение как в продолжающемся потеплении Мирового океана (*весьма высокая степень достоверности*), так и в продолжающемся росте экстремально высоких температур над сушей (*средняя степень достоверности*).

{1.4, 3.3, перекрестная вставка 3.1, 4.4, вставка 7.2, 9.2, 11.3, перекрестная вставка ТР.1} (Рисунок РП.1)

- C.1.2 Прогнозируемые антропогенные изменения климата и климатических факторов воздействия (ОВКФ)<sup>36</sup>, включая экстремальные события, могут быть как усилены, так и ослаблены из-за внутренней изменчивости (*высокая степень достоверности*)<sup>37</sup>. Локальное уменьшение температуры, которое может случиться в ближайшем будущем не будет противоречить глобальному повышению приземной температуры вследствие антропогенного воздействия (*высокая степень достоверности*).

{1.4, 4.4, 4.6, 10.4, 11.3, 12.5, Атлас.5, Атлас.10, Атлас.11, ТР.4.2}

- C.1.3 Внутренняя изменчивость в значительной степени определяет усиление и ослабление наблюдаемых антропогенных изменений среднего количества осадков в масштабах десятилетий – столетий во многих регионах суши (*высокая степень достоверности*). В глобальном и региональном масштабах в изменениях муссонов в ближайшее время будут доминировать эффекты внутренней изменчивости (*средняя степень достоверности*). Помимо влияния внутренней изменчивости, прогнозируемые на ближайшую перспективу изменения осадков в глобальном и региональном масштабах имеют неопределенности из-за неопределенности моделей и неопределенности воздействий, вызванных природными и антропогенными аэрозолями (*средняя степень достоверности*).

{1.4, 4.4, 8.3, 8.5, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, Атлас.4, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.10, Атлас.11, перекрестная вставка Атлас.2, ТР.4.2, вставка ТР.6, вставка ТР.13}

- C.1.4 Исходя из палеоклиматических и исторических доказательств, вероятно, что в течение XXI века произойдет как минимум одно крупное извержение вулкана<sup>38</sup>. Подобное извержение приведет к уменьшению глобальной приземной температуры и осадков, особенно над сушей, на один-три года, изменит глобальную муссонную циркуляцию, экстремальные осадки и многие ОВКФ (*средняя степень достоверности*). Если такое извержение произойдет, то это, следовательно, временно и частично замаскирует антропогенное изменение климата.

{2.2, 4.4, перекрестная вставка 4.1, 8.5, ТР.2.1}

- C.2 Согласно проекциям, при дальнейшем глобальном потеплении в каждом регионе будут происходить одновременные и множественные изменения в климатических факторах воздействия. Изменения в нескольких климатических факторах воздействия будут более широко распространенными при глобальном потеплении на 2 °C по сравнению с 1,5 °C, и еще более распространенными и/или явно выраженными при более высоких уровнях потепления. {8.2, 9.3, 9.5, 9.6, вставка 10.3, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.9, вставка 11.3, вставка 11.4, перекрестная вставка 11.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, перекрестная вставка 12.1, Атлас.4, Атлас.5, Атлас.6, Атлас.7, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.10, Атлас.11} (Таблица РП.1, рисунок РП.9)

36 Климатические факторы воздействия (ОВКФ) – это физические условия климатической системы (например, средние значения, конкретные события, экстремумы), которые затрагивают тот или иной элемент общества или экосистемы. В зависимости от толерантности системы, ОВКФ и их изменения могут быть пагубными, полезными, нейтральными или сочетанием каждого из них в рамках взаимодействующих элементов системы и регионов (Глоссарий). Типы ОВКФ включают жару и холод, влажность и сухость, ветер, снег и лед, прибрежную зону и открытый океан.

37 Основные явления внутренней изменчивости включают Эль-Ниньо-Южное колебание, Тихоокеанскую декадную изменчивость и Атлантическую междекадную изменчивость, как результат их регионального влияния.

38 Согласно данным реконструкций за 2500 лет, извержения, вызывающие эффект более, чем, чем -1Вт/м<sup>2</sup>, происходят в среднем два раза в столетие.

