

Состояние глобального климата в 2020 году

ПОГОДА КЛИМАТ ВОДА



ВСЕМИРНАЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

ВМО-№ 1264

ВМО-№ 1264

© Всемирная метеорологическая организация, 2021

Право на опубликование в печатной, электронной или какой-либо иной форме на каком-либо языке сохраняется за ВМО. Небольшие выдержки из публикаций ВМО могут воспроизводиться без разрешения при условии четкого указания источника в полном объеме. Корреспонденцию редакционного характера и запросы в отношении частичного или полного опубликования, воспроизведения или перевода настоящей публикации следует направлять по адресу:

Chair, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Тел.: +41 (0) 22 730 84 03
Факс: +41 (0) 22 730 81 17
Эл. почта: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-41264-5

Иллюстрация на обложке: центральная фотография: пожар, вызванный сжиганием сухой травы, привел к возгоранию лиственного леса около Среднеколымска, Республика Саха, Россия, 24 июня 2020 г. Содержит модифицированные данные со спутника серии Sentinel программы «Коперник» 2020 г. Фотография предоставлена: Пьер Маркузе

ПРИМЕЧАНИЕ

Обозначения, употребляемые в публикациях ВМО, а также изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны ВМО какого бы то ни было мнения в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района или их властей, а также в отношении делимитации их границ.

Упоминание отдельных компаний или какой-либо продукции не означает, что они одобрены или рекомендованы ВМО и что им отдается предпочтение перед другими аналогичными, но не упомянутыми или не прорекламированными компаниями или продукцией.

Заключения, мнения и выводы, представленные в публикациях ВМО с указанием авторов, принадлежат этим авторам и не обязательно отражают точку зрения ВМО или ее Членов.

Содержание

Предисловие	3
Послание Генерального секретаря Организации Объединенных Наций	4
Наиболее важные факты	5
Глобальные климатические показатели	6
Температура	6
Парниковые газы и стратосферный озон	8
Океан	10
Криосфера	15
<i>Арктика в 2020 году</i>	<i>18</i>
Осадки	21
Факторы, влияющие на краткосрочную изменчивость климата	22
Год крупномасштабных наводнений, особенно в Африке и Азии	23
Явления со значительными последствиями в 2020 году	23
Волны тепла, засуха и лесные пожары	24
Экстремально холодные условия и снегопады	26
Тропические циклоны	27
Внетропические штормы	29
<i>Климатические показатели и цели в области устойчивого развития</i>	<i>31</i>
<i>Наблюдательная база для мониторинга климата</i>	<i>32</i>
Риски и воздействия	34
Мобильность и перемещение населения	34
Усугубление воздействия кризиса на продовольственную безопасность, перемещение населения и гуманитарную деятельность	38
<i>Чистая энергетика, защищенная от стихийных бедствий</i>	
<i>инфраструктура и системы заблаговременных предупреждений</i>	<i>42</i>
<i>Тематическое исследование 1: защита фермеров в Пакистане от комплексного воздействия суровых погодных условий, саранчи и COVID-19</i>	<i>45</i>
<i>Тематическое исследование 2: финансирование на основе прогнозов и упреждающие действия в Бангладеш</i>	<i>45</i>
Сведения о наборах данных	46
Список участников	51

С 2016 года следующие учреждения Организации Объединенных Наций внесли значительный вклад в публикацию ВМО о состоянии глобального климата в поддержку политики и действий в области климата:

Продовольственная и сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций (ФАО)

Межправительственная океанографическая комиссия Организации
Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры
(МОК-ЮНЕСКО)

Международный валютный фонд (МВФ)

Международная организация по миграции (МОМ)

Управление Верховного комиссара Организации Объединенных
Наций по делам беженцев (УВКБ ООН)

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей
среде (ЮНЕП)

Всемирная продовольственная программа (ВПП)

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)

ВМО также признает существенный вклад, который внесли в подготовку настоящего доклада многие организации, не входящие в систему Организации Объединенных Наций. Полный список всех участников, внесших вклад в подготовку настоящего доклада, см. в разделе [«Список участников»](#).

Предисловие



Прошло 28 лет с тех пор, как в 1993 году Всемирная метеорологическая организация выпустила первый доклад о состоянии климата. Доклад был инициирован в связи с выраженными в то время опасениями по поводу прогнозируемого изменения климата. Хотя с тех пор понимание климатической системы расширилось, а вычислительные мощности возросли, основная идея остается прежней, и сейчас в нашем распоряжении есть данные еще за 28 лет, свидетельствующие о значительном повышении температуры над сушей и морем, а также о других изменениях, таких как повышение уровня моря, таяние морского льда и ледников и изменения в режимах выпадения осадков.

Это подчеркивает стабильность науки о климате, основанной на физических законах, определяющих поведение климатической системы. Все ключевые климатические показатели и связанная с ними информация о воздействиях, представленные в настоящем докладе, свидетельствуют о неуклонном, продолжающемся изменении климата, все более частом возникновении и усилении экстремальных явлений, а также о серьезных потерях и ущербе, затрагивающих людей, общества и экономики.

Концентрации основных парниковых газов продолжали увеличиваться в 2019 и 2020 годах. Глобальные усредненные молярные доли диоксида углерода (CO_2) уже превысили 410 частей на миллион (млн^{-1}), и если концентрация CO_2 будет следовать той же модели, что и в предыдущие годы, то она может достичь или превысить 414 млн^{-1} в 2021 году.

Стабилизация средней глобальной температуры на уровне от 1,5 °C до 2 °C выше доиндустриального уровня к концу этого века потребует масштабного сокращения выбросов парниковых газов, которое должно начаться уже в этом десятилетии.

Я пользуюсь этой возможностью, чтобы поздравить экспертов и ведущего автора, которые составили этот доклад с использованием анализов физических данных и оценок воздействия. Я благодарю всех участников, особенно национальные метеорологические и гидрологические службы Членов ВМО, региональные климатические центры и наши родственные учреждения Организации Объединенных Наций за их сотрудничество и вклад в подготовку этого доклада. Доклад призван помочь нашим организациям ознакомить мировых лидеров и граждан с последней информацией о поведении нашей земной системы и последствиях изменения климата. ВМО по-прежнему готова поддерживать эту публикацию и широко распространять ее с этой целью.

(П. Таалас)
Генеральный секретарь

Послание Генерального секретаря Организации Объединенных Наций



2020 год стал беспрецедентным годом для людей и планеты: глобальная пандемия в масштабах, невиданных более века; глобальные температуры выше, чем за тысячелетие; и самая высокая за три миллиона лет концентрация углекислого газа в нашей атмосфере.

Хотя многим 2020 год запомнился прежде всего тем, как пандемия COVID-19 повлияла на мир, в настоящем докладе объясняется, что для многих людей на планете, особенно в развивающихся странах, 2020 год был также годом экстремальных погодных и климатических потрясений, вызванных антропогенным изменением климата, которые повлияли на жизни людей, разрушили средства к существованию и заставили многие миллионы покинуть свои дома.

Этот доклад также демонстрирует воздействие этого потепления как на экосистемы планеты, так и на отдельных людей и сообщества, появлением сильных штормов, наводнений, волн тепла, засух и лесных пожаров. Мы знаем, что необходимо сделать для сокращения выбросов и адаптации к климатическим воздействиям сейчас и в будущем. У нас есть технология для достижения успеха. Однако нынешние уровни климатических амбиций и действий значительно отстают от того, что необходимо.

Мы знаем, что для предотвращения наихудших последствий изменения климата мы должны удерживать глобальную температуру в пределах 1,5 °C от доиндустриального уровня. Нам необходимо сократить выбросы парниковых газов на 45 % по сравнению с уровнем 2010 года к 2030 году и достичь чистого нулевого уровня выбросов к 2050 году. Данные этого доклада показывают, что средняя глобальная температура в 2020 году была примерно на 1,2 °C выше, чем в доиндустриальный период, что означает, что время для достижения целей Парижского соглашения быстро истекает. Сейчас нам нужно сделать больше и быстрее.

Этот год является решающим. На Конференции Организации Объединенных Наций по климату, КС 26, которая состоится в ноябре, мы должны продемонстрировать, что предпринимаем и планируем смелые действия по смягчению последствий и адаптации. Это подразумевает увеличение финансовых потоков из развитых стран в развивающиеся. И это означает радикальные изменения во всех финансовых институтах, государственных и частных, для обеспечения того, чтобы они финансировали устойчивое и жизнестойкое развитие для всех и уходили от серой и несправедливой экономики.

Пока мир сосредоточен на восстановлении от COVID-19, давайте воспользуемся этой возможностью, чтобы вернуться на путь достижения целей в области устойчивого развития и снизить угрозу изменения климата. Я призываю всех — от правительств, гражданского общества и бизнеса до отдельных граждан — работать над тем, чтобы 2021 год был засчитан.

A handwritten signature in black ink, which appears to be 'António Guterres'.

(А. Гутерриш)
Генеральный секретарь Организации
Объединенных Наций

Наиболее важные факты

Концентрации основных парниковых газов CO_2 , CH_4 и N_2O , продолжали расти, несмотря на временное сокращение выбросов в 2020 году, связанное с мерами, принятыми для борьбы с COVID-19.



2020 год стал одним из трех самых теплых за всю историю метеорологических наблюдений. Последние шесть лет, включая 2020 год, были самыми теплыми за всю историю наблюдений. Температура достигла $38,0^\circ\text{C}$ в Верхоянске, Российская Федерация, 20 июня, что является самой высокой зарегистрированной температурой в любой точке к северу от Полярного круга.



Тенденция к повышению уровня моря усиливается. Кроме того, увеличивается аккумуляция тепла в океане и его закисление, что снижает способность океана смягчать последствия изменения климата.



Минимальная протяженность морского льда в Арктике в сентябре 2020 года стала второй самой низкой за всю историю метеорологических наблюдений. Отступление морских льдов летом 2020 года в море Лаптевых было самым ранним из наблюдавшихся в эпоху спутников.



Тенденция к потере массы льда в Антарктике ускорилась примерно в 2005 году, и в настоящее время Антарктида теряет примерно от 175 до 225 Гт льда в год.



Сезон ураганов в Северной Атлантике в 2020 году был исключительно активным. Ураганы, экстремальная жара, сильные засухи и лесные пожары привели к экономическим потерям на десятки миллиардов долларов США и многочисленным случаям смерти.



В первой половине 2020 года было зарегистрировано около 9,8 млн перемещений населения, в основном из-за опасных гидрометеорологических явлений и стихийных бедствий.



Сбои в сельскохозяйственном секторе, вызванные COVID-19, усугубили влияние погоды по всей цепочке поставок продовольствия, снизив уровень продовольственной безопасности.



Глобальные климатические показатели

Глобальные климатические показатели¹ раскрывают пути изменения климата и дают широкое представление о климате в глобальном масштабе. Они используются для мониторинга ключевых компонентов климатической системы и описания наиболее значимых изменений в составе атмосферы, тепла, возникающего в результате накопления парниковых газов (и других факторов), а также реакции суши, океана и льда на изменение климата. Эти показатели включают глобальную среднюю приземную температуру, теплосодержание Мирового океана, состояние закисления океана, баланс массы ледников, протяженность арктического и антарктического морских льдов, глобальную молярную долю CO₂ и средний глобальный уровень моря, и подробно рассматриваются в следующих разделах. Более подробную информацию о наборах данных, использованных для каждого показателя, можно найти в конце данного доклада.

В настоящем докладе используются различные базовые показатели. Для глобальной средней температуры базовым уровнем является период 1850—1900 годов, который является базовым уровнем, используемым в Специальном докладе МГЭИК о глобальном потеплении на 1,5 °C в качестве приближения к доиндустриальным температурам². Для парниковых газов в качестве базовых показателей используются доиндустриальные концентрации, оцененные по ледяным кернам для 1750 года.

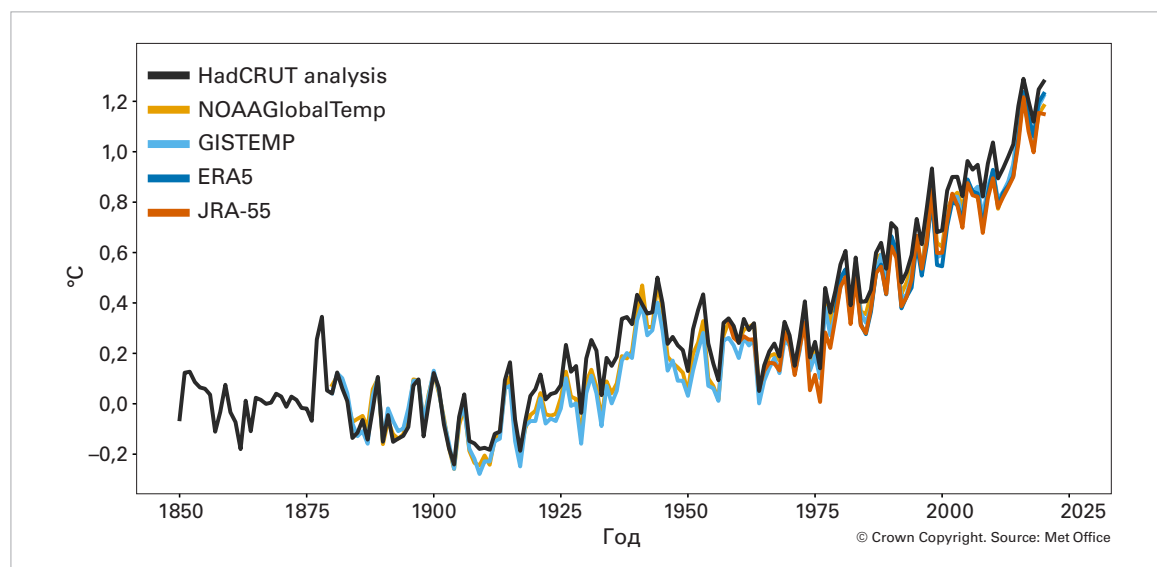
Для других переменных и для карт температуры стандартная климатологическая норма ВМО

за период 1981—2010 годов используется, где это возможно, в качестве базового периода для последовательного представления данных приземных измерений, спутниковых данных и реанализов. Для некоторых показателей невозможно использовать этот базовый период либо из-за отсутствия измерений в начале периода, либо из-за того, что для расчета репрезентативного среднего необходим более длительный базовый период. В тех случаях, когда используемый базовый период отличается от периода 1981—2010 годов, это отмечается в тексте или подписях к рисункам, а более подробная информация приводится в разделе «Сведения о наборах данных».

ТЕМПЕРАТУРА

Глобальная средняя температура в 2020 году была на $1,2 \pm 0,1$ °C выше базового уровня 1850—1900 годов (рисунок 1), что делает 2020 год одним из трех самых теплых лет за всю историю наблюдений в глобальном масштабе. Оценка ВМО основана на пяти наборах глобальных данных о температуре (рисунок 1). Все пять этих наборов данных в настоящее время определяют 2020 год как один из трех самых теплых лет в истории наблюдений. Разброс пяти оценок среднегодового глобального значения составляет от 1,15 °C до 1,28 °C выше доиндустриальных уровней (см. определение базового уровня в разделе «Глобальные климатические показатели»). Стоит отметить, что Парижское соглашение направлено на поддержание глобальной средней температуры

Рисунок 1. Глобальная среднегодовая разница температур по сравнению с доиндустриальными условиями (1850—1900 гг.) для пяти наборов данных о глобальной температуре. Подробные сведения о наборах данных и построении графиков см. в подразделе «Данные о температуре» в разделе «Сведения о наборах данных» в конце данного доклада.