- С.2.1 Согласно проекциям, во всех регионах<sup>39</sup> будет наблюдаться дальнейшее увеличение климатических факторов воздействия (ОВКФ), влияющих на потепление и уменьшение ОВКФ, влияющих на похолодание (*высокая степень достоверности*). Согласно проекциям, произойдет дальнейшее сокращение многолетней мерзлоты; снега, ледников и ледяных щитов; а также озерного и арктического морского льда (*средняя–высокая степень достоверности*).<sup>40</sup> Эти изменения будут более значительными при глобальном потеплении на 2 °C или выше, чем на 1,5 °C (*высокая степень достоверности*). Например, прогнозируется, что пороговые значения экстремально высокой температуры, имеющие значение для сельского хозяйства и здравоохранения, будут превышать чаще при более высоких уровнях глобального потепления (*высокая степень достоверности*).  
{9.3, 9.5, 11.3, 11.9, перекрестная вставка 11.1, 12.3, 12.4, 12.5, перекрестная вставка 12.1, Атлас.4, Атлас.5, Атлас.6, Атлас.7, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.10, Атлас.11, ТР.4.3} (Таблица РП.1, рисунок РП.9)
- С.2.2 При глобальном потеплении на 1,5 °C прогнозируется усиление и более частая повторяемость сильных осадков и связанных с ними наводнений в большинстве регионов Африки и Азии (*высокая степень достоверности*), Северной Америки (*средняя–высокая степень достоверности*)<sup>40</sup> и Европе (*средняя степень достоверности*). Также, по сравнению с 1850–1900 годами, прогнозируются более частые и/или сильные сельскохозяйственные и экологические засухи в нескольких регионах на всех обитаемых континентах, кроме Азии, (*средняя степень достоверности*); усиление метеорологических засух также прогнозируется в нескольких регионах (*средняя степень достоверности*). В небольшом числе регионов прогнозируется увеличение или уменьшение среднего количества осадков (*средняя степень достоверности*).  
{11.4, 11.5, 11.6, 11.9, Атлас.4, Атлас.5, Атлас.7, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.10, Атлас.11, ТР.4.3} (Таблица РП.1)
- С.2.3 При глобальном потеплении на 2 °C и выше степень достоверности и величина изменения засух, сильных и средних осадков увеличиваются по сравнению с потеплением на 1,5 °C. Прогнозируется, что сильные осадки и связанные с ними наводнения станут более интенсивными и частыми на островах Тихого океана и во многих регионах Северной Америки и Европы (*средняя–высокая степень достоверности*).<sup>40</sup> Эти изменения также будут наблюдаться в некоторых регионах Австралии, Центральной и Южной Америки (*средняя степень достоверности*). В ряде регионов Африки, Южной Америки и Европы прогнозируется увеличение частоты и/или суровости сельскохозяйственных и экологических засух со *средней–высокой степенью достоверности*<sup>40</sup> их усиление также прогнозируется в Австралии, Центральной и Северной Америке и Карибском бассейне со *средней степенью достоверности*. Согласно проекциям, небольшое число регионов Африки, Австралии, Европы и Северной Америки также будут затронуты усилением гидрологических засух, и несколько регионов, согласно проекциям, будут затронуты усилением или ослаблением метеорологических засух, при этом в большем числе регионов произойдет их усиление (*средняя степень достоверности*). Прогнозируется увеличение среднего количества осадков во всех полярных, районах Северной Европы, в районах северной части Северной Америки, большинстве азиатских регионов и двух регионах Южной Америки (*высокая степень достоверности*).  
{11.4, 11.6, 11.9, перекрестная вставка 11.1, 12.4, 12.5, перекрестная вставка 12.1, Атлас.5, Атлас.7, Атлас.8, Атлас.9, Атлас.11, ТР.4.3} (Таблица РП.1, рисунок РП.5, рисунок РП.6, рисунок РП.9)
- С.2.4 Согласно проекциям, при потеплении на 2 °C и выше по сравнению с глобальным потеплением на 1,5 °C изменится большее количество ОВКФ в большем числе регионов (*высокая степень достоверности*). Изменения в конкретных регионах включают усиление тропических циклонов и/или среднеширотных циклонов (*средняя степень достоверности*), рост числа речных наводнений (*средняя–высокая степень достоверности*),<sup>40</sup> уменьшение среднего количества осадков и усиление засушливости (*средняя–высокая степень достоверности*),<sup>40</sup> и рост числа случаев

39 Регионы означают здесь регионы РП ОД6, используемые в данном докладе для обобщения информации в субконтинентальных и океанических регионах. Изменения сравниваются со средними показателями за последние 20–40 лет, если не указано иное. {1.4, 12.4, Атлас.1}.

40 Конкретная степень достоверности или правдоподобия зависит от рассматриваемого региона. Подробная информация содержится в Техническом резюме и основном докладе.

пожароопасной погоды (*средняя–высокая степень достоверности*).<sup>40</sup> В отношении большинства регионов существует *низкая степень достоверности* возможных будущих изменениях других ОВКФ, таких как град, ледяные бури, сильные штормы, пыльные бури, обильные снегопады и оползни.

{11.7, 11.9, перекрестная вставка 11.1, 12.4, 12.5, перекрестная вставка 12.1, Атлас.4, Атлас.6, Атлас.7, Атлас.8, Атлас.10, ТР.4.3.1, ТР.4.3.2, ТР.5} (Таблица РП.1, рисунок РП.9)

- С.2.5 *Весьма вероятно–практически достоверно*<sup>40</sup>, что повышение относительного регионального среднего уровня океана будет продолжаться в течение всего XXI века, за исключением нескольких регионов, характеризующихся значительными темпами геологического поднятия суши. Согласно проекциям, примерно на двух третях мирового побережья происходит повышение уровня океана в пределах  $\pm 20\%$  от глобального среднего повышения (*средняя степень достоверности*). Вследствие относительного повышения уровня моря экстремальные события, связанные с уровнем океана, которые в недавнем прошлом происходили раз в столетие, будут происходить к 2100 году, согласно оценкам, по меньшей мере, ежегодно в более чем половине всех мест расположения мареографов (*высокая степень достоверности*). Относительное повышение уровня моря способствует увеличению частоты и опасности прибрежных наводнений в низколежащих районах и береговой эрозии для большинства песчаных побережий (*высокая степень достоверности*).

{9.6, 12.4, 12.5, промежуточная вставка 12.1, вставка ТР.4, ТР.4.3} (Рисунок РП.9)

- С.2.6 Города усиливают антропогенное потепление на местном уровне и дальнейшая урбанизация, наряду с более частыми экстремально высокими температурами, приведет к усилению пагубного воздействия волн жары (*весьма высокая степень достоверности*). Урбанизация также увеличивает средние и сильные осадки над городами и/или с их подветренной стороны (*средняя степень достоверности*) и итоговую интенсивность стока (*высокая степень достоверности*). В прибрежных городах сочетание более частых экстремальных событий, связанных с уровнем моря (из-за повышения уровня моря и штормового нагона), и экстремальных событий, связанных с дождями и речными потоками, сделает наводнения более вероятными (*высокая степень достоверности*).

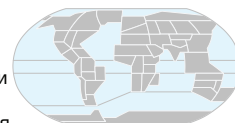
{8.2, вставка 10.3, 11.3, 12.4, вставка ТР.14}

- С.2.7 Согласно проекциям, во многих регионах при более высоком уровне глобального потепления вероятность возникновения событий, связанных с воздействием разных экстремальных событий возрастет (*высокая степень достоверности*). В частности, одновременно происходящие волны жары и засухи, *вероятно*, станут более частыми. Одновременные экстремальные события во многих местах, в том числе в районах, где выращиваются сельскохозяйственные культуры, станут более частыми при повышении температуры на 2 °C и выше по сравнению с глобальным потеплением на 1,5°C (*высокая степень достоверности*).

{11.8, вставка 11.3, вставка 11.4, 12.3, 12.4, перекрестная вставка 12.1, ТР.4.3} (Таблица РП.1)

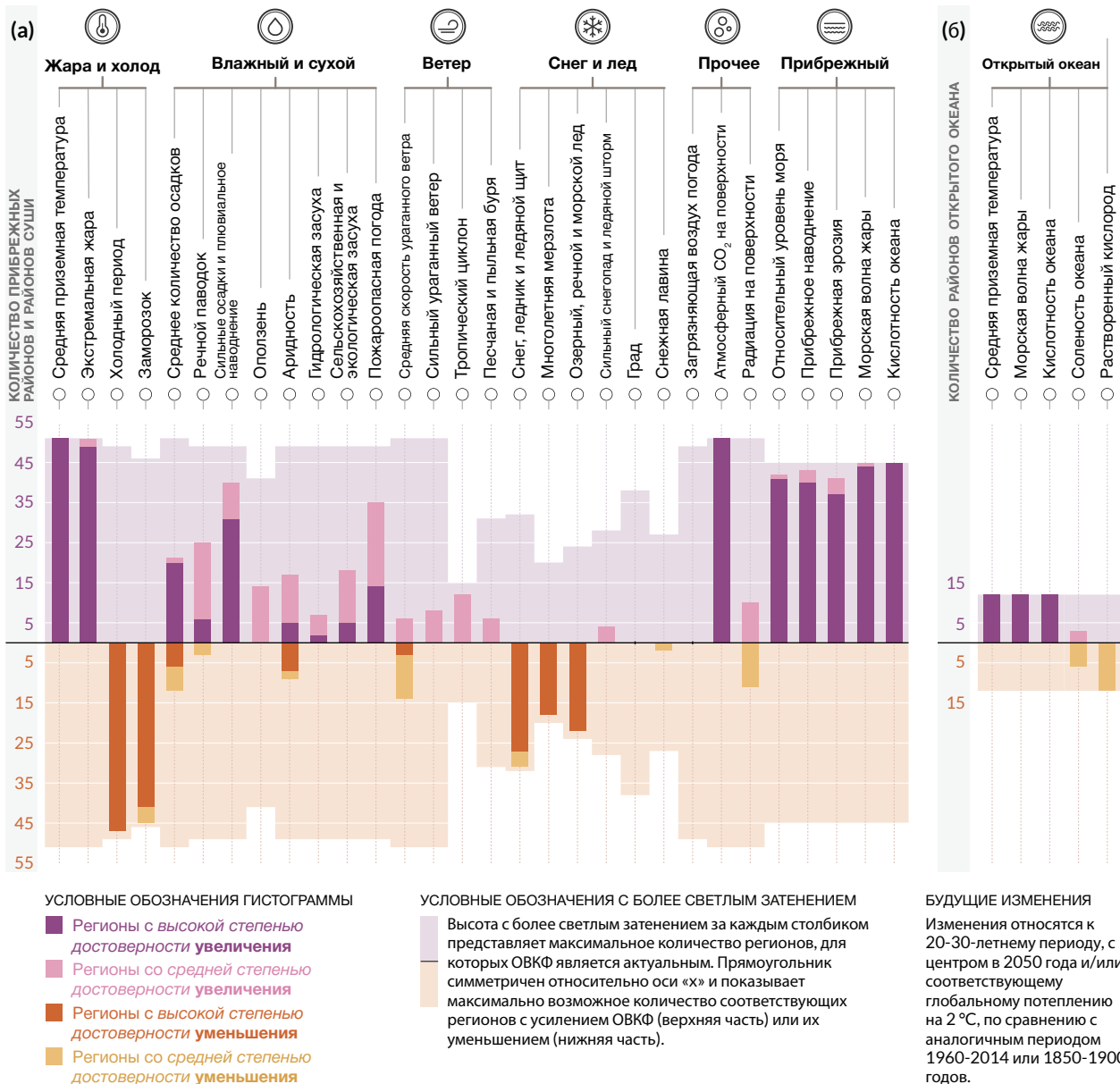
## Прогнозируется изменение многих климатических факторов воздействия во всех регионах мира

**Климатические факторы воздействия (ОВКФ)** – это физические условия климатической системы (например, средние значения, конкретные события, экстремумы) которые влияют на тот или иной элемент общества или экосистемы. В зависимости от толерантности системы, ОВКФ и их изменения могут быть пагубными, полезными, нейтральными или сочетанием каждого из них в пределах взаимодействующих элементов системы и регионов. ОВКФ сгруппированы в семь типов, которые обобщены под пиктограммами на рисунке. Во всех регионах прогнозируются изменения по крайней мере 5 ОВКФ. Согласно проекциям, почти все (96 %) изменения произойдут в не менее чем 10 ОВКФ, и половина изменений не менее чем в 15 ОВКФ. Многие изменения в ОВКФ характеризуются широким географическим разбросом, и поэтому для каждого региона прогнозируется определенный набор изменений в ОВКФ. Каждый столбик на диаграмме представляет определенный географический набор изменений, которые можно изучить в Интерактивном атласе РГ1.



interactive-atlas.ipcc.ch

**Количество прибрежных районов и районов суши (а), а также районов открытого океана (б), где усиление или ослабление каждого климатического фактора воздействия (ОВКФ) прогнозируется с высокой степенью достоверности (темный оттенок) или средней степенью достоверности (светлый оттенок)**



**Рисунок РП.9 | Обобщение количества референтных регионов РГ1 ОД6, в которых прогнозируется изменение климатических факторов воздействия.**

Всего показано 35 климатических факторов воздействия (ОВКФ), сгруппированных в семь типов: жара и холод; влажность и сухость; ветер; снег и лед; прибрежные факторы; открытый океан; и прочие. Для каждого ОВКФ столбик ниже показывает количество референтных регионов РГ1 ОД6, в которых прогнозируется его изменение. **Цвета** отражают направление изменения и степень достоверности изменения: фиолетовый цвет указывает на увеличение, а коричневый на уменьшение; более

темные и более светлые оттенки означают *высокую* и *среднюю степень достоверности*, соответственно. Более светлые цвета фона показывают максимальное количество регионов, к которым в значительной мере относится каждый ОВКФ.