¹ <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/aop/bamsD190196/bamsD190196.xml>

² <http://www.ipcc.ch/sr15/>

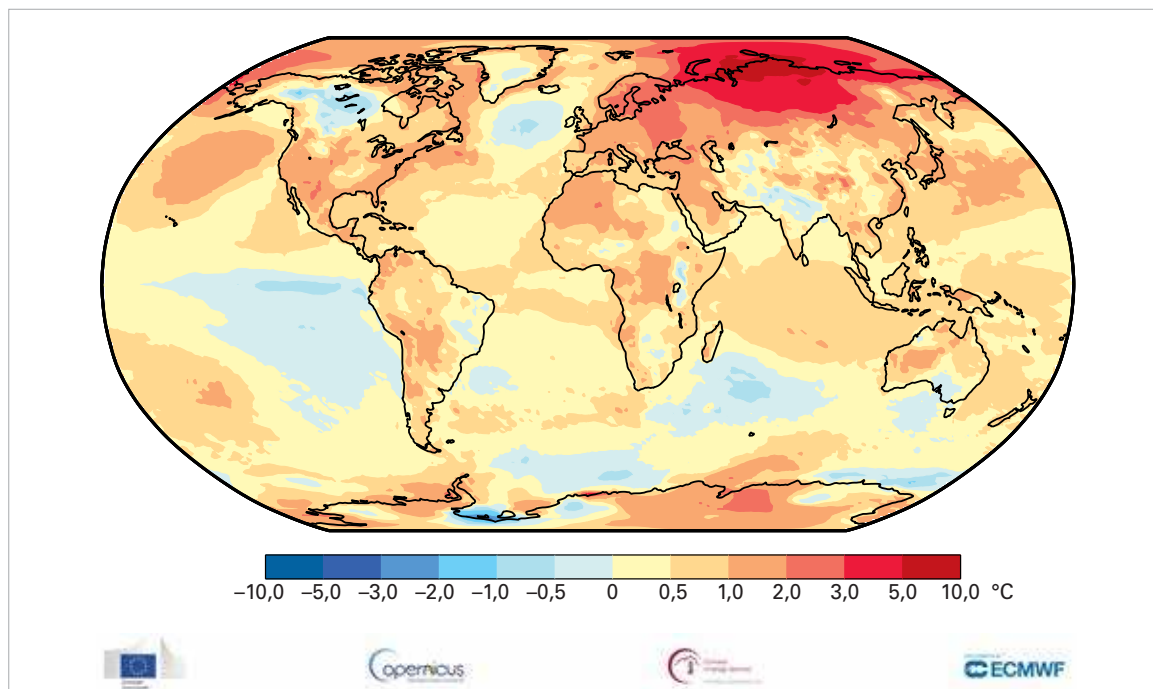


Рисунок 2. Температурные аномалии по отношению к долгосрочному среднему показателю 1981—2010 годов по данным реанализа ERA5 за 2020 год.
Источник: Служба изменения климата программы «Коперник», Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП)

значительно ниже 2 °C выше доиндустриальных уровней и продолжение усилий по ограничению повышения температуры до 1,5 °C выше доиндустриальных уровней³. Оценка повышения глобальной температуры в контексте изменения климата относится к долгосрочной глобальной средней температуре, а не к средним значениям за отдельные годы или месяцы.

Самый теплый на сегодняшний день 2016 год начался с исключительно сильного Эль-Ниньо — явления, способствующего повышению глобальных температур. Несмотря на нейтральные или сравнительно слабые условия Эль-Ниньо в начале 2020 года⁴ и условия Ла-Нинья, развившиеся к концу сентября⁵, тепло 2020 года было сопоставимо с теплом 2016 года.

В то время как 2020 год стал одним из трех самых теплых лет в истории наблюдений, последние шесть лет, 2015—2020 годы, были шестью самыми теплыми годами в истории наблюдений. Средние значения за последний пятилетний (2016—2020 годы) и десятилетний (2011—2020 годы) периоды являются соответственно самыми высокими за всю историю метеорологических наблюдений.

Хотя и очевидно, что в целом 2020 год был теплый, по всему миру наблюдались колебания

температурных аномалий (рисунок 2). В то время как в большинстве районов суши было теплее, чем средние многолетние показатели (1981—2010 годы), один район на севере Евразии выделяется температурой более чем на пять градусов выше средней (см. вставку «[Арктика в 2020 году](#)»). Другие заметные области тепла включали ограниченные районы юго-запада Соединенных Штатов Америки, северную и западную части Южной Америки, части Центральной Америки и более обширные районы Евразии, включая части Китая. Для Европы 2020 год стал самым теплым годом в истории наблюдений. Районы с температурой ниже среднего на суше включали западную Канаду, ограниченные районы Бразилии, северную Индию и юго-восточную часть Австралии.

Над океанами аномальное тепло наблюдалось в некоторых районах тропической части Атлантического и Индийского океанов. Характер аномалий температуры поверхности моря в Тихом океане характерен для Ла-Нинья: более холодные, чем в среднем, поверхностные воды в восточной экваториальной части Тихого океана окружены подковообразной полосой более теплых, чем в среднем, вод, особенно в северо-восточной части Тихого океана и вдоль западного края Тихого океана от Японии до Папуа-Новой Гвинеи.

³ <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

⁴ https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

⁵ <http://www.bom.gov.au/climate/enso/wrap-up/archive/20200929.archive.shtml>

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ И СТРАТОСФЕРНЫЙ ОЗОН

Рисунок 3. Верхний ряд: глобально усредненная молярная доля (мера концентрации) в период с 1984 по 2019 год: CO_2 в частях на миллион (слева), CH_4 в частях на миллиард (посередине) и N_2O в частях на миллиард (справа). Красной линией обозначена среднемесячная молярная доля без учета сезонных колебаний; голубыми точками и линиями показаны месячные средние значения. Нижний ряд: темпы прироста, представляющие собой увеличение последовательных годовых средних молярных долей, показаны в виде серых столбцов для CO_2 в частях на миллион в год (слева), CH_4 в частях на миллиард в год (в центре) и N_2O в частях на миллиард в год (справа).
Источник: Глобальная служба атмосферы ВМО

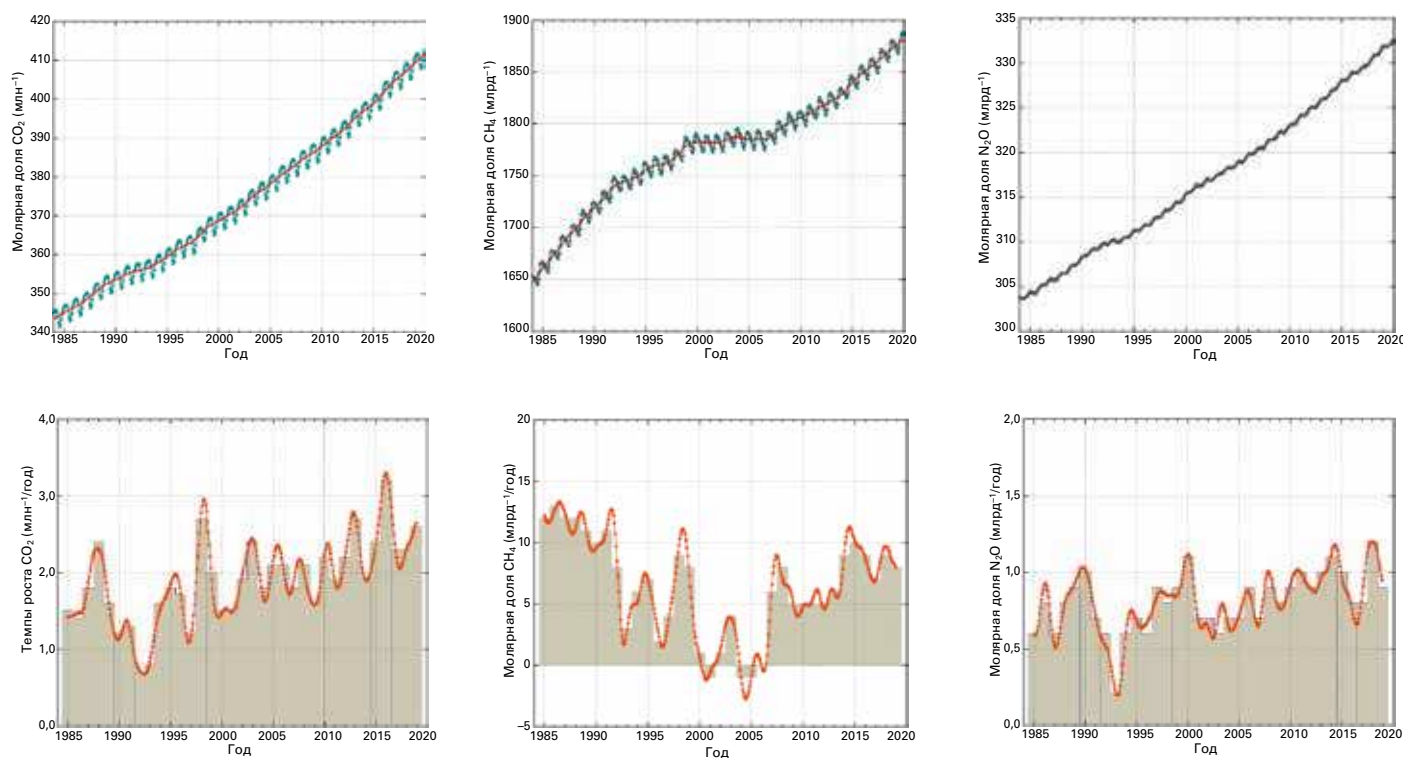
ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ

Атмосферные концентрации парниковых газов отражают баланс между выбросами в результате деятельности человека и из природных источников и поглощением в биосфере и океане. Повышение уровней концентраций парниковых газов в атмосфере в результате деятельности человека является основным фактором изменения климата с середины XX века. Глобальные усредненные молярные доли парниковых газов рассчитываются на основе наблюдений *in situ*, произведенных во множестве мест и полученных в рамках Программы Глобальной службы атмосферы ВМО и партнерских сетей.

В 2019 году концентрации парниковых газов достигли новых максимумов (рисунок 3), при этом глобальные усредненные молярные доли двуокиси углерода (CO_2) составили $410,5 \pm 0,2$ частей на миллион (млн^{-1}), метана (CH_4) — 1877 ± 2 части на миллиард (млрд^{-1}) и закиси азота (N_2O) — $332,0 \pm 0,1$ млрд^{-1} , соответственно,

148 %, 260 % и 123 % от доиндустриальных (до 1750 года) уровней. Увеличение концентрации CO_2 в период с 2018 по 2019 год ($2,6 \text{ млн}^{-1}$) было больше, чем увеличение в период с 2017 по 2018 год ($2,3 \text{ млн}^{-1}$) и средние темпы годового роста за последнее десятилетие ($2,37 \text{ млн}^{-1}$ в год). Для CH_4 рост его концентрации с 2018 по 2019 год был немного ниже, чем за период с 2017 по 2018 год, но все же выше, чем среднегодовой прирост за последнее десятилетие. Увеличение концентрации N_2O с 2018 по 2019 год было также слегка менее значительным, чем в период с 2017 по 2018 год, и близким к средним темпам прироста за последние 10 лет.

Временное сокращение выбросов в 2020 году, связанное с мерами, принятыми для борьбы с COVID-19⁶, скорее всего, приведет лишь к незначительному снижению ежегодных темпов роста концентрации CO_2 в атмосфере, которые будут практически неотличимы от естественной межгодовой изменчивости, обусловленной в основном биосферой суши. Данные в режиме реального времени из ряда конкретных мест, включая Мауна-Лоа (Гавайи) и Кейп-Грим (Тасмания), показывают, что уровни концентраций CO_2 , CH_4 и N_2O продолжали расти в 2020 году.



⁶ Liu, Z. et al., 2020: Near-real-time monitoring of global CO_2 emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic. *Nature Communications*, 11(1): 5172, <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18922-7>.

В Специальном докладе МГЭИК о глобальном потеплении на 1,5 °C установлено, что ограничение потепления уровнем в 1,5 °C выше уровней доиндустриальных температур подразумевает достижение чистых нулевых выбросов CO₂ во всем мире примерно к 2050 году наряду с одновременным резким сокращением выбросов оказывающих воздействие веществ, не связанных с CO₂.

СТРАТОСФЕРНЫЙ ОЗОН И ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИЕ ГАЗЫ

После успешной реализации Монреальского протокола использование галонов и хлорфторуглеродов было прекращено, но их уровни в атмосфере продолжают контролироваться. Из-за длительной продолжительности пребывания в атмосфере эти соединения будут оставаться там в течение многих десятилетий, и даже если не будет новых выбросов, в атмосфере все равно будет присутствовать более чем достаточно хлора и брома, чтобы вызывать полное разрушение озона в Антарктиде в период с августа по декабрь. В результате образование антарктической озоновой дыры по-прежнему является ежегодным весенним событием, причем ежегодные колебания ее размеров и глубины в значительной степени определяются метеорологическими условиями.

Антарктическая озоновая дыра 2020 года образовалась рано и стала самой продолжительной и одной из самых больших озоновых дыр с момента начала мониторинга озонового слоя 40 лет назад (рисунок 4).

20 сентября площадь озоновой дыры достигла максимальной площади для 2020 года — 24,8 млн км², что соответствует площади, достигнутой в 2018 году. Площадь дыры была ближе к максимумам, наблюдавшимся в 2015 году (28,2 млн км²) и 2006 году (29,6 млн км²), чем к максимуму, достигнутому в 2019 году (16,4 млн км²), согласно результатам анализа Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА). Необычайно глубокая и долгоживущая озоновая дыра была вызвана сильным и стабильным полярным вихрем и очень низкими температурами в стратосфере.

На другом конце Земли необычные атмосферные условия также привели к тому, что концентрация озона в Арктике упала до рекордно низкого уровня за март. Необычно слабые «волновые» события в верхних слоях атмосферы оставляли полярный вихрь относительно нетронутым, предотвращая примешивание богатого озоном воздуха из более низких широт. Кроме того, в начале года стратосферный полярный вихрь над Арктикой был сильным, и это в сочетании с постоянно очень низкими температурами позволило вырасти большой площади полярных стратосферных облаков. Когда солнце восходит после полярной зимы, оно запускает химические процессы в полярных стратосферных облаках, которые приводят к истощению озона. Измерения с метеорологических аэростатов показали, что истощение озона превысило уровни, о которых сообщалось в 2011 году, и вместе со спутниковыми наблюдениями зафиксировали, что 12 марта 2020 года уровень стратосферного озона составлял приблизительно 205 единиц Добсона. Обычно в марте уровень концентрации озона над Арктикой не опускается ниже 240 единиц Добсона.

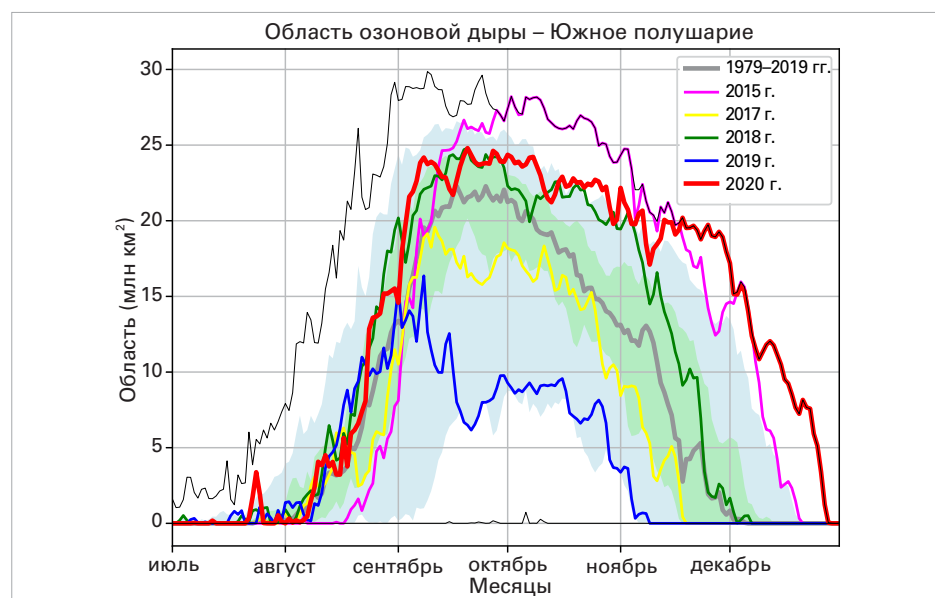


Рисунок 4. Площадь (в млн км²), на которой общее содержание озона в атмосферном столбе было ниже 220 единиц Добсона. 2020 год показан красным цветом, а самые последние годы приводятся для сравнения, как показано в условных обозначениях. Толстая серая линия — это среднее значение за 1979—2019 годы. Затененная голубым цветом область отображает 30—70-й процентиля, а затененная зеленым область — 10-й и 90-й процентиля за период 1979—2019 годов. Тонкие черные линии показывают максимальные и минимальные значения для каждого дня в период 1979—2019 годов. График был составлен в ВМО на основе данных, загруженных из NASA Ozone Watch (<https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>). Данные НАСА основаны на спутниковых наблюдениях с помощью приборов OMI и TOMS.