**(а)** показывает 30 ОВКФ, относящихся к **суше и прибрежным регионам**, **(б)** – пять ОВКФ, относящихся к **районам открытого океана**. Морские волны тепла и кислотность океана оцениваются для прибрежных районов океана в **(а)**, а для районов открытого океана в **(б)**. Изменения относятся к 20–30-летнему периоду с центром около 2050 года и/или соответствующему глобальному потеплению на 2 °C по сравнению с аналогичным периодом 1960–2014 годов, за исключением гидрологической засухи, сельскохозяйственной и экологической засухи, который сравнивается с 1850–1900 годами. Определения регионов приведены в разделах 12.4 и Атлас.1, и Интерактивном атласе (см. <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>).

{11.9, 12.2, 12.4, Атлас.1, таблица TP.5, рисунки TP.22 и TP.25} (Таблица РП.1)

**С.3 Маловероятные последствия, такие как разрушение ледяных щитов, резкие изменения циркуляции океана, некоторые экстремальные события, связанные с воздействием разных экстремальных событий и потепление, значительно превышающее оцененный *весьма вероятный* диапазон будущего потепления, не могут быть исключены и являются частью оценки риска.**

**{1.4, перекрестная вставка 1.3, 4.3, 4.4, 4.8, перекрестная вставка 4.1, 8.6, 9.2, вставка 9.4, 11.8, вставка 11.2, перекрестная вставка 12.1} (Таблица РП.1)**

**С.3.1** Если глобальное потепление превышает оцененный *весьма вероятный* диапазон для данного сценария выбросов ПГ, включая сценарии низких уровней выбросов ПГ, то глобальные и региональные изменения во многих аспектах климатической системы, таких как региональные осадки и другие ОВКФ, также превысят их оцененные *весьма вероятные* диапазоны (*высокая степень достоверности*). Такие маловероятные последствия значительного потепления связаны с потенциально весьма обширными воздействиями, такими как воздействия, возникающие в результате более интенсивных и более часто повторяющихся волн жары, а также сильные осадки и высокие риски для человека и экологических систем, особенно согласно сценариям высоких уровней выбросов ПГ.

{Перекрестная вставка 1.3, 4.3, 4.4, 4.8, вставка 9.4, вставка 11.2, перекрестная вставка 12.1, TP.1.4, вставка TP.3, вставка TP.4} (Таблица РП.1)

**С.3.2** Маловероятные, оказывающие значительное воздействие последствия<sup>34</sup> могут возникать в глобальном и региональном масштабах даже при глобальном потеплении в пределах *весьма вероятного* диапазона для данного сценария выбросов ПГ. Вероятность маловероятных, оказывающих значительное воздействие последствий возрастает при более высоких уровнях глобального потепления (*высокая степень достоверности*). Нельзя исключать резких реакций и переломных моментов климатической системы, таких как значительное усиление таяния Антарктического ледяного щита и вымирание лесов (*высокая степень достоверности*).

{1.4, 4.3, 4.4, 4.8, 5.4, 8.6, вставка 9.4, перекрестная вставка 12.1, TP.1.4, TP.2.5, вставка TP.3, вставка TP.4, вставка TP.9} (Таблица РП.1)

**С.3.3** Если глобальное потепление усилится, то некоторые экстремальные события, связанные с воздействием разных экстремальных событий<sup>18</sup> с низкой вероятностью в прошлом и нынешнем климате станут более частыми, и возрастет вероятность возникновения событий, характеризующихся повышенной интенсивностью, продолжительностью и/или пространственной протяженностью и являющихся беспрецедентными для существующих наблюдений (*высокая степень достоверности*).

{11.8, вставка 11.2, перекрестная вставка 12.1, вставка TP.3, вставка TP.9}

**С.3.4** Атлантическая меридиональная циркуляция, *весьма вероятно*, ослабнет в XXI веке по всем сценариям выбросов. Хотя существует *высокая степень достоверности* того, что в XXI веке произойдет ослабление этой циркуляции, магнитуа этого ослабления характеризуется лишь *низкой степенью достоверности*. Существует *средняя степень достоверности* того, что до 2100 года не произойдет резкого коллапса. Если такой коллапс все же произойдет, то он, *весьма вероятно*, вызовет резкие сдвиги в региональных режимах погоды и гидрологическом цикле, такие как смещение в южном направлении пояса тропических дождей, ослабление африканских и азиатских муссонов и усиление муссонов Южного полушария, а также засухи в Европе.

{4.3, 8.6, 9.2, TP.2.4, вставка TP.3}

- С.3.5 Непредсказуемые и редкие природные явления, не связанные с влиянием человека на климат, могут привести к маловероятным, оказывающим значительное воздействие последствиям. Например, последовательность крупных извержений вулканов в течение десятилетий наблюдалась в прошлом, вызывая существенные глобальные и региональные перетрубаии климата. Такие события не могут быть исключены в будущем, но из-за присущей им непредсказуемости они не включены в иллюстративный набор сценариев, упомянутых в данном докладе.  
{2.2, перекрестная вставка 4.1, вставка ТР.3} (Вставка РП.1)

## Д. Ограничение будущего изменения климата

*После ОД5 оценки остаточных углеродных бюджетов были улучшены благодаря новой методологии, впервые представленной в СД1.5, новым фактам и интеграции результатов, полученных на основе многочисленных доказательств. Для последовательной оценки влияния различных предположений на проекции климата и загрязнения воздуха в сценариях используется обширный диапазон возможных будущих мер контроля за загрязнением воздуха. Новой разработкой является возможность определить, когда реакции климата на сокращения выбросов станут очевидными на фоне естественной изменчивости климата, включая внутреннюю изменчивость и реакции на естественные движущие факторы.*