ОКЕАН

Более 90 % избыточной энергии, аккумулируемой в климатической системе в результате увеличения концентрации парниковых газов, поступает в океан. Добавленная энергия нагревает океан, и последующее тепловое расширение воды приводит к повышению уровня моря, который еще больше повышается из-за таяния льда. Поверхность океана нагревается быстрее, чем глубокие слои, и это можно увидеть в повышении глобальной средней температуры и в увеличении числа морских волн тепла. По мере роста концентрации CO₂ в атмосфере повышается и концентрация CO₂ в океанах. Это влияет на химический состав океана, снижая средний pH воды — процесс, известный как закисление океана. Все эти изменения оказывают широкий спектр воздействий в открытом океане и прибрежных районах.

ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЕ ОКЕАНА

Увеличение антропогенных выбросов CO₂ и других парниковых газов вызывает положительный радиационный дисбаланс в верхней части атмосферы — энергетический дисбаланс Земли (EEI), который приводит к глобальному потеплению за счет накопления энергии в виде тепла в земной системе^{7,8,9}. Теплосодержание океана (ТСО) является мерой накопления тепла в земной системе, поскольку около 90 % тепла хранится в океане. Положительное значение EEI сигнализирует о том, что климатическая система Земли все

еще реагирует на текущее воздействие¹⁰ и что потепление будет продолжаться, даже если воздействие не будет увеличиваться дальше¹¹.

Исторические измерения температуры подповерхностного слоя, начиная с 1940-х годов, в основном опираются на судовые измерительные системы, которые ограничивают доступность наблюдений за температурой подповерхностного слоя в глобальном масштабе и на глубине¹². С развертыванием сети автономных ныряющих буев Арго, которая впервые достигла почти глобального охвата в 2006 году, теперь можно регулярно измерять изменения ТСО на глубине 2000 м^{13,14}.

Различные исследовательские группы разработали оценки глобального ТСО. Хотя все они более или менее опираются на одну и ту же базу данных, оценки показывают различия, возникающие из-за разных статистических методов обработки пробелов в данных, выбора климатологии и подхода, используемого для учета инструментальных погрешностей^{9,15}. Были предприняты согласованные усилия по проведению международной оценки глобальной эволюции потепления океана¹⁶, и обновление всего анализа до 2019 года показано на рисунках 5 и 6.

Слой глубиной 0–2000 м в Мировом океане продолжал нагреваться в 2019 году, достигнув нового рекордного максимума (рисунок 5), и ожидается, что он продолжит нагреваться в будущем¹⁷. Предварительный анализ, основанный на трех глобальных наборах

⁷ Hansen, J. et al., 2005: Earth's Energy Imbalance: Confirmation and Implications. *Science*, 308(5727): 1431–1435, <https://doi.org/10.1126/science.1110252>.

⁸ Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013: *Climate change 2013: The Physical Science Basis*, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.

⁹ von Schuckmann, K. et al., 2016: An imperative to monitor Earth's energy imbalance. *Nature Climate Change*, 6(2): 138–144, <https://doi.org/10.1038/nclimate2876>.

¹⁰ Hansen, J. et al., 2011: Earth's energy imbalance and implications. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11(24): 13421–13449, <https://doi.org/10.5194/acp-11-13421-2011>.

¹¹ Hansen, J. et al., 2017: Young people's burden: requirement of negative CO₂ emissions. *Earth System Dynamics*, 8(3): 577–616, <https://doi.org/10.5194/esd-8-577-2017>.

¹² Abraham, J.P. et al., 2013: A review of global ocean temperature observations: Implications for ocean heat content estimates and climate change. *Reviews of Geophysics*, 51(3): 450–483, <https://doi.org/10.1002/rog.20022>.

¹³ Riser, S.C. et al., 2016: Fifteen years of ocean observations with the global Argo array. *Nature Climate Change*, 6(2): 145–153, <https://doi.org/10.1038/nclimate2872>.

¹⁴ Roemmich, D. et al., 2019: On the Future of Argo: A Global, Full-Depth, Multi-Disciplinary Array. *Frontiers in Marine Science*, 6, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00439>.

¹⁵ Boyer, T. et al., 2016: Sensitivity of Global Upper-Ocean Heat Content Estimates to Mapping Methods, XBT Bias Corrections, and Baseline Climatologies. *Journal of Climate*, 29(13): 4817–4842, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0801.1>.

¹⁶ von Schuckmann, K. et al., 2020: Heat stored in the Earth system: where does the energy go? *Earth System Science Data*, 12(3): 2013–2041, <https://doi.org/10.5194/essd-12-2013-2020>.

¹⁷ Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, <https://www.ipcc.ch/srocc/>.

данных, показывает, что 2020 год превысил этот рекорд. Накопление тепла на промежуточной глубине (700—2000 м) увеличивалось темпами, сопоставимыми с темпами накопления тепла в слое глубиной 0—300 м, что в целом согласуется с 15 международными оценками ТСО (рисунок 6). Все наборы данных сходятся в том, что темпы потепления океана демонстрируют особенно сильный рост за последние два десятилетия.

Кроме того, есть явные признаки того, что поглощение тепла в океане на глубинах более 700 м происходило в течение последних шести десятилетий и связано с тенденцией увеличения ТСО с течением времени. Темпы потепления океана в слое глубиной 0—2000 м за период 2010—2019 годов достигли $1,2 (0,8) \pm 0,2 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. Ниже глубины 2000 м океан также прогрелся, хотя и с более низкой скоростью $0,07 \pm 0,04 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ за период с 1991 по 2018 год¹⁸.

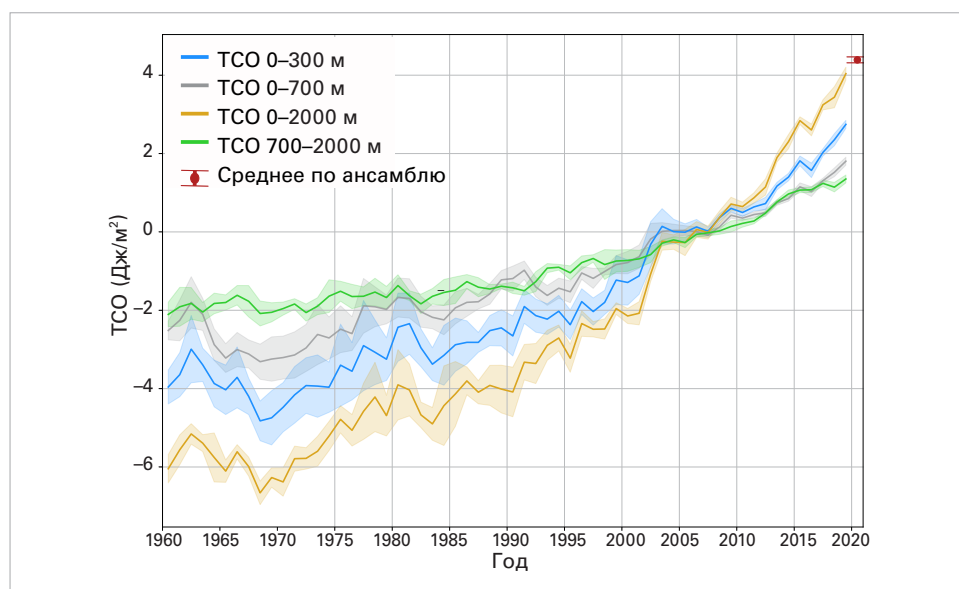


Рисунок 5. Средние временные ряды ансамбля 1960—2019 годов и стандартное отклонение ансамбля (2-сигма, заштриховано) глобальных аномалий ТСО относительно климатологии 2005—2017 годов. Среднее значение ансамбля является результатом согласованных международных усилий, и все используемые продукты перечислены в разделе «Данные о теплосодержании океана» и в условных обозначениях на рисунке 5. Обратите внимание, что значения приведены для площади поверхности океана между 60° ю. ш. — 60° с. ш. и ограничены 300-метровой батиметрией каждого вида продукции. Источник: Обновлено по материалам von Schuckmann, K. et al., 2016 (см. сноску 9). Средняя по ансамблю аномалия ТСО (0—2000 м) (относительно климатологии 1993—2020 годов) была добавлена в виде красной точки вместе с ее ансамблевым разбросом и основана на данных Службы мониторинга морской среды программы «Коперник» (КСММС) (Набор океанских данных центра данных Кориолиса для реанализа (CORA)) (см. Cheng et al., 2017 и Ishii et al., 2017 в разделе «Данные о теплосодержании океана»).

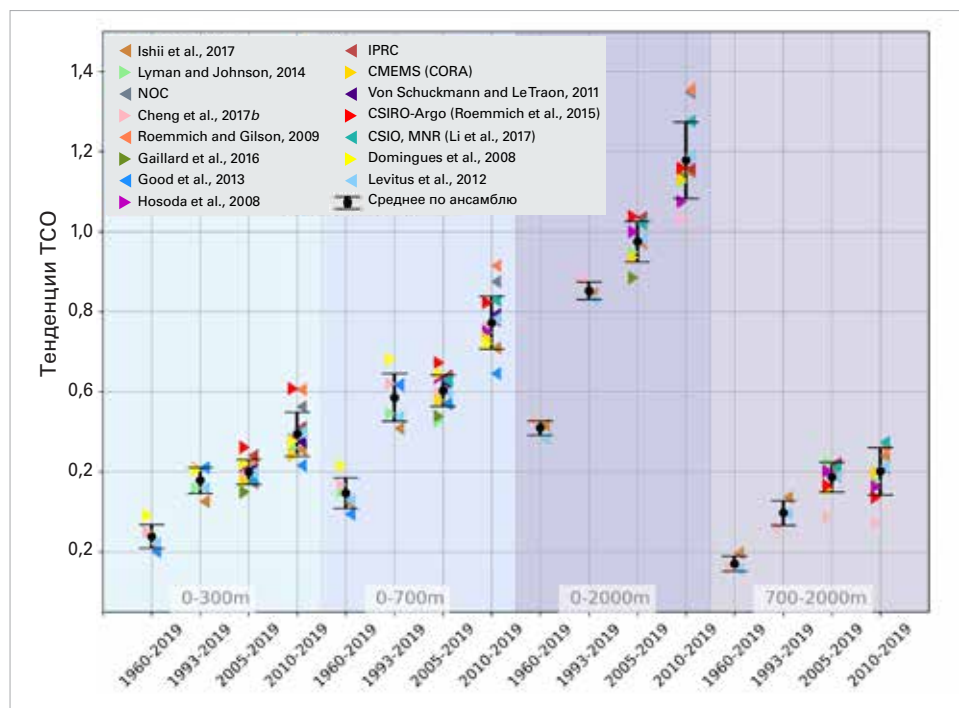


Рисунок 6. Линейные тенденции глобального ТСО, полученные из различных данных о температуре (расцветка). Ссылки приведены в разделе «Данные о теплосодержании океана». Среднее значение ансамбля и стандартное отклонение (2-сигма) показаны черным цветом. Затененные цветом области показывают тенденции от интегрирования различных слоев: 0—300 м (светло-бирюзовый), 0—700 м (светло-голубой), 0—2000 м (фиолетовый) и 700—2000 м (светло-фиолетовый). Для каждого слоя глубины интеграции оцениваются тенденции за четыре периода: исторический (1960—2019 гг.), эра альтиметров (1993—2019 гг.), «золотая» эра Арго (2005—2019 гг.) и самый последний период 2010—2019 гг. Источник: Обновлено по материалам von Schuckmann, K. et al., 2016 (см. сноску 9).

¹⁸ Обновленная информация из Purkey, S.G. and G.C. Johnson, 2010: Warming of Global Abyssal and Deep Southern Ocean Waters between the 1990s and 2000s: Contributions to Global Heat and Sea Level Rise Budgets. *Journal of Climate*, 23(23): 6336–6351, <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3682.1>.

УРОВЕНЬ МОРЯ

Рисунок 7. Слева: глобальный средний уровень моря на основе спутниковой альтиметрии за период с января 1993 по январь 2021 года (последние данные: 21 января 2021 года). Данные Проекта Европейского космического агентства по изучению влияния изменения климата на уровень моря (январь 1993 года — декабрь 2015 года, толстая черная кривая линия), данные КСММС (январь 2016 года — ноябрь 2020 года, синяя кривая линия) и данные альтиметрии почти в реальном режиме времени в ходе миссии спутника Jason-3 после ноября 2020 года (красная кривая линия). Тонкая черная линия является квадратичной функцией, наилучшим образом представляющей данные. Справа: межгодовая изменчивость глобального среднего уровня моря (с вычитанием квадратичной функции, показанной на левой панели) (черная кривая линия и левая ось) с многопараметрическим индексом ЭНЮК (MEI) (красная кривая линия и правая ось).

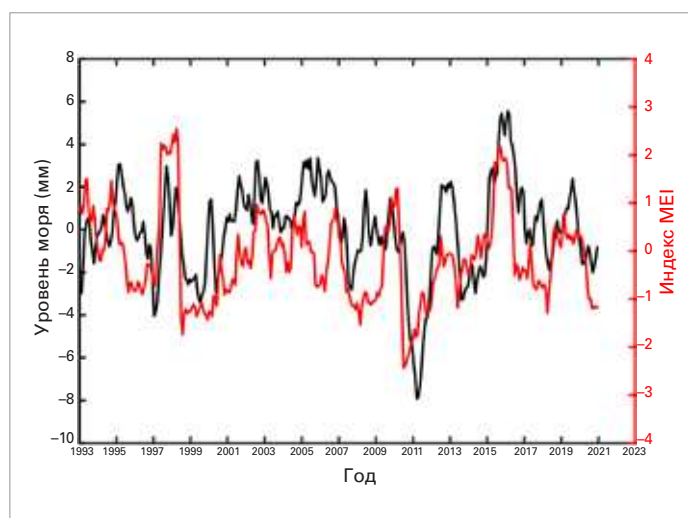
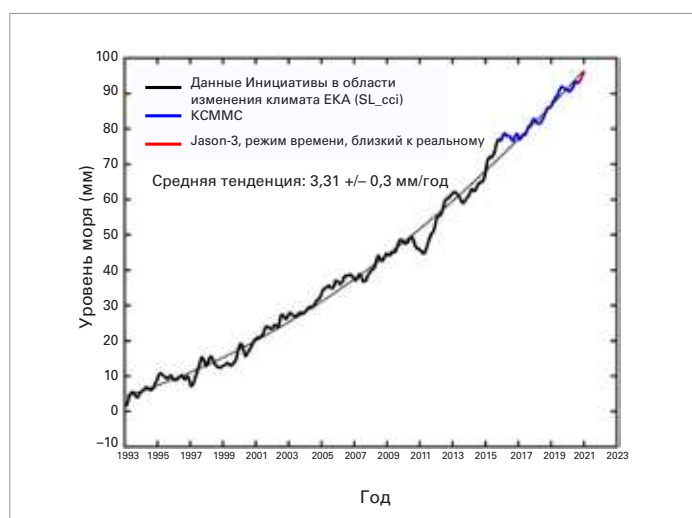
В среднем с начала 1993 года глобальная средняя скорость повышения уровня моря, основанная на альтиметрии, составила $3,3 \pm 0,3$ мм/год. С того времени этот показатель также увеличился. Увеличение потери ледовой массы из ледяных щитов является основной причиной ускорения повышения глобального среднего уровня моря¹⁹.