- Д.1 С точки зрения физической науки, ограничение до определенного уровня глобального потепления, вызванного деятельностью человека, требует ограничения кумулятивных выбросов  $\text{CO}_2$ , достижения, по меньшей мере, суммарного нулевого уровня выбросов  $\text{CO}_2$ , а также существенного сокращения выбросов других парниковых газов. Значительные, быстрые и устойчивые сокращения выбросов  $\text{CH}_4$  могут также ограничить эффект потепления, вызванный снижением аэрозольного загрязнения, и улучшат качество воздуха.  
{3.3, 4.6, 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6, вставка 5.2, перекрестная вставка 5.1, 6.7, 7.6, 9.6} (Рисунок РП.10, таблица РП.2)
- Д.1.1 Данный доклад с *высокой степенью достоверности* подтверждает вывод ОД5 о том, что существует почти линейная зависимость между кумулятивными антропогенными выбросами  $\text{CO}_2$  и вызванным ими глобальным потеплением. Согласно оценкам, каждая 1000 Гт $\text{CO}_2$  кумулятивных выбросов  $\text{CO}_2$  вызывает, *вероятно*, повышение глобальной приземной температуры на 0,27 °C–0,63 °C, при этом наилучшая оценка составляет 0,45 °C<sup>41</sup>. Это более узкий диапазон по сравнению с ОД5 и СД1.5. Это количество приводится в качестве показателя переходной реакции климата на кумулятивные выбросы  $\text{CO}_2$  (ПРКВ). Данная взаимосвязь подразумевает, что достижение нулевого уровня антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ <sup>42</sup> является необходимым условием для стабилизации антропогенного повышения глобальной температуры на любом уровне, но ограничение повышения глобальной температуры до определенного уровня подразумевает ограничение кумулятивных выбросов  $\text{CO}_2$  в пределах углеродного бюджета.<sup>43</sup>  
{5.4, 5.5, ТР.1.3, ТР.3.3, вставка ТР.5} (Рисунок РП.10)

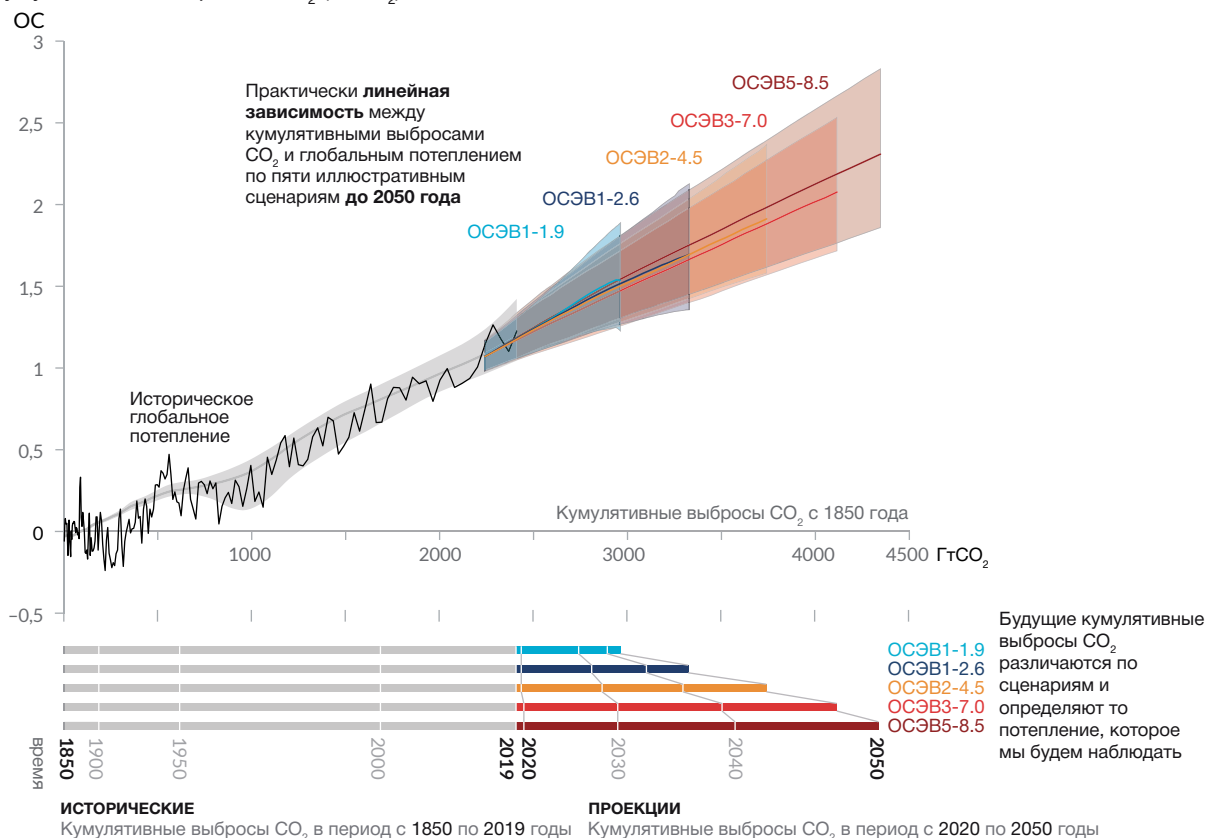
41 В литературе используются единицы °C на 1000 ПгК (петаграмм углерода), и ОД6 сообщает в основном докладе о вероятном диапазоне ПРКВ в пределах 1,0 °C–2,3 °C на 1000 ПгК, при этом наилучшая оценка составляет 1,65 °C.

42 Условие, при котором антропогенные выбросы двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) уравниваются антропогенными удалениями  $\text{CO}_2$  в течение определенного периода (Глоссарий).

43 Термин "углеродный бюджет" относится к максимальному количеству кумулятивных суммарных глобальных антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ , которые приведут к ограничению глобального потепления до заданного уровня с заданной вероятностью, принимая во внимание влияние других антропогенных, факторов, воздействующих на климат. Это называется общим углеродным бюджетом, когда он указывается с доиндустриального периода, и остаточным углеродным бюджетом, когда он указывается с недавней конкретной даты (Глоссарий). Исторические кумулятивные выбросы  $\text{CO}_2$  в значительной степени определяют потепление на сегодняшний день, а будущие выбросы вызывают дополнительное потепление в будущем. Остаточный углеродный бюджет показывает, какое количество  $\text{CO}_2$  может быть еще выброшено в атмосферу при сохранении показателя потепления ниже определенного уровня температуры.

## Каждая тонна выбросов CO<sub>2</sub> усиливает глобальное потепление

Повышение глобальной приземной температуры с 1850–1900 годов (°C) в зависимости от кумулятивных выбросов CO<sub>2</sub> (ГтCO<sub>2</sub>)



**Рисунок РП.10 | Почти линейная зависимость между кумулятивными выбросами CO<sub>2</sub> и повышением глобальной приземной температуры.**

**Верхняя часть:** Исторические данные (тонкая черная линия) показывают наблюдаемое повышение глобальной приземной температуры в °C с 1850–1900 годов как функцию исторических кумулятивных выбросов двуоксида углерода (CO<sub>2</sub>) в ГтCO<sub>2</sub> с 1850 по 2019 годы. Серый диапазон с его центральной линией показывает соответствующую оценку исторического антропогенного потепления приземного слоя воздуха (см. рисунок РП.2). Цветные области показывают оценочный *весьма вероятный* диапазон проекций глобальной приземной температуры, а толстые цветные центральные линии показывают медианную оценку как функцию кумулятивных выбросов CO<sub>2</sub> с 2020 до 2050 годов для набора иллюстративных сценариев (ОСЭВ1-1.9, ОСЭВ1-2.6, ОСЭВ2-4.5, ОСЭВ3-7.0 и ОСЭВ5-8.5); см. рисунок РП.4. В проекциях используются кумулятивные выбросы CO<sub>2</sub> по каждому соответствующему сценарию, а прогнозируемое глобальное потепление учитывает вклад всех антропогенных факторов воздействия. Взаимосвязь показана для той области кумулятивных выбросов CO<sub>2</sub>, в отношении которой существует высокая степень достоверности того, что переходная реакция климата на кумулятивные выбросы CO<sub>2</sub> (ПРКВ) остается постоянной, а также для периода времени с 1850 по 2050 годы, в течение которого суммарные глобальные выбросы CO<sub>2</sub> остаются положительными по всем иллюстративным сценариям, поскольку имеется *ограниченное количество доказательств*, подтверждающих количественное применение ПРКВ для оценки эволюции температуры при суммарных отрицательных выбросах CO<sub>2</sub>.

**Нижняя часть:** Исторические и прогнозируемые кумулятивные выбросы CO<sub>2</sub> в ГтCO<sub>2</sub> согласно соответствующим сценариям.

{Раздел 5.5, рисунок 5.31, рисунок ТР.18}

**Д.1.2** За период 1850–2019 годов было выброшено в общей сложности  $2390 \pm 240$  (*вероятный диапазон*) ГтCO<sub>2</sub> антропогенного CO<sub>2</sub>. Остаточные углеродные бюджеты были оценены для нескольких пределов глобальной температуры и разных степеней вероятности, основанных на оценочном значении ПРКВ и его неопределенности, оценках исторического потепления, вариациях проекций потепления от выбросов, не относящихся к CO<sub>2</sub>, обратных связях климатической системы, таких как выбросы от таяния многолетней мерзлоты, и изменении глобальной приземной температуры после того, как глобальные антропогенные выбросы CO<sub>2</sub> достигнут нуля.  
{5.1, 5.5, вставка 5.2, ТР.3.3} (Таблица РП.2)

**Таблица РП.2 | Оценки исторических выбросов двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) и остаточных углеродных бюджетов.**

Оцененные остаточные углеродные бюджеты рассчитываются с начала 2020 года и продлеваются до достижения глобального суммарного нулевого уровня выбросов CO<sub>2</sub>. Они относятся к выбросам CO<sub>2</sub>, при этом учитывается эффект глобального потепления от выбросов, не связанных с CO<sub>2</sub>. Под глобальным потеплением в данной таблице понимается вызванное деятельностью человека повышение глобальной приземной температуры, которое исключает воздействие естественной изменчивости на глобальную температуру в отдельные годы.

{Таблица 3.1, 5.5.1, 5.5.2, вставка 5.2, таблица 5.1, таблица 5.7, таблица 5.8, таблица ТР.3}

| Глобальное потепление между 1850-1900 и 2010-2019 годами (°C)                                    |                                                                                                  | Исторические кумулятивные выбросы CO <sub>2</sub> с 1850 по 2019 годы (ГтCO <sub>2</sub> ) |      |      |      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-----|
| 1,07 (0,8-1,3; вероятный диапазон)                                                               |                                                                                                  | 2390 (± 240; вероятный диапазон)                                                           |      |      |      |     |
| Глобальное потепление относительно 1850–1900 годов до предельной температуры (°C) <sup>(1)</sup> | Дополнительное глобальное потепление относительно 2010–2019 годов до предельной температуры (°C) | Оцененные остаточные углеродные бюджеты с начала 2020 года (ГтCO <sub>2</sub> )            |      |      |      |     |
|                                                                                                  |                                                                                                  | Правдоподобие ограничения глобального потепления предельной температурой <sup>(2)</sup>    |      |      |      |     |
|                                                                                                  |                                                                                                  | 17%                                                                                        | 33%  | 50%  | 67%  | 83% |
| 1,5                                                                                              | 0,43                                                                                             | 900                                                                                        | 650  | 500  | 400  | 300 |
| 1,7                                                                                              | 0,63                                                                                             | 1450                                                                                       | 1050 | 850  | 700  | 550 |
| 2,0                                                                                              | 0,93                                                                                             | 2300                                                                                       | 1700 | 1350 | 1150 | 900 |

Изменения в сокращениях выбросов, не относящихся к CO<sub>2</sub><sup>(3)</sup>

Большие или меньшие сокращения сопутствующих выбросов, не относящихся к CO<sub>2</sub>, могут увеличить или уменьшить значения слева на 220 ГтCO<sub>2</sub> или более

<sup>1)</sup> Значения при каждом приращении потепления на 0,1 °C приведены в таблицах ТР.3 и 5.8.

<sup>2)</sup> Это правдоподобие основано на неопределенности переходной реакции климата на кумулятивные выбросы CO<sub>2</sub> (ПРКВ) и дополнительных обратных связях системы Земля, и обуславливает вероятность того, что глобальное потепление не превысит температурные уровни, указанные в двух левых колонках. Неопределенности, связанные с историческим потеплением (±550 ГтCO<sub>2</sub>) и воздействием и реакцией, не относящимися к CO<sub>2</sub> (±220 ГтCO<sub>2</sub>), частично учитываются в рамках оцененной неопределенности ПРКВ, но отдельными являются неопределенности недавних выбросах с 2015 года (±20 ГтCO<sub>2</sub>) и реакции климата после достижения суммарных нулевых выбросов CO<sub>2</sub> (±420 ГтCO<sub>2</sub>).