Глобальный средний уровень моря продолжал расти в 2020 году (рисунок 7, слева). Небольшое снижение летом в Северном полушарии, вероятно, было связано с условиями Ла-Нинья в тропической части Тихого океана. Межгодовые изменения среднего глобального уровня моря вокруг долгосрочного тренда коррелируют с изменчивостью Эль-Ниньо/Южного колебания (ЭНЮК) (рисунок 7, справа). Во время явлений Ла-Нинья, таких как то, что произошло в конце 2020 года, и сильное явление Ла-Нинья в 2011 году, изменения в режимах выпадения дождевых осадков переносят водную массу из океана в тропические речные бассейны на суше, временно снижая глобальный средний уровень моря. Обратная картина наблюдается во время явления Эль-Ниньо (например, сильное явление Эль-Ниньо 2015/16 года). В 2020 году исключительно обильные осадки в африканском Сахеле и других регионах, возможно, также способствовали временному замедлению роста уровня моря, поскольку паводковые воды медленно возвращались обратно в море. Однако к концу 2020 года глобальный средний уровень моря снова начал повышаться.

В региональном масштабе уровень моря продолжает повышаться неравномерно. Самые сильные региональные тенденции за период с января 1993 года по июнь 2020 года наблюдались в Южном полушарии: к востоку от Мадагаскара в Индийском океане; к востоку от Новой Зеландии в Тихом океане; и к востоку от Рио-де-ла-Плата/Южная Америка в южной части Атлантического океана. Вытянутая на восток картина также наблюдалась в северной части Тихого океана. Яркая выраженная тенденция, наблюдавшаяся в западной тропической части Тихого океана на протяжении первых двух десятилетий альтиметрических наблюдений, в настоящее время ослабевает, что свидетельствует о ее краткосрочной изменчивости. Региональные тенденции уровня моря определяются колебаниями теплосодержания океана¹⁷. Однако в некоторых регионах, например, в Арктике, важную роль играют изменения солёности из-за поступления пресной воды в результате таяния льда на суше.

МОРСКИЕ ВОЛНЫ ТЕПЛА

Как и в случае с волнами тепла на суше, экстремальная жара может воздействовать на приповерхностный слой океанов. Такая ситуация называется морской волной тепла (MBT), и она может вызвать целый ряд последствий для морской флоры и фауны и зависимых от них сообществ. Для мониторинга морских волн тепла можно использовать выборки спутниковых данных о температуре поверхности моря. В данном случае MBT классифицируется как



¹⁹ WCRP Global Sea Level Budget Group, 2018: Global sea-level budget 1993–present. *Earth System Science Data*, 10(3): 1551–1590, <https://doi.org/10.5194/essd-10-1551-2018>.

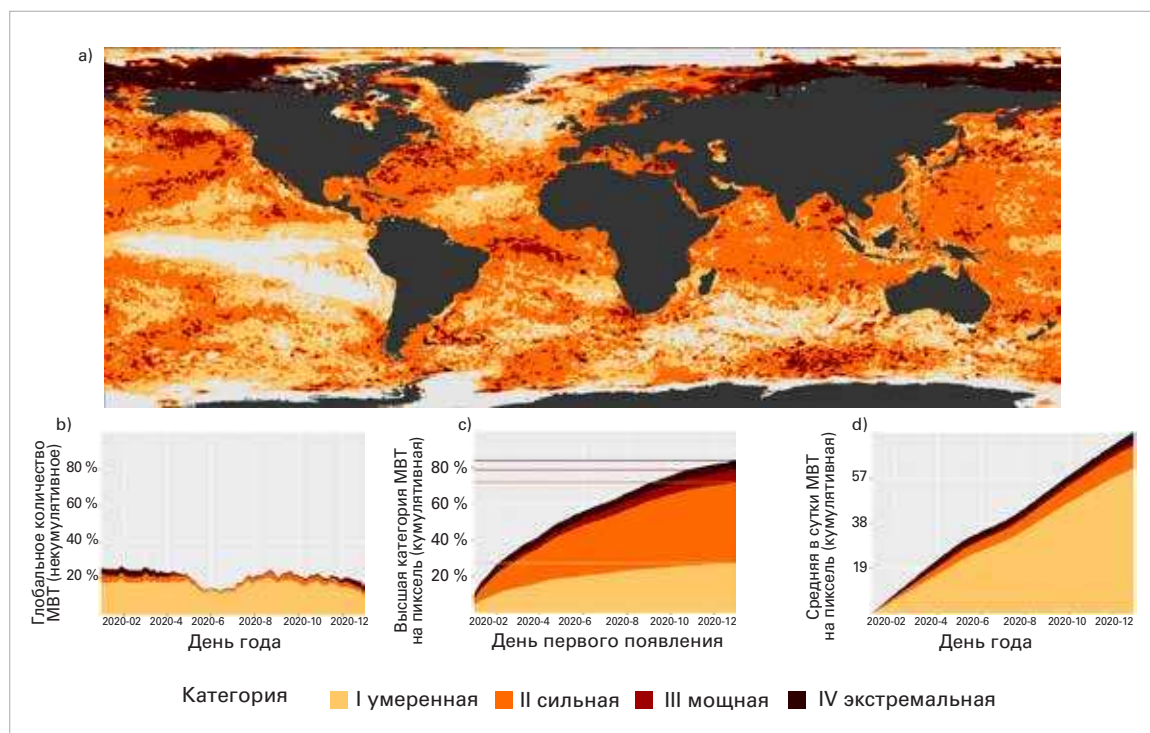


Рисунок 8. а) Глобальная карта, показывающая наивысшую категорию MBT (определения см. в разделе «Данные о морских волнах тепла»), наблюдавшуюся в каждом пикселе в течение года (базовый период 1982–2011 гг.). Светло-серый цвет означает, что за весь год в пикселе не было зафиксировано ни одного случая MBT; б) Сложенная гистограмма, показывающая процент океанических пикселей, испытывающих MBT в любой заданный день года; в) Столбчатая гистограмма, показывающая кумулятивный процент океана, в котором в течение года наблюдалась MBT.

Примечание: эти значения основаны на том, когда в течение года пиксель впервые испытал MBT наивысшей категории, поэтому ни один пиксель не учитывался более одного раза. Горизонтальные линии на этом рисунке показывают итоговые процентные соотношения для каждой категории MBT; д) Сложенная гистограмма, показывающая суммарное количество дней с MBT, усредненное по всем пикселям в океане. Примечание: это делается путем определения суммарного количества дней MBT на пиксель для всего океана и деления его на общее количество пикселей океана (~690 000).

Источник: Robert Schlegel

умеренная, мощная, суровая или экстремальная (определения см. в разделе «Данные о морских волнах тепла»).

Большая часть океана в какой-то момент в 2020 году испытала по крайней мере одну «сильную» MBT (рисунок 8а). Заметно отсутствуют MBT в Атлантическом океане к югу от Гренландии и в восточной экваториальной части Тихого океана. В море Лаптевых особенно интенсивная волна тепла наблюдалась в период с июня по декабрь. Протяженность морского льда в этом регионе была необычно низкой, а прилегающие прибрежные районы испытывали волны тепла в течение лета (см. вставку «Арктика в 2020 году»). Еще одним важным событием, которое следует отметить в 2020 году, стало возвращение полупостоянного теплого региона в северо-восточной части Тихого океана. Это явление по своим масштабам похоже на первоначальный «blob» (пузырь)^{20,21}, который образовался примерно в 2013 году,

а его остатки сохранялись до 2016 года²². Примерно пятая часть Мирового океана в 2020 году в любой конкретный день испытывала воздействие какой-либо MBT (рисунок 8б). Это относительное количество схоже с показателями 2019 года, но меньше, чем пиковое процентное соотношение 2016 года — 23 %. Большая часть океана находилась под воздействием MBT, классифицируемых как «сильные» (45 %) и «умеренные» (28 %). В целом, 84 % пространств океана испытали, по крайней мере, воздействие одной MBT в течение 2020 года (рисунок 8с); это схоже с процентным соотношением для океана, испытавшего воздействие MBT в 2019 году (также 84 %), но ниже пикового значения для 2016 года (88 %).

ЗАКИСЛЕНИЕ ОКЕАНА

Океан поглощает до 23 % годового объема выбросов антропогенного CO₂ в атмосферу²³,

²⁰ Gentemann, C.L. et al., 2017: Satellite sea surface temperatures along the West Coast of the United States during the 2014–2016 northeast Pacific marine heat wave. *Geophysical Research Letters*, 44(1): 312–319, <https://doi.org/10.1002/2016GL071039>.

²¹ di Lorenzo, E. and N. Mantua, 2016: Multi-Year Persistence of the 2014/15 North Pacific Marine Heatwave. *Nature Climate Change*, 6: 1042–1047, <https://doi.org/10.1038/nclimate3082>.

²² Schmeisser, L. et al., 2019: The Role of Clouds and Surface Heat Fluxes in the Maintenance of the 2013–2016 Northeast Pacific Marine Heatwave. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(20): 10772–10783, <https://doi.org/10.1029/2019JD030780>.

²³ Всемирная метеорологическая организация, 2019: Бюллетень ВМО по парниковым газам: Содержание парниковых газов в атмосфере по данным глобальных наблюдений в 2018 г., № 15, https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21620.

Рисунок 9. Слева: значения поверхностного pH на основе данных о закислении океана, представленных на портале данных 14.3.1 (<http://oa.iode.org>) за период с 1 января 2010 года по 8 января 2020 года. Серые кружки представляют рассчитанный pH представленных данных (включая все наборы данных с данными по крайней мере для двух параметров карбоната); синие кружки представляют среднегодовое значение pH (на основе наборов данных с данными по крайней мере для двух параметров карбоната); красные кружки представляют годовой минимум pH, а зеленые кружки — годовой максимум pH. Обратите внимание, что количество станций не является постоянным со временем. Справа: среднее глобальное значение pH поверхности по данным Морской информационной службы программы «Коперник» ЕС (синий). Затененная область указывает на предполагаемую неопределенность в каждой оценке.

помогая смягчать воздействия изменения климата на планету²⁴. Однако CO₂ вступает в реакцию с морской водой, понижая ее pH. Этот процесс, известный как закисление океана, влияет на многие организмы и экосистемные услуги, угрожая продовольственной безопасности, поскольку ставит под угрозу рыболовство и аквакультуру. Это особенно актуально для полярных океанов. Он также влияет на защиту побережья, ослабляя коралловые рифы, которые защищают береговые линии. По мере снижения pH океана уменьшается его способность поглощать CO₂ из атмосферы, что снижает способность океана смягчать климатические изменения. Регулярные глобальные наблюдения и измерения pH океана необходимы для улучшения понимания последствий его изменений, создания возможностей для моделирования и прогнозирования изменений и изменчивости, а также для обоснования стратегий смягчения последствий и адаптации.

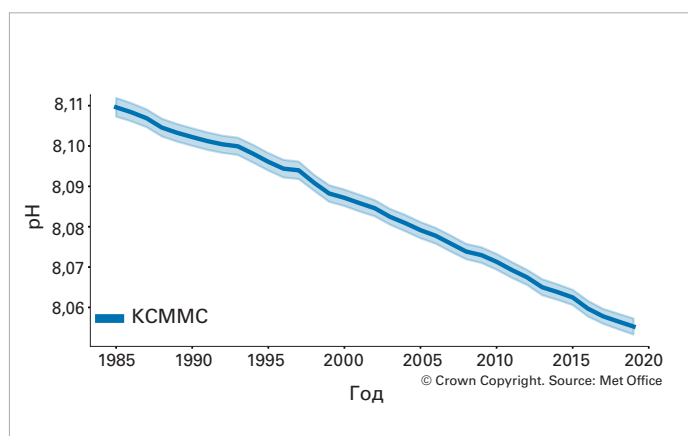
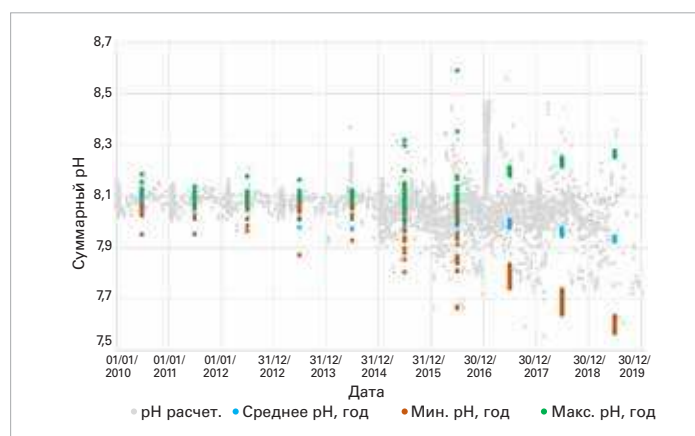
Были предприняты глобальные усилия по сбору и сопоставлению данных наблюдений за закислением океана. Эти данные способствуют достижению задачи 14.3 цели в области устойчивого развития (ЦУР) 14 и могут быть использованы для определения соответствующего показателя ЦУР 14.3.1: «Средняя морская кислотность (pH), измеренная на согласованном наборе репрезентативных станций отбора проб». Они обобщены на рисунке 9 (слева) и показывают увеличение изменчивости (выделены минимальные и максимальные значения pH) и снижение среднего pH в

доступных местах наблюдений в период с 2015 по 2019 год. Устойчивое глобальное изменение (рисунок 9, справа), оцененное из широкого спектра источников, включая измерения других переменных, контрастирует с региональными и сезонными изменениями химического состава карбонатов океана, наблюдаемыми на отдельных участках. Увеличение объема имеющихся данных подчеркивает изменчивость и тенденцию закисления океана, а также необходимость проведения устойчивых долгосрочных наблюдений для более точной характеристики естественной изменчивости химического состава карбонатов океана.

ОБЕСКИСЛОРОЖИВАНИЕ

С 1950 года содержание кислорода в открытом океане снизилось на 0,5–3 %¹⁷. Зоны кислородного минимума, которые являются постоянными особенностями открытого океана, расширяются²⁵. С 1950 года число гипоксических участков в прибрежной зоне Мирового океана увеличилось в связи с эвтрофикацией во всемирном масштабе²⁶. Количественная оценка тяжести воздействия гипоксии на морскую флору и фауну в масштабе прибрежной зоны Мирового океана требует характеристики динамики гипоксии, для которой в настоящее время недостаточно данных.

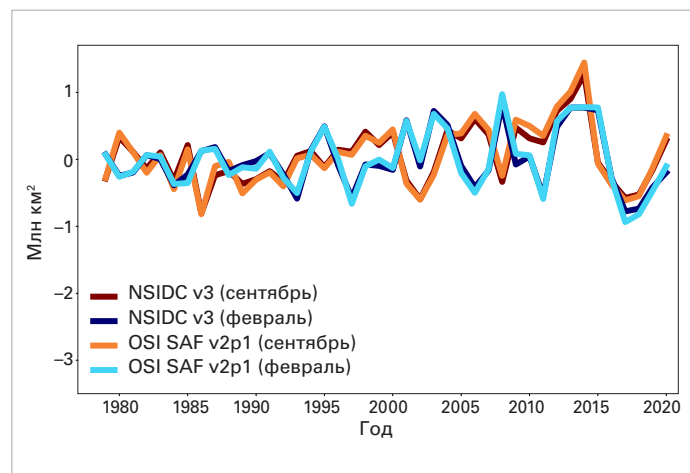
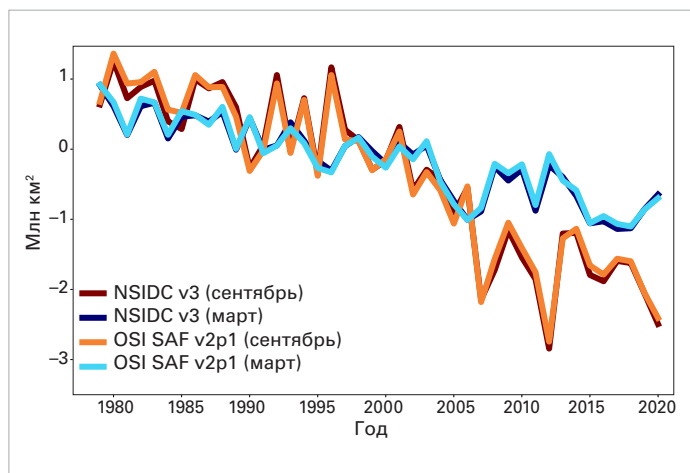
Всесторонняя оценка обескислороживания в открытом океане и его прибрежных районах выиграла бы от создания последовательного,



²⁴ Friedlingstein, P. et al., 2020: Global Carbon Budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4): 3269–3340, <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>.

²⁵ Breitburg, D. et al., 2018: Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science (New York, N.Y.)*, 359(6371), <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>.

²⁶ Diaz, R.J. and R. Rosenberg, 2008: Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. *Science*, 321(5891): 926–929, <https://doi.org/10.1126/science.1156401>.



контролируемого по качеству, открытого доступа к глобальному набору данных и атласу о содержании кислорода в океане в соответствии с принципами FAIR²⁷. Усилия в этом направлении были инициированы Глобальной сетью по кислороду океана (GO₂NE), Международным координационным проектом по океаническому углероду (МКПОУ), Национальным управлением по исследованию океанов и атмосферы (НУОА) и проектом Германского центра совместных исследований 754 (SFB 754). Эти усилия являются частью предложения о Глобальном десятилетии кислорода в океане (GOOD), представленного в рамках Десятилетия Организации Объединенных Наций, посвященного наукам об океане в интересах устойчивого развития.

КРИОСФЕРА

Криосфера — это область, которая включает в себя замерзшие части земли. Она предоставляет ключевые индикаторы изменения климата, но это одна из самых неизученных сфер системы Земля. Основными показателями криосферы, используемыми в настоящем докладе, являются протяженность морского льда, баланс массы ледников и баланс массы ледяных щитов Гренландии и Антарктики. Отдельные связанные со снегом явления освещены в разделе «Явления со значительными последствиями в 2020 году».

МОРСКОЙ ЛЕД

В Арктике годовой минимум площади покрова морского льда в сентябре 2020 года был вторым самым низким за всю историю наблюдений,

а рекордно низкая протяженность морского льда наблюдалась в июле и октябре. Площадь морского льда в апреле, августе, ноябре и декабре была одной из пяти самых низких за всю 42-летнюю историю данных наблюдений со спутников. Более подробную информацию об использованных комплексах данных см. в разделе «Данные о морском льде».

В Арктике максимальная протяженность морских льдов за год была достигнута 5 марта 2020 года. При площади чуть более 15 млн км², это был 10-й или 11-й (в зависимости от используемого комплекта данных) из наиболее низких показателей максимальной протяженности морского льда за всю историю наблюдений²⁸. Отступление морского льда в конце марта происходило в основном в Беринговом море. В апреле темпы снижения были аналогичны темпам последних лет, а средняя протяженность морского льда в апреле была между вторым и четвертым рекордно низкими показателями, фактически связанными с 2016, 2017 и 2018 годами (рисунок 10).

Рекордно высокие температуры к северу от Полярного круга в Сибири (см. вставку «Арктика в 2020 году») вызвали ускорение таяния морского льда в Восточно-Сибирском море и море Лаптевых, которое продолжалось вплоть до июля. Протяженность морского льда в июле была самой низкой за всю историю наблюдений (7,28 млн км²)²⁹. Отступление морских льдов летом 2020 года в море Лаптевых было самым ранним за всю историю спутниковых наблюдений. К концу июля циклон вошел в море Бофорта и распространил морской лед, временно замедляя уменьшение протяженности льда.

Рисунок 10. Разница в протяженности морского льда по сравнению со средним показателем за период 1981—2010 годов в Арктике (слева) и Антарктике (справа) за месяцы с максимальным ледовым покровом (Арктика: март; Антарктика: сентябрь) и минимальным ледовым покровом (Арктика: сентябрь; Антарктика: февраль). Источник: Данные из EUMETSAT OSI SAF v2p1 (Laverne et al., 2019) и Национального центра данных по снегу и льду (НЦДСЛ) v3 (Fetterer et al., 2017) (см. справочные сведения в разделе «Данные о морском льде»).

²⁷ Принципы FAIR: <https://www.go-fair.org/fair-principles/>

²⁸ <http://nsidc.org/arcticseaicenews/2020/03/>

²⁹ <https://cryo.met.no/en/arctic-seaice-summer-2020>, <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2020/08/steep-decline-sputters-out/>

В середине августа территория, затронутая циклоном, быстро растаяла, что в сочетании с устойчивым таянием в Восточно-Сибирском море и море Лаптевых привело к тому, что протяженность морских льдов в августе стала 2-й или 3-й из самых низких за всю историю наблюдений.

В 2020 году минимальная протяженность арктического морского льда после летнего таяния составила 3,74 млн км², уменьшившись всего во второй раз за всю историю наблюдений до менее 4 млн км². Только в 2012 году минимальная площадь была меньше, составив 3,39 млн км². Огромные площади открытого океана наблюдались в Чукотском и Восточно-Сибирском морях, море Лаптевых и море Бофорта, несмотря на язык многолетнего льда, который пережил сезон таяния 2020 года в море Бофорта (рисунок 13)³⁰.

В конце сентября и октябре в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском замерзание шло медленно, вероятно, из-за тепла, накопленного в верхнем слое океана после раннего отступления в конце июня. Протяженность арктического морского льда в октябре и ноябре была самой низкой для этих месяцев за всю историю наблюдений. Рост морского льда в декабре был быстрее, чем в среднем, но его протяженность оставалась второй или третьей из самых низких для этого месяца.

Межгодовая изменчивость среднегодовой протяженности антарктических морских льдов увеличилась с 1979 года. За первые 20 лет измерений в период с 1979 по 1999 годы значительного тренда не наблюдалось; однако примерно с 2002 года общая протяженность начала увеличиваться, достигнув максимума в

12,8 млн км² в 2014 году. За этим последовало заметное сокращение в течение последующих трех лет до рекордного минимума в 10,7 млн км² в 2017 году. Сокращение происходило во всех секторах, но наибольшим оно было в секторе моря Уэдделла.

В 2020 году протяженность антарктических морских льдов увеличилась до 11,5 млн км², что всего на 0,14 млн км² ниже среднего многолетнего значения. Действительно, протяженность была близка к средним многолетним значениям во всех секторах. В июле 2020 года в секторе моря Беллинсгаузена была зафиксирована самая низкая за всю историю наблюдений протяженность, однако позднее в течение года она приблизилась к средним многолетним значениям.

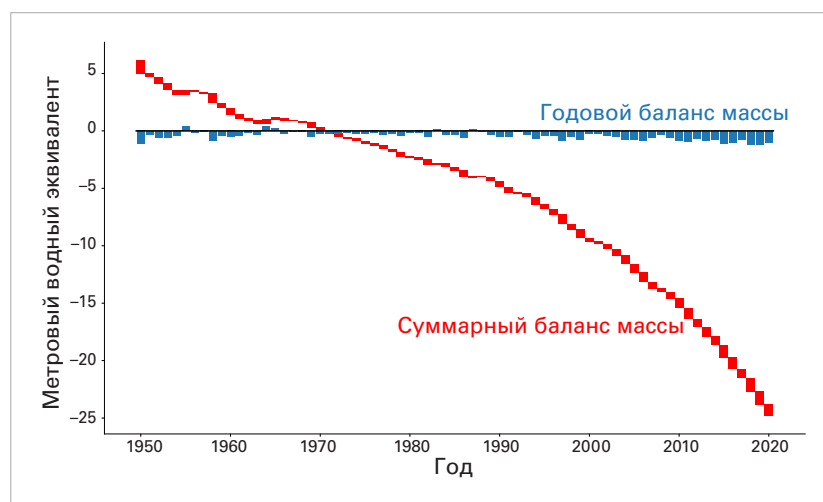
Протяженность антарктического морского льда в январе 2020 года показала лишь незначительное увеличение по сравнению с очень низкими значениями предыдущих лет, но в феврале 2020 года произошел возврат к менее экстремальным условиям. В течение осени и зимы 2020 года протяженность антарктического морского льда была в основном близка к многолетнему среднему значению, но с положительными аномалиями вблизи максимума в сентябре и октябре.

Минимальная протяженность антарктических морских льдов в 2020 году составила около 2,7 млн км². Это происходило в период с 19 февраля по 2 марта (в зависимости от набора данных) и стало семнадцатым из самых низких минимумов в истории наблюдений. Это отражало постепенное увеличение с рекордно минимальной протяженности в 2,08 миллиона км² на 1 марта 2017 года. Максимальная протяженность антарктических морских льдов в 2020 году составила около 19 млн км² и наблюдалась в период с 26 по 28 сентября. Это был тринадцатый по величине показатель за 42 года наблюдений.

ЛЕДНИКИ

Ледники образуются из снега, который уплотнился, образуя лед, и может деформироваться и течь вниз по склону на более низкие, теплые высоты, где он тает, или, если ледник заканчивается в океане, распадается, образуя айсберги. Ледники чувствительны к изменениям температуры, осадкам и поступающей солнечной радиации, а также к другим факторам, таким как изменения в смазке основания или утрата опорных ледяных шельфов.

Рисунок 11. Годовой (синий) и кумулятивный (красный) баланс массы эталонных ледников с более чем 30-летними рядами непрерывных гляциологических измерений. Глобальный баланс массы основан на среднем показателе по 19 регионам, чтобы свести к минимуму смещение в сторону регионов с большим количеством наблюдений. Годовые изменения массы выражаются в метровом водном эквиваленте (м в. э.), что соответствует тоннам на квадратный метр (1000 кг·м⁻²).
Источник: Всемирная служба мониторинга ледников, 2021 г., обновление



³⁰ <https://cryo.met.no/en/arctic-seaice-september-2020>

По данным Всемирной службы мониторинга ледников (рисунок 11), в гидрологическом 2018/19 году примерно 40 ледников, за которыми ведутся многолетние наблюдения, испытали потерю льда в водном эквиваленте 1,18 метра (м в. э.), что близко к рекордной потере, установленной в 2017/18 году. Несмотря на глобальную пандемию, наблюдения за 2019/20 год удалось собрать для большинства важных участков ледников во всем мире, хотя некоторые разрывы в данных будут неизбежны. Предварительные результаты за 2020 год, основанные на подмножестве оцененных ледников, показывают, что ледники продолжали терять массу в гидрологическом 2019/20 году. Однако баланс массы был немного менее отрицательным, с оценкой потери льда в 0,98 м в. э.

Более низкие темпы изменения массы ледников объясняются более умеренными климатическими воздействиями в некоторых регионах, например, в Скандинавии, высокогорной Азии и, в меньшей степени, в Северной Америке. Более низкие показатели в некоторых случаях объясняются большим количеством зимних осадков. В большинстве других регионов, таких как европейские Альпы или Новая Зеландия, наблюдалась значительная потеря массы ледников, хотя и меньшая, чем в два предыдущих года. Напротив, есть признаки того, что ледники в Арктике, занимающие большую площадь, подверглись значительно более интенсивному таянию, но данных пока слишком мало, чтобы определить общий сигнал. Хотя гидрологический 2019/20 год характеризовался несколько меньшим отрицательным балансом массы ледников во многих частях Земли, существует четкая тенденция к ускорению потери массы ледников в долгосрочной перспективе, что также подтверждается крупномасштабными исследованиями дистанционного зондирования. Восемь из десяти лет с самым высоким отрицательным балансом массы были зафиксированы с 2010 года.

ЛЕДЯНЫЕ ШИТЫ

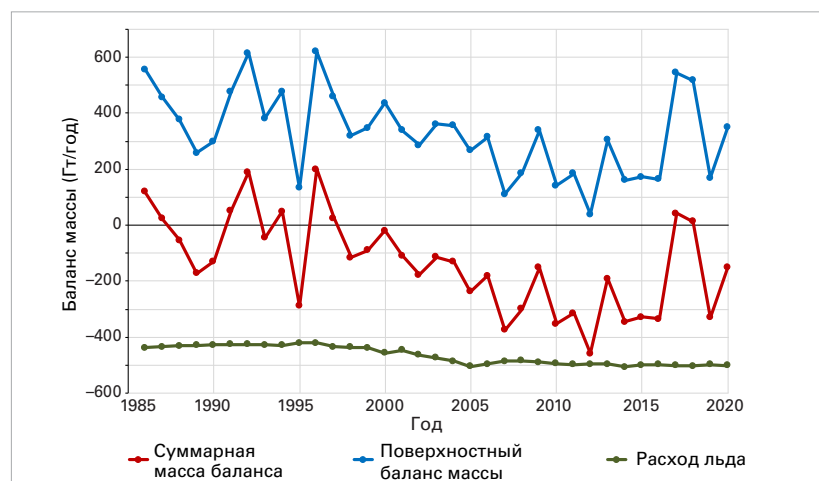
Несмотря на исключительное тепло в больших частях Арктики, в частности, очень необычные температуры, которые наблюдались в Восточной Сибири, температуры над Гренландией в 2020 году были близки к средним многолетним значениям (рисунок 2). Гренландский ледяной щит к концу сезона с сентября 2019 года по август 2020 года потерял в общей сложности 152 Гт льда. Это произошло в результате поверхностного таяния, расхода льда в ледниках и таяния ледниковых языков под воздействием теплой океанской воды (рисунок 12), и, хотя эта потеря и была значительной, но была меньше, чем потеря льда в предыдущем году (329 Гт).

Изменения массы Гренландского ледяного щита являются следствием совокупного воздействия поверхностного баланса массы (ПБМ), определяемого как разность между снежными осадками и стоком с ледяного щита, которая всегда положительна в конце года, и потери массы на периферии в результате откалывания айсбергов и таяния ледниковых языков, выходящих в океан. ПБМ Гренландии за 2019/20 год составил +349 Гт льда, что близко к среднему 40-летнему значению +341 Гт. Однако потеря льда в результате откалывания айсбергов приблизилась к максимальным значениям за всю 40 летнюю историю спутниковых наблюдений. Регистрация данных наблюдений за ПБМ Гренландии ведется уже четыре десятилетия, и, хотя ПБМ варьируется от года к году, с течением времени наблюдается общее снижение среднего значения ПБМ (рисунок 12). В 1980-х и 1990-х годах средний прирост ПБМ составлял около +416 Гт/год. Он снизился до +270 Гт/год в 2000-х годах и +260 Гт/год в 2010-х годах.

Спутники GRACE и последующая миссия GRACE-FO измеряют мельчайшее изменение гравитационной силы из-за изменений количества льда. Это обеспечивает независимое измерение общего баланса массы. Основываясь на этих данных, можно видеть, что ледяной покров Гренландии потерял около 4200 Гт льда с апреля 2002 года по август 2019 года, что способствовало повышению уровня моря на чуть более 1 см. Это хорошо согласуется с балансом массы по данным о ПБМ и сбросе, который составил 4261 Гт льда за тот же период.