<sup>3)</sup> Оценки остаточного углеродного бюджета учитывают потепление из-за воздействия факторов, не относящихся к CO<sub>2</sub>, как это подразумевается сценариями, оцененными в СД1.5. Вклад Рабочей группы III в ОД6 будет оценивать смягчение воздействий выбросов, не относящихся к CO<sub>2</sub>.

**Д.1.3** Несколько факторов, определяющих оценки остаточного углеродного бюджета, были получены заново, и обновления этих факторов после СД1.5 незначительны. Таким образом, при корректировке относительно выбросов с момента выхода предыдущих докладов, оценки остаточных углеродных бюджетов имеют аналогичную величину по сравнению с СД1.5, но превышают ее по сравнению с ОД5 в связи с методологическими усовершенствованиями<sup>44</sup>. {5.5, вставка 5.2, ТР.3.3} (Таблица РП.2)

**Д.1.4** Антропогенное удаление CO<sub>2</sub> (УДУ) имеет потенциал для удаления CO<sub>2</sub> из атмосферы и ее долговременного хранения в резервуарах (высокая степень достоверности). УДУ нацелено на компенсацию остаточных выбросов для достижения суммарных нулевых выбросов CO<sub>2</sub> или суммарных нулевых выбросов ПГ, или, если оно осуществляется в масштабах, в которых антропогенные удаления превышают антропогенные выбросы, для снижения приземной температуры. Методы УДУ могут оказывать потенциально широкомасштабные воздействия на биогеохимические циклы и климат, что может либо ослабить, либо усилить потенциал этих методов по удалению CO<sub>2</sub> и снижению уровня потепления, а также может повлиять на доступность и качество воды, производство продуктов питания и биоразнообразие<sup>45</sup> (высокая степень достоверности). {5.6, перекрестная вставка 5.1, ТР.3.3}

<sup>44</sup> По сравнению с ОД5, а также с учетом выбросов после ОД5, оценки, содержащиеся в ОД6, примерно на 300–350 ГтCO<sub>2</sub> выше для остаточного углеродного бюджета, соответствующего ограничению потепления 1,5 °C; для 2 °C разница составляет около 400–500 ГтCO<sub>2</sub>.

<sup>45</sup> Потенциальные негативные и позитивные эффекты УДУ, имеющие значение для биоразнообразия, водных ресурсов и производства продовольствия, характеризуются конкретными методами и часто в значительной степени зависят от местного контекста, управления, предшествующего землепользования и масштаба. Рабочие группы II и III МГЭИК в своих вкладах в ОД6 оценивают потенциал УДУ, а также экологические и социально-экономические эффекты методов УДУ.

- Д.1.5 Антропогенное удаление  $\text{CO}_2$  (УДУ), ведущее к глобальным суммарным отрицательным выбросам, снизит концентрацию  $\text{CO}_2$  в атмосфере и обратит вспять процесс закисления поверхностного слоя океана (*высокая степень достоверности*). Антропогенные удаления и выбросы  $\text{CO}_2$  частично уравниваются в результате высвобождения  $\text{CO}_2$  из углеродных пулов суши и океана или их поглощения ими, соответственно, (*очень высокая степень достоверности*). УДУ снизит содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере на величину, приблизительно равную его увеличению, вызванному равнозначным антропогенным выбросом (*высокая степень достоверности*). В зависимости от общего объема УДУ снижение атмосферного  $\text{CO}_2$  в результате антропогенных удалений может быть на 10 % меньше, чем увеличение атмосферного  $\text{CO}_2$  из-за равного объема выбросов  $\text{CO}_2$  (*средняя степень достоверности*).  
{5.3, 5.6, TP.3.3}
- Д.1.6 Если бы уровень глобальных суммарных отрицательных выбросов  $\text{CO}_2$  был бы достигнут и поддерживался, то глобальное повышение приземной температуры, вызванное  $\text{CO}_2$ , постепенно бы прекратилось, но другие изменения климата продолжались бы в их нынешнем направлении в течение периода от десятилетий до тысячелетий (*высокая степень достоверности*). Например, потребовалось бы от нескольких столетий до тысячелетий для того, чтобы подъем глобального среднего уровня океана прекратился даже при значительных суммарных отрицательных выбросах  $\text{CO}_2$  (*высокая степень достоверности*).  
{4.6, 9.6, TP.3.3}
- Д.1.7 В пяти иллюстративных сценариях одновременные изменения в выбросах  $\text{CH}_4$ , аэрозолей и прекурсоров озона, которые также способствуют загрязнению воздуха, приводят к суммарному глобальному потеплению приземного воздуха в ближайшей и долгосрочной перспективе (*высокая степень достоверности*). В долгосрочной перспективе это суммарное потепление слабее в сценариях, предполагающих механизмы контроля за загрязнением воздуха в сочетании со значительными и устойчивыми сокращениями выбросов  $\text{CH}_4$  (*высокая степень достоверности*). В сценариях с низким и очень низким уровнем выбросов ПГ предполагаемые сокращения антропогенных выбросов аэрозоля приводят к суммарному потеплению, а сокращения выбросов  $\text{CH}_4$  и других выбросов прекурсоров озона приведет к суммарному похолоданию. Из-за короткого времени жизни  $\text{CH}_4$  и аэрозолей эти климатические эффекты частично уравнивают друг друга, а сокращения выбросов  $\text{CH}_4$  также способствуют улучшению качества воздуха за счет уменьшения слоя глобального приземного озона (*высокая степень достоверности*).  
{6.7, вставка TP.7} (Рисунок РП.2, вставка РП.1)
- Д.1.8 Достижение глобальных суммарных нулевых выбросов  $\text{CO}_2$ , когда при этом антропогенные выбросы  $\text{CO}_2$  уравниваются антропогенными удалениями  $\text{CO}_2$ , является необходимым условием для стабилизации вызванного  $\text{CO}_2$  повышения глобальной приземной температуры. Это отличается от достижения суммарных нулевых выбросов ПГ, когда метрически взвешенные антропогенные выбросы ПГ равны метрически взвешенным антропогенным удалениям ПГ. Для данной траектории выбросов ПГ траектории отдельных ПГ определяют конечную реакцию климата<sup>46</sup>, в то время как выбор метрики выбросов<sup>47</sup>, используемой для расчета совокупных выбросов и удалений различных ПГ, влияет на то, в какой момент времени совокупные выбросы ПГ рассчитываются как суммарные нулевые выбросы. Траектории выбросов, которые достигают суммарных нулевых выбросов ПГ и поддерживают эти выбросы, определенные 100-летним потенциалом глобального потепления, приведут, согласно проекциям, к снижению приземной температуры после более раннего пикового значения (*высокая степень достоверности*).  
{4.6, 7.6, вставка 7.3, TP.3.3}

46 Общий термин, обозначающий реакцию климатической системы на радиационное воздействие (Глоссарий).