Сезон таяния Гренландского ледяного щита в 2019/20 году начался 22 июня, что на 10 дней позже, чем в среднем за 1981–2020 годы. Как и в предыдущие сезоны, на западном побережье Гренландии наблюдались потери, а на востоке — прирост. В середине августа необычно сильные

Рисунок 12. Компоненты общего баланса массы Гренландского ледяного щита за период 1986–2020 гг. Синий: поверхностный баланс массы (<http://polarportal.dk/en/greenland/surface-conditions/>); зеленый: сброс; красный: общий баланс массы (сумма поверхностного баланса массы и сброса).
Источник: Mankoff, K.D. et al., 2020: Greenland Ice Sheet solid ice discharge from 1986 through March 2020. *Earth System Science Data*, 12(2): 1367–1383, <https://doi.org/10.5194/essd-12-1367-2020>.



Арктика в 2020 году

Арктика претерпевает радикальные изменения по мере повышения глобальной температуры. С середины 1980-х годов температура приземного воздуха в Арктике повышалась, по крайней мере, в два раза быстрее, чем в среднем по миру, в то время как морской лед, Гренландский ледяной щит и ледники за тот же период сократились, а температура многолетней мерзлоты повысилась. Это имеет потенциально серьезные последствия не только для экосистем Арктики, но и для глобального климата в результате различных обратных связей^а.

В 2020 году Арктика выделялась как регион с наибольшими отклонениями температуры от среднеемноголетнего значения. Контрастные условия льда, жары и лесных пожаров наблюдались в восточной и западной частях Арктики (рисунок 13). Мощная положительная фаза Арктического колебания в течение зимы 2019/20 года определяла ситуацию в начале года с более высокими, чем в среднем, температурами в Европе и Азии и значительно ниже средних температурами на Аляске, что сохранялось в течение большей части года.

Рисунок 13. Слева
вверху: Температурные
аномалии для Арктики
по отношению к
многолетнему среднему
показателю за период
1981—2010 годов по
данным реанализа ERA5
за 2020 год.
Источник: Служба по
вопросам изменения
климата в рамках
программы «Коперник»,
ЕЦСПП

Справа вверху: Мощность
излучения пожара —
показатель теплоотдачи
от лесных пожаров
в Полярном круге в
период с июня по август
2020 года.

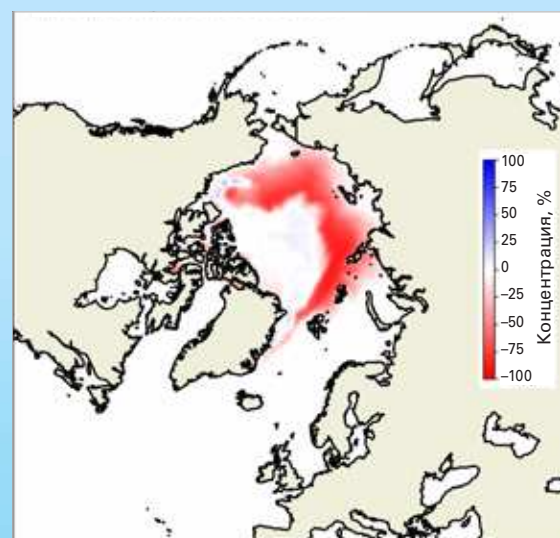
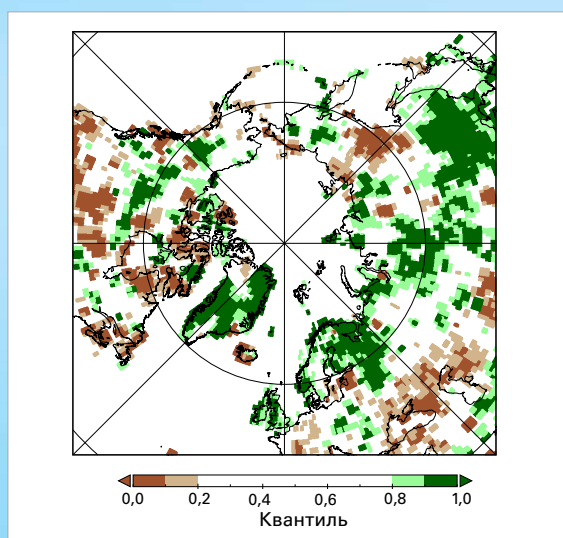
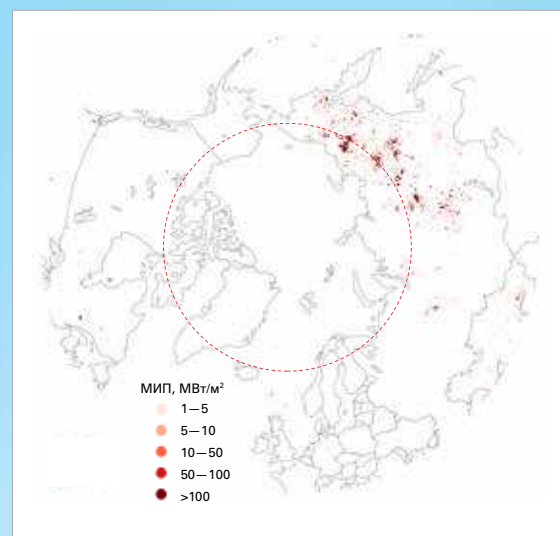
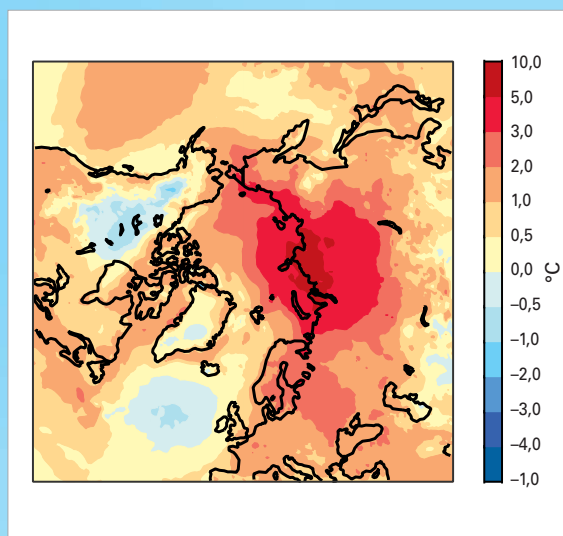
Источник: Служба по
вопросам изменения
климата в рамках
программы «Коперник»,
ЕЦСПП

Слева внизу: Общее
количество осадков в
2020 году, выраженное в
проценте за базовый
период 1951—2010 годов,
для районов, которые
были бы в самые
засушливые 20 %
(коричневый) и самые
влажные 20 % (зеленый)
годы в течение базового
периода, с более
темными оттенками
коричневого и зеленого,
указывающими на самые
сухие и самые влажные
10 % соответственно.

Источник: Глобальный
центр климатологии
осадков (ГЦКО)

Справа внизу: Аномалия
концентрации морских
льдов за сентябрь
2020 года.

Источник: данные
EUMETSAT OSI SAF v2p1,
с вкладом в НИОКР со
стороны Инициативы
в области изменения
климата Европейского
космического агентства
(ESA CCI)



^а Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, <https://www.ipcc.ch/srocc/>.

В большей части арктического региона Сибири аномалии температуры в 2020 году были более чем на 3 °C, а в ее центральных прибрежных районах — более чем на 5 °C выше средних значений (рисунок 13). Предварительное рекордное значение температуры 38 °C было зафиксировано к северу от Полярного круга 20 июня в Верхоянске, во время продолжительного периода аномально жаркой погоды^b. Волны тепла и рекордные значения температур во время жаркой погоды наблюдались и в других частях Арктики (см. раздел «Явления со значительными последствиями в 2020 году»), причем экстремальная жара не ограничивалась сушей. Морская волна тепла затронула обширные районы Северного Ледовитого океана к северу от Евразии (рисунок 8). Морской лед в море Лаптевых, удаленный на шельфе от зоны самых высоких температурных аномалий на суше, был необычно низким в течение лета и осени. Действительно, протяженность морских льдов была особенно низкой вдоль сибирского побережья, а Северный морской путь был свободен от льдов или почти свободен с июля по октябрь. Высокие весенние температуры также оказали значительное влияние и на другие части криосферы. Июньский снежный покров оказался самым низким для евразийской части Арктики за 54 года спутниковых наблюдений, несмотря на то, что уже в конце апреля в регионе площадь снежного покрова была больше, чем в среднем^c.

Хотя в Арктике в этот период было преимущественно теплее среднего, в некоторых

регионах, включая части Аляски и Гренландии, температура была близка к средней или ниже средней. В результате поверхностный баланс массы Гренландии в 2019/20 году был близок к среднему значению за 40 лет. Тем не менее, сокращение Гренландского ледяного щита продолжалось в течение сезона 2019/20 года, но потери были меньше типичных величин, наблюдавшихся в течение последнего десятилетия (см. раздел «Криосфера»). Состояние морского льда вдоль Канадского архипелага было близко к среднему на сентябрьском минимуме, а западный проход оставался закрытым^d.

Сезон лесных пожаров в Арктике в течение 2020 года был особенно активным, но с большими региональными различиями. В регионе к северу от Полярного круга наблюдался сезон самой высокой активности лесных пожаров за 18-летний период регистрации данных наблюдений, согласно оценкам с точки зрения энергии излучения от пожаров и выбросов CO₂, выделяемых в результате пожаров. Основная активность была сосредоточена в восточной части арктической зоны Сибири, где также было суше, чем в среднем. Региональные отчеты по Восточной Сибири показывают, что сезон лесных пожаров начался раньше, чем обычно, а в некоторых регионах закончился позже, что привело к долгосрочному ущербу местным экосистемам. Аляска, а также Юкон и северо-западные территории сообщили об активности пожаров, которая была значительно ниже средней.

^b <https://public.wmo.int/en/media/news/reported-new-record-temperature-of-38°C-north-of-arctic-circle>

^c Mudryk, L.E. et al., 2020: *Arctic Report Card 2020: Terrestrial Snow Cover*. United States. National Oceanic and Atmospheric Administration. Office of Oceanic and Atmospheric Research University of Toronto. Department of Physics Ilmatieteen laitos (Finland) / Finnish Meteorological Institute, <https://doi.org/10.25923/P6CA-V923>.

^d Arctic Climate Forum, https://arctic-rcc.org/sites/arctic-rcc.org/files/presentations/acf-fall-2020/2%20-%20Day%20-%20-%20ACF-6_Arctic_summary_MJJAS_2020_v2.pdf.

^e Arctic Climate Forum, <https://arctic-rcc.org/sites/arctic-rcc.org/files/presentations/acf-fall-2020/3%20-%20Day%20-%20-%20ACF%20October%202020%20Regional%20Overview%20Summary%20with%20extremes%20-281020.pdf>.

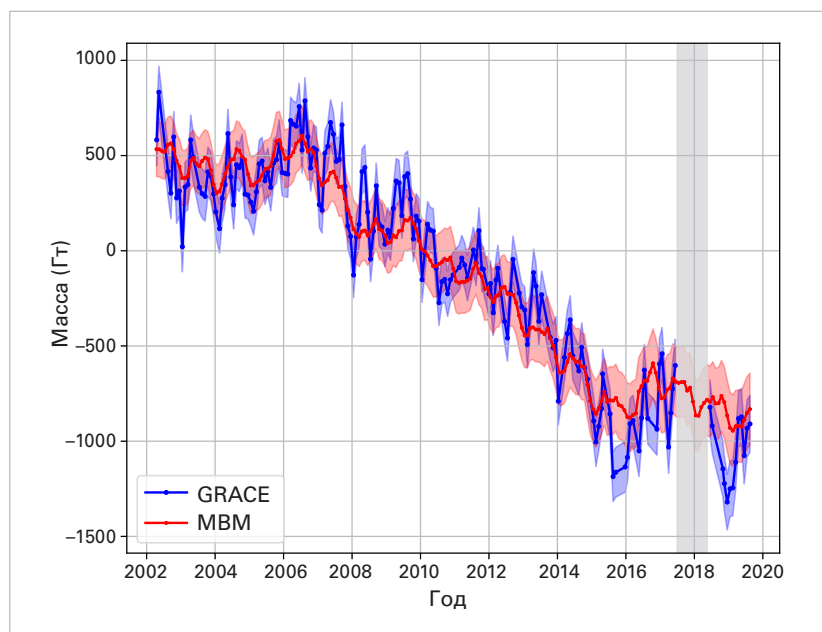


Рисунок 14. Сравнение изменений массы ледяного щита Антарктики по данным спутниковой гравиметрии GRACE/GRACE-FO (синий) и метода бюджета массы (MBM) (красный). Это сравнение подчеркивает большую межгодовую изменчивость изменения массы, относительно большие неопределенности в этих двух методах и их случайные разногласия. Источник: Velicogna et al., 2020 (см. справочные сведения в разделе «Данные об Антарктическом ледяном щите»)

штормы принесли в западную часть Гренландии осадки, в четыре раза превысившие среднюю месячную норму, большая часть которых выпала в виде снега, что временно приостановило суммарную убыль льда и сыграло решающую роль в уменьшении объема таяния; это сильно отличалось от ситуации в предыдущем сезоне таяния (2018/19 г.), в котором были длительные периоды высокого давления и большое количество солнечного света, что значительно увеличило летнее таяние.

Рутинной отчетности о годовом балансе массы антарктического ледяного покрова не существует, а сообщения об изменениях массы обычно поступают с задержкой в несколько лет. Это связано с тем, что необходимо объединить несколько наборов данных, чтобы уменьшить неопределенность и смещение в оценках изменения массы в континентальном масштабе.

В Антарктике наблюдается сильная тенденция к убыли ледяной массы с конца 1990-х годов. Тенденция к потере ледяной массы в Антарктике ускорилась примерно в 2005 году, и в настоящее время Антарктика теряет примерно от 175 до 225 Гт льда в год. Почти 90 % ускорения этой тенденции связано с увеличением скорости стока

основных ледников в Западной Антарктиде и на Антарктическом полуострове¹⁷. Это контрастирует с Гренландским ледяным щитом, где потери от поверхностного таяния сопоставимы по величине с потерями от динамики ледников. Основным фактором ускорения стока ледников в Антарктиде было усиленное подводное таяние окаймляющих шельфовых ледников, а вторичным фактором — резкое обрушение шельфовых ледников из-за локализованного поверхностного таяния на Антарктическом полуострове³⁹. Эта динамическая реакция ледников на воздействие климата и океана в значительной степени контролируется пороговыми значениями (разрушение шельфового ледника) и сильно модулируется положительными обратными связями в потоке. В результате межгодовые динамические потери Антарктики в основном не связаны с колебаниями погоды на годовых временных шкалах.

На эту устойчивую тенденцию потери массы накладывается большая межгодовая изменчивость количества снеговых осадков, которая колеблется на несколько сотен гигатонн (рисунок 14) вокруг среднего значения, примерно от 2300 до 2500 Гт в год³¹, и не имеет четкой тенденции в последние десятилетия³². В этих больших колебаниях в пространственном и временном отношении преобладают периодические экстремальные снегопады³³. Однако инструментальные наблюдения за снегопадами на континенте крайне скудны, и вместо этого изменения массы ледяного покрова рассчитываются ретроспективно на основе наблюдаемых со спутников изменений скорости потока (метод бюджета массы), гравитационного поля или высоты поверхности в сочетании с моделируемым балансом массы поверхности, плотностью приповерхностного снега и изостатическим отскоком соответственно. Каждый из этих трех наборов наблюдений и соответствующих исходных данных модели содержит значительные неопределенности и потенциальные погрешности, и результаты, представленные этими методами, не всегда согласуются в пределах их неопределенностей³⁴. Поэтому консенсус в отношении изменений массы Антарктики может быть достигнут только при детальном сравнении этого набора методов с тщательным рассмотрением их соответствующих сильных и слабых сторон^{39,43}. Для сезона 2019/20 года такой консенсусной величины пока нет.

³¹ Mottram, R. et al., 2020: What Is the Surface Mass Balance of Antarctica? An Intercomparison of Regional Climate Model Estimates. *The Cryosphere Discussions*, 1–42, <https://doi.org/10.5194/tc-2019-333>.

³² King, M.A. and C.S. Watson, 2020: Antarctic Surface Mass Balance: Natural Variability, Noise, and Detecting New Trends. *Geophysical Research Letters*, 47(12): e2020GL087493, <https://doi.org/10.1029/2020GL087493>.

³³ Turner, J. et al., 2019: The Dominant Role of Extreme Precipitation Events in Antarctic Snowfall Variability. *Geophysical Research Letters*, 46(6): 3502–3511, <https://doi.org/10.1029/2018GL081517>.

³⁴ Shepherd, A. et al., 2018: Mass Balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558(7709): 219–222, <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>.

ОСАДКИ

Суммарные количества осадков за год в регионах Северной Америки, Африки, Юго-Западной Азии и Юго-Восточной Азии, находящихся под влиянием муссонов, были необычно высокими в 2020 году (рисунок 15, сверху), как и экстремальные суточные суммарные количества (выраженные как 95-й процентиль суточных сумм) (рисунок 15, внизу). Африканский муссон распространился на север в Сахельском регионе дальше, чем обычно. Суммарные осадки в сезон муссонов в Индии составили 109 % относительно среднего многолетнего значения, что явилось третьим

по величине сезонным показателем суммарных осадков после 1994 и 2019 годов. В Восточной Азии выпали аномально высокие годовые и экстремальные суточные количества осадков.

В других регионах экстремальные суточные суммарные осадки (95-й процентиль суточных количеств осадков) были ниже средних многолетних значений (рисунок 15, внизу), например, в островной Юго-Восточной Азии (включающей Индонезию, Папуа-Новую Гвинею и Филиппины, а также другие острова региона), в Центральной и Северо-Западной Африке, на больших территориях Северной и Южной Америки, в Центральной и Западной Европе.

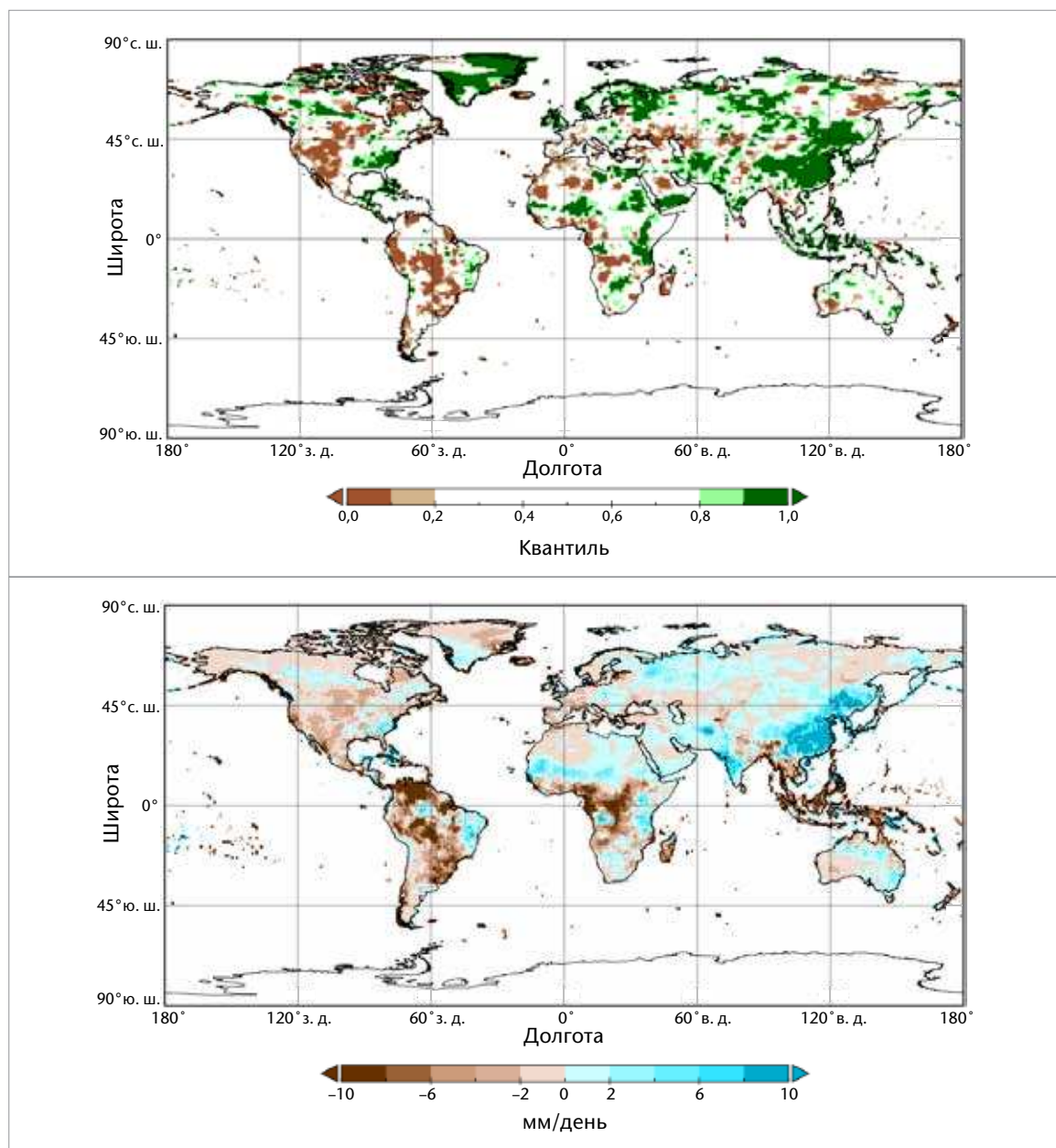


Рисунок 15. Вверху: общее количество осадков в 2020 году, выраженное в процентях от базового периода 1951—2010 годов. Затененные области — это области с суммарными осадками в самые засушливые 20 % (коричневый) и самые влажные 20 % (зеленый) годы в течение базового периода, причем более темные оттенки коричневого и зеленого указывают на самые сухие и самые влажные 10 % условия соответственно. Примечание: здесь используется более длительный базовый период, поскольку осадки более изменчивы, а более длительный период позволяет рассчитать более надежное долгосрочное среднее значение. Внизу: разница между наблюдаемым 95-м процентилем общего количества суточных осадков в 2020 году и долгосрочным средним значением, основанным на периоде 1982—2016 годов (полный год). Синий цвет указывает на большее количество событий с экстремальными суточными осадками, чем среднее многолетнее значение, а коричневый — на меньшее количество событий с экстремальными суточными осадками, чем среднее многолетнее значение. Примечание: период, используемый здесь, является полным периодом глобального набора данных о суточных осадках. Источник: ГЦКО, Метеорологическая служба Германии, Германия

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КРАТКОСРОЧНУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА

Существует множество различных природных явлений, часто называемых климатическими моделями или климатическими режимами, которые влияют на погоду в масштабах времени от нескольких дней до нескольких месяцев. Температуры поверхности океана изменяются относительно медленно, поэтому повторяющиеся закономерности в температуре поверхности моря можно использовать для понимания и, в некоторых случаях, для прогнозирования все более быстро меняющихся погодных режимов над сушей в сезонных временных масштабах. Аналогичным образом, хотя и более быстрыми темпами, известные изменения давления в атмосфере могут помочь объяснить некоторые региональные погодные модели.

В 2020 году Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНЮК) и Арктическое колебание (АК) внесли свой вклад в погодные и климатические явления в разных частях света. Индоокеанский диполь, сыгравший ключевую роль в событиях 2019 года, в течение большей части 2020 года был практически нейтральным.

ЭЛЬ-НИНЬО/ЮЖНОЕ КОЛЕБАНИЕ

ЭНЮК является одним из наиболее важных движущих факторов, определяющих изменчивость погодных условий во всем мире из года в год. Он связан с такими опасными явлениями, как проливные дожди, паводки и засуха. Влияние Эль-Ниньо, характеризующегося более высокой, чем в среднем, температурой поверхности моря в восточной части Тихого океана и ослаблением пассатов, как правило, заключается в повышении глобальной температуры. Ла-Нинья, которая характеризуется температурой поверхности моря ниже средней в центральной и восточной частях Тихого океана и усилением пассатов, имеет противоположный эффект.

Температура поверхности моря в конце 2019 года была близка к пороговым значениям Эль-Ниньо в районе Ниньо 3.4 или превышала их⁴. Эти температуры сохранялись в первые месяцы 2020 года, но явление не усилилось, и аномалии температуры поверхности моря в восточной части Тихого океана снизились в марте. После шестимесячного периода нейтральных условий — то есть температуры поверхности моря в пределах 0,5 °C от нормы — в августе развилась прохладная

фаза Ла-Нинья, которая усилилась осенью в северном полушарии до умеренной (на 1,0—1,5 °C ниже нормы). Атмосфера также отреагировала более сильными, чем в среднем, пассатами, что указывает на связь с температурой морской поверхности. Условия Ла-Нинья связаны с ураганной активностью выше среднего уровня в Северной Атлантике, где в сезон ураганов 2020 года наблюдалось рекордное количество названных тропических штормов, а также с количеством осадков выше среднего уровня в Австралии, которая закончила год четвертым самым влажным декабрем в истории наблюдений.

АРКТИЧЕСКОЕ КОЛЕБАНИЕ

Арктическое колебание (АК) — это крупномасштабная атмосферная модель, которая влияет на погоду во всем Северном полушарии. Положительная фаза характеризуется атмосферным давлением ниже среднего над Арктикой и более высоким, чем среднее, над северными частями Тихого и Атлантического океанов. Струйный поток параллелен линиям широты и уходит дальше к северу, чем в среднем, запирая холодный арктический воздух, а штормы могут смещаться к северу от их обычных путей. В средних широтах Северной Америки, Европы, Сибири и Восточной Азии, как правило, наблюдается меньше вторжений холодного воздуха, чем обычно во время положительной фазы АК. Отрицательное АК имеет противоположный эффект и связано с более извилистым струйным потоком и холодным воздухом, распространяющимся на юг в средние широты.

В течение зимы 2019/20 года в Северном полушарии АК было сильно положительным, а в феврале оно было самым сильным с января 1993 года. Это способствовало самой теплой зиме в истории Азии и Европы и шестой самой теплой зиме в истории наблюдений на континентальной части Соединенных Штатов Америки; в то же время на Аляске наблюдалась самая холодная зима за более чем два десятилетия. Удерживая холодный воздух в полярном регионе в течение всей зимы, положительное АК также способствовало появлению относительно редкой и рекордно большой озоновой дыры над Арктикой в марте (см. раздел «Стратосферный озон и озоноразрушающие газы»). Кроме того, положительная зимняя фаза АК была связана с низкой протяженностью морского льда следующим летом³⁵ (см. раздел «Морской лед»). АК было сильно положительным в ноябре, но быстро снизилось до больших отрицательных значений в декабре и в начале 2021 года.

³⁵ Rigor, I.G. et al., 2002: Response of Sea Ice to the Arctic Oscillation. *Journal of Climate*, 15(18): 2648–2663, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015%3c2648:ROSITT%3e2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015%3c2648:ROSITT%3e2.0.CO;2).

Явления со значительными последствиями в 2020 году

Хотя понимание широкомасштабных изменений климата имеет большое значение, наиболее остро воздействие погоды и климата часто ощущается во время экстремальных метеорологических явлений, таких как проливные дожди и снегопады, засухи, волны тепла, волны холода и штормы, включая тропические циклоны. Это может привести к другим явлениям с серьезными последствиями, таким как наводнения, оползни, лесные пожары и лавины, или усугубить их. Риски и воздействия, связанные с этими явлениями, описаны в разделе «Риски и воздействия».

ГОД КРУПНОМАСШТАБНЫХ НАВОДНЕНИЙ, ОСОБЕННО В АФРИКЕ И АЗИИ

В 2020 году на значительной части Африки произошли очень обширные наводнения. Количество осадков было значительно выше среднего в большинстве районов Большого Африканского Рога в сезон «длинных дождей» в марте—мае после подобного влажного сезона в октябре—декабре 2019 года. За этим последовало выпадение дождевых осадков выше нормы на подавляющем большинстве районов Сахеля, от Сенегала до Судана, во время летнего муссона (рисунк 15).

Наводнение было обширным во многих частях региона, хотя больше всего пострадали Судан и Кения: в Кении погибло 285 человек³⁶, в Судане — 155 человек и пострадало более 800 000 человек³⁷, наряду с дальнейшими косвенными последствиями от болезней. В число стран, сообщивших о гибели людей или значительном перемещении населения, входили Судан, Южный Судан, Эфиопия, Сомали, Кения, Уганда, Чад, Нигерия (которая также пережила засуху в южной части страны), Нигер, Бенин, Того, Сенегал, Кот-д'Ивуар, Камерун и Буркина-Фасо. Многие озера и реки разлились до рекордно высоких уровней, в том числе озеро Виктория в мае и река Нигер в Ниамее и Голубой Нил в Хартуме — в сентябре.

В Индии был один из двух самых влажных сезонов муссонов с 1994 года, с усредненными по стране осадками за июнь—сентябрь на 9 % выше среднемноголетнего значения. Проливные дожди, наводнения и оползни также затронули близлежащие страны. Август стал самым влажным месяцем в Пакистане за всю

историю наблюдений, а 28 августа в Карачи-Фейсал выпал 231 мм дождевых осадков, что является самым высоким суточным количеством осадков за всю историю наблюдений в районе Карачи. В сезон муссонов в Индии, Пакистане, Непале, Бангладеш, Афганистане и Мьянме было зарегистрировано более 2000 смертных случаев³⁶, включая 145 смертей, связанных с бурным быстроразвивающимся паводком в Афганистане в конце августа, и 166 смертей, связанных с оползнем на шахте в Мьянме в начале июля после проливного дождя.

В Китае устойчивые обильные осадки в водосборном бассейне реки Янцзы в сезон муссонов также вызвали сильные наводнения. Период с июня по август был особенно влажным, и паводки затронули Янцзы и ее притоки. В середине августа на плотине «Три ущелья» наблюдался самый большой пик паводка со времени ее строительства, когда расход достиг $75\,000\text{ м}^3\cdot\text{с}^{-1}$. Летний сезон муссонов на Корейском полуострове также был очень влажным, причем Республика Корея пережила ее третье самое влажное лето, а некоторые районы западной Японии пострадали от значительных наводнений в июле.

В октябре и ноябре в некоторых районах Юго-Восточной Азии произошли сильные наводнения. В наибольшей степени пострадал Центральный Вьетнам, где проливные дожди, характерные для прихода северо-восточного муссона, усугубились чередой тропических циклонов и депрессий, причем восемь из них



Наводнение в прибрежном городе Пуэнт-Нуар, Конго, 6 февраля 2020 года

С разрешения Лео Торетона, Международная организация по миграции/Центрально-Африканская Республика

³⁶ EM-DAT, <https://www.emdat.be/>.

³⁷ Reliefweb, Situation Report, Sudan, 13 November 2020, <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Situation%20Report%20-%20Sudan%20-%202013%20Nov%202020.pdf>.

вышли на сушу менее чем за пять недель. За неделю с 7 по 13 октября в Хуэ выпало более 1800 мм осадков, а всего за октябрь — 2615 мм. Наводнение также распространилось дальше на запад, в Камбоджу.