47 Выбор метрики выбросов зависит от целей, ради которых сравниваются газы или воздействующие агенты. Данный доклад содержит обновленные значения метрик выбросов и оценивает новые подходы к агрегированию газов.

- Д.2 Сценарии с очень низкими или низкими уровнями выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9 и ОСЭВ1-2.6) приводят в течение нескольких лет к заметным воздействиям на концентрации парниковых газов и аэрозолей и качество воздуха по сравнению со сценариями с высокими и очень высокими уровнями выбросов ПГ (ОСЭВ3-7.0 или ОСЭВ5-8.5). Согласно этим отличным друг от друга сценариям, заметные различия в тенденциях глобальной приземной температуры начнут проявляться в результате естественной изменчивости примерно в течение 20 лет, а для многих других климатических факторов воздействия через более длительные периоды времени (*высокая степень достоверности*). 4.6, 6.6, 6.7, перекрестная вставка 6.1, 9.6, 11.2, 11.4, 11.5, 11.6, перекрестная вставка 11.1, 12.4, 12.5} (Рисунок РП, рисунок РП.10)
- Д.2.1 Сокращения выбросов в 2020 году, связанные с мерами по снижению распространения КОВИД-19, привели к временным, но заметным воздействиям на загрязнение воздуха (*высокая степень достоверности*) и связанному с этим небольшому, временному усилению общего радиационного воздействия, в основном из-за снижений охлаждения, вызванного аэрозолями, возникающими в результате деятельности человека (*средняя степень достоверности*). Однако глобальная и региональная реакции климата на это временное воздействие не отмечаются выше естественной изменчивости (*высокая степень достоверности*). Концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере продолжали расти в 2020 году, при этом не было обнаружено снижения наблюдаемой скорости увеличения содержания CO<sub>2</sub> (*средняя степень достоверности*)<sup>48</sup>. {Перекрестная вставка 6.1, ТР.3.3}
- Д.2.2 Сокращения выбросов парниковых газов также ведут к улучшению качества воздуха. Однако в ближайшей перспективе<sup>49</sup> даже в сценариях с сильным сокращением выбросов ПГ, как и в сценариях с низким и очень низким уровнем выбросов ПГ (ОСЭВ1-2.6 и ОСЭВ1-1.9), эти улучшения недостаточны во многих загрязненных регионах для достижения нормативов качества воздуха, установленных Всемирной организацией здравоохранения (*высокая степень достоверности*). Сценарии с целевыми сокращениями выбросов загрязняющих воздух веществ приводят к более быстрому улучшению качества воздуха в течение нескольких лет по сравнению с сокращениями только выбросов ПГ, но после 2040 года дальнейшие улучшения прогнозируются в сценариях, в которых объединяются усилия по сокращению загрязняющих воздух веществ, а также выбросов ПГ, причем величина выгоды варьируется между регионами (*высокая степень достоверности*). {6.6, 6.7, вставка ТР.7}.
- Д.2.3 Сценарии с очень низкими или низкими уровнями выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9 и ОСЭВ1-2.6) произведут быстрые и устойчивые эффекты в плане ограничения антропогенного изменения климата по сравнению со сценариями с высокими или очень высокими уровнями выбросов ПГ (ОСЭВ3-7.0 или ОСЭВ5-8.5), но ранние реакции климатической системы могут быть замаскированы естественной изменчивостью. Для глобальной приземной температуры различия в 20-летних тенденциях, *вероятно*, проявятся в ближайшем будущем согласно сценарию очень низких выбросов ПГ ОСЭВ1-1.9 по сравнению со сценарием высоких или очень высоких уровней выбросов ПГ (ОСЭВ3-7.0 или ОСЭВ5-8.5). Реакция многих других климатических переменных будет обусловлена естественной изменчивостью в разное время в конце XXI века (*высокая степень достоверности*). {4.6, перекрестная вставка ТР.1} (Рисунок РП.8, рисунок РП.10)
- Д.2.4 Сценарии с очень низкими и низкими уровнями выбросов ПГ (ОСЭВ1-1.9 и ОСЭВ1-2.6) приведут к значительно меньшим изменениям в ряде ОВКФ<sup>36</sup> после 2040 года, чем по сценариям с высокими и очень высокими уровнями выбросов ПГ (ОСЭВ3-7.0 и ОСЭВ5-8.5). К концу столетия сценарии с очень низкими и низкими уровнями выбросов ПГ будут, по сравнению со сценариями с более высокими уровнями выбросов ПГ, сильно ограничивать изменение нескольких ОВКФ, таких как увеличение частоты экстремального подъема уровня океана, сильных осадков и

48 Для других ПГ на момент проведения оценки не было достаточного количества литературы, чтобы оценить обнаруживаемые изменения в темпах увеличения их содержания в атмосфере в течение 2020 года.

49 Ближайшая перспектива: 2021-2040 годы.

плювиальных наводнений, а также превышение пороговых значений опасной жары, ограничивая при этом число регионов, где такие превышения происходят (*высокая степень достоверности*). Изменения также будут меньше в сценариях с очень низким уровнем выбросов ПГ по сравнению со сценариями с их низким уровнем, а также в сценариях промежуточных выбросов (ОСЭВ2-4.5) по сравнению со сценариями с высоким или очень высоким уровнем выбросов (*высокая степень достоверности*).

{9.6, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.9, перекрестная вставка 11.1, 12.4, 12.5, ТР.4.3}