Другие регионы, в которых произошли значительные потери жизней в результате паводков (в основном бурных быстроразвивающихся паводков, вызванных экстремальными местными осадками), включали Индонезию в январе, Бразилию в январе и марте, Демократическую Республику Конго и Руанду в апреле и мае, а также Йемен в июле. В Джакарте был самый влажный день с 1996 года, когда 1 января в аэропорту Халим выпало 377 мм дождевых осадков, а Белу Оризонти, Бразилия, пережил самый влажный день за всю историю наблюдений, когда 24 января выпало 172 мм осадков. В Хомболе, Сенегал, также был зафиксирован самый влажный день за всю историю наблюдений: 5 сентября выпало 226 мм дождевых осадков.

ВОЛНЫ ТЕПЛА, ЗАСУХА И ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ

Во внутренней части Южной Америки в 2020 году от сильной засухи пострадали многие районы, причем больше всего это ударило по северу Аргентины, Уругваю, Парагваю и западным приграничным районам Бразилии. В большинстве провинций на севере Аргентины был зафиксирован один из пяти самых засушливых лет в истории наблюдений, а в Буэнос-Айресе — второй самый засушливый год. Количество осадков за этот период также было намного ниже среднеемноголетнего значения в Парагвае и Уругвае. По оценкам,

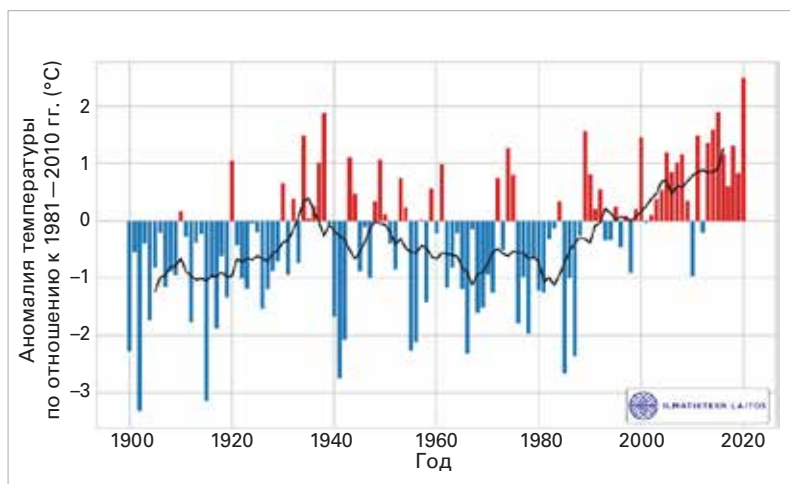
потери сельского хозяйства в Бразилии составили около 3 миллиардов долларов США, с дополнительными потерями в Аргентине, Уругвае и Парагвае. Уровень воды в реках был настолько низким, что речные перевозки в Парагвае были нарушены. В Перу в период с января по март также наблюдалась засуха, в основном на севере страны³⁸. Поскольку засуха продолжалась, в конце сентября и начале октября по всему региону прокатилась сильная волна тепла, распространившись на восток и север и охватив большую часть внутренних районов Бразилии. Температура достигла 44,6 °C 5 октября в Нова-Маринге и Агуа-Кларе, а также в отдельных населенных пунктах, где был зафиксирован самый жаркий день в истории метеорологических наблюдений — в Куябе, Куритибе, Белу-Оризонти и Асунсьоне. Начиная с середины года в Аргентине, Бразилии и Парагвае наблюдалась значительная активность лесных пожаров, причем некоторые из наиболее серьезных лесных пожаров возникли в водно-болотных угодьях Пантанал на западе Бразилии.

2020 год был исключительно теплым для большей части России, особенно в Сибири. Средняя температура воздуха в России в 2020 году была на 3,2 °C выше средней многолетней, что на 1,0 °C выше предыдущего рекордного значения, установленного в 2007 году. В некоторых районах северной части Сибири средняя температура за год была на 6 °C и более выше среднего многолетнего значения. Кульминация жары пришлось на конец июня, когда 20 июня в Верхоянске температура достигла 38,0 °C, что является самой высокой известной температурой в любой точке к северу от Полярного круга. Аномальное тепло распространилось и на другие районы высокоширотной Арктики за пределами России: 25 июля в Эврике (Канада) температура достигла рекордных 21,9 °C, а в аэропорту Шпицбергена — 21,7 °C.

Финляндия установила новые национальные рекорды по самым высоким температурам в 2020 году, который также стал самым теплым годом для страны в целом. Самая высокая среднегодовая температура среди всех станций в Финляндии — 9,2 °C — была зарегистрирована в Утё, Паргас. Это на 0,8 °C выше предыдущего национального рекордного значения, установленного на той же станции в 2015 году (рисунок 16).

В конце лета и осенью на западе США произошел ряд исключительно крупных лесных пожаров, в том числе крупнейшие из когда-либо зарегистрированных пожаров в

Рисунок 16. Среднегодовая температура в Финляндии относительно среднего многолетнего значения за период 1981—2010 гг. Черная кривая линия показывает 10-летнее скользящее среднее значение аномалии температуры. Источник: Финский метеорологический институт



³⁸ <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1325635/INFORME-LLUVIAS-2019-2020%20FINAL-29-09-2020v2.pdf>

штатах Калифорния и Колорадо, что привело к образованию самой большой по площади выжженной территории в стране за последние 20 лет. Широко распространившаяся засуха в западной половине США, особенно во внутренних юго-западных районах, способствовала возникновению пожаров, как и очень слабый летний муссон. Трехмесячный период с июля по сентябрь был самым жарким и самым сухим за всю историю наблюдений на юго-западе США, а 2020 год стал самым засушливым за всю историю наблюдений в Неваде и Юте. Аномальная активность молний в прибрежных районах Калифорнии в середине августа также вызвала множество пожаров. Наиболее разрушительные пожары были в Калифорнии и в западной части Орегона: более 8500 строений было уничтожено в Калифорнии и более 2000 — в Орегоне; в результате пожаров в нескольких штатах погибли 46 человек, а ущерб составил 16,5 миллиардов долларов США³⁹. Также было несколько эпизодов экстремальной жары. В Долине Смерти 16 августа температура достигла 54,4 °С, что стало самой высокой температурой в мире, по крайней мере за последние 80 лет, а 6 сентября в Вудленд-Хиллз была достигнута температура 49,4 °С, что стало рекордом для Большого Лос-Анджелеса. Самая высокая температура, когда-либо зарегистрированная, составляла 56,7 °С и наблюдалась в Фернэйс Крик, Калифорния, 10 июля 1911 года. Температура 55,0 °С была зарегистрирована в Кебили, Тунис, 7 июля 1931 года⁴⁰; это был рекорд для Восточного полушария.

Крупные лесные пожары в восточной части Австралии, полыхавшие в конце 2019 года, продолжались и в начале 2020 года, но после сильных дождей в начале февраля их удалось взять под контроль. Условия засухи, преобладавшие с начала 2017 года, ослабли с января 2020 года, но в начале 2020 года было несколько эпизодов экстремальной жары. В Пенрите, на западе Сиднея, 4 января была достигнута температура 48,9 °С — самая высокая температура, наблюдавшаяся в австралийском мегаполисе, а в Канберре, где были установлены месячные рекорды во все три летних месяца, в тот же день был достигнут новый максимум 44,0 °С. Сильное задымление также затронуло многие районы юго-восточной Австралии в начале 2020 года. Ряд станций в Новой Зеландии сообщили о самом продолжительном засушливом периоде за всю историю наблюдений в период с конца декабря 2019 года по конец февраля 2020 года.

В апреле в Карибском регионе и Мексике наблюдалась сильная жара. 12 апреля в Вегитасе температура достигла 39,7 °С, что стало рекордным значением высокой температуры для Кубы в национальном масштабе, а в Гаване 12 апреля был самый жаркий день, когда температура достигла 38,5 °С. На востоке Мексики температуры в ряде мест превысили 45 °С, достигнув значения 48,8 °С в Галлинасе 12 апреля, в то время как в Центральной Америке очень высокие значения температуры включали 41,2 °С в Сан-Агустин-Акасагуастанле (Гватемала). Последующие экстремально высокие температуры в сентябре установили национальные или территориальные рекордные значения для Доминики, Гренады и Пуэрто-Рико.

Засушливые условия затронули некоторые районы Северной и Центральной Европы весной и летом 2020 года, хотя в целом не в такой степени, как в 2018 или 2019 годах. Апрель был особенно засушливым: в Румынии и Беларуси был самый сухой апрель за всю историю наблюдений, а в



С разрешения Департамента водоснабжения и санитарии, Южная Африка

Пересохшая плотина синдиката «Смарт» (Smartt Syndicate Dam) возле Бритстауна, Северная Капская провинция, Южная Африка

³⁹ NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters (2021), <https://www.ncdc.noaa.gov/billions/>.

⁴⁰ <https://wmo.asu.edu/content/world-meteorological-organization-global-weather-climate-extremes-archive>

Германии, Чешской Республике и Словацкой Республике — второй по засушливости, в то время как в Женеве (Швейцария) с 13 марта по 24 апреля наблюдалась рекордная 43-дневная засуха. В августе в Западной Европе также наблюдалась значительная волна тепла; хотя в целом она была не такой интенсивной, как в 2019 году (за исключением локальных случаев на северном побережье Франции), во многих местах, особенно на севере Франции, температура достигла второй отметки после волн тепла 2019 года, а в Де-Билте (Нидерланды) было зафиксировано рекордное число дней подряд — восемь дней — с температурой выше 30 °C. В начале сентября центр экстремальной жары сместился в Восточное Средиземноморье, где 4 сентября были зафиксированы рекордные показатели в таких местах, как Иерусалим (42,7 °C) и Эйлат (48,9 °C), после того как в конце июля на Ближнем Востоке началась жара, при которой температура в аэропорту Кувейта достигла 52,1 °C, а в Багдаде — 51,8 °C.

Лето было очень жарким в некоторых частях Восточной Азии. В Хамамацу 17 августа наблюдалась самая высокая температура в Японии (41,1 °C), а в Тайбэе 24 июля был зарегистрирован самый жаркий день, когда температура достигла 39,7 °C. В Гонконге с 19 июня по 1 июля наблюдался период из 13 последовательных жарких ночей при дневных минимальных температурах 28 °C и выше, а затем последовало 11 жарких ночей подряд с 5 по 15 июля.

Длительная засуха сохранялась в некоторых районах южной части Африки, особенно в Северной и Восточной Капской провинциях Южной Африки, хотя зимние дожди способствовали дальнейшему восстановлению после экстремальной засухи, которая достигла своего пика в 2018 году. В течение летнего сезона дождей 2019/20 года во внутренних районах южной части Африки выпало много осадков, а в ноябре и декабре во многих районах осадков выпало больше среднего; однако в некоторых районах все еще сохранялась длительная засуха.

ЭКСТРЕМАЛЬНО ХОЛОДНЫЕ УСЛОВИЯ И СНЕГОПАДЫ

Самая сильная снежная буря зимнего сезона 2019/20 года в Северной Америке произошла 17–18 января в Ньюфаундленде. В Сент-Джонсе выпало 76,2 см снега, включая рекордный суточный снегопад, а порывы ветра достигали 126 км/ч. Позднее в этом же году осенью наблюдались два случая экстремальных холодов в начале сезона. На второй неделе сентября

в низинах Колорадо, включая Денвер, где всего тремя днями ранее, 5 сентября, была зарегистрирована сентябрьская максимальная температура 38,3 °C, прошли обильные снегопады.

Позже, в октябре, крупное вторжение холода принесло исключительно низкие температуры и зимние осадки в обширный регион Скалистых гор и центральных штатов. В результате разрушительной ледяной бури в Оклахома-Сити произошло отключение электричества, которое продолжалось несколько дней в более чем половине города, а на севере, в Потомаке, штат Монтана, температура упала до –33,9 °C 25 октября, в самый первый осенний день, когда температура упала ниже –30 °C на климатической станции везде в Соединенных Штатах (за исключением Аляски).

Чрезвычайно влажная и теплая зима в Северной Европе привела к исключительно низкому снежному покрову во многих местах — в Хельсинки было зафиксировано рекордно низкое количество дней со снежным покровом, что побило предыдущее рекордное значение с большим отрывом — но на крайнем севере Европы, где температура была выше средней, но все еще достаточно низкой для снега, снежный покров был исключительно обильным. В Соданкюля (Финляндия) в середине апреля высота снежного покрова достигла рекордной отметки в 127 см. Холодный май привел к задержке снеготаяния с сохранением некоторого покрова до июня, а в конце мая и начале июня в результате весеннего таяния произошло наводнение. Случаи выпадения дождя на снег помешали некоторым стадам оленей добраться до кормов.

Зима 2020 года была холодной на юге Южной Америки. В конце июня и начале июля на Огненной Земле наблюдалось самое значительное похолодание с 1995 года, при этом в Рио-Гранде был зафиксирован максимум –8,8 °C и минимум –16,5 °C 1 июля. В Парагвае в ряде мест наблюдались рекордно низкие температуры для августа. Снежный покров в Патагонии был вторым по величине с 2000 года, а вдоль побережья Огненной Земли образовался морской лед. Сообщалось о некоторых потерях поголовья. В августе на севере перуанской Амазонии в результате волны холода температура в Кабаллокоче достигла 12,8 °C, что стало самой низкой температурой, зарегистрированной там с 1975 года.

В начале августа в Тасмании прошли аномальные снегопады на низких высотах. 4 августа в Лонсестоне выпал снег до уровня моря, что



Опора электропередачи в Чубуте, Аргентина, поваленная сильной снежной бурей 22 июля 2020 года

Предоставлено: Transpa S.A.

стало самым значительным снегопадом в городе с 1921 года. В Лиавени, на центральном нагорье, 7 августа температура воздуха опустилась до $-14,2^{\circ}\text{C}$, что стало рекордно низким показателем для Тасмании.

Во второй половине декабря в восточной части Азии наблюдались значительные холода. Сильнейший снегопад выпал в некоторых районах Японии, когда холодный воздух сибирского происхождения пересек относительно теплые воды Японского моря. В 19 местах, в основном на побережье Японского моря на острове Хонсю, были установлены рекорды по количеству выпавшего за 72 часа снега. Возникли серьезные перебои в работе транспорта, многие люди надолго застряли на дорогах.

ТРОПИЧЕСКИЕ ЦИКЛОНЫ

Количество тропических циклонов в мире в 2020 году было выше среднего: 98 циклонам были присвоены имена в Северном полушарии в 2020 году и сезоне 2019/20 года — в Южном. В регионе Северной Атлантики сезон был очень активным, здесь образовалось 30 тропических циклонов; это более чем в два раза превысило среднее многолетнее значение

и побило рекордное значение полного сезона, зафиксированное в 2005 году. В большинстве других бассейнов количество циклонов было близко к среднему или немного ниже.

Индекс аккумулированной энергии циклонов (АЭЦ), который интегрирует интенсивность и продолжительность циклонов, был значительно ниже среднего во всех бассейнах, за исключением Северной Атлантики и северной части Индийского океана, а в северо-западной части Тихого океана он был примерно на 50 % ниже среднего многолетнего показателя. Хотя сезонные значения АЭЦ для Северной Атлантики были выше средних, они были значительно ниже сезонных данных.

Исключительно активный сезон в Северной Атлантике привел к большому количеству выходов тропических циклонов на берег. Двенадцать циклонических систем вышли на сушу в США, превысив предыдущее рекордное число, равное девяти, а пять из этих 12 систем вышли на сушу в штате Луизиана. Наиболее серьезные последствия этого сезона в США вызвал ураган *Лаура*, который достиг 4-й категории интенсивности и вышел на сушу 27 августа вблизи Лейк-Чарльза на западе Луизианы, причинив значительный

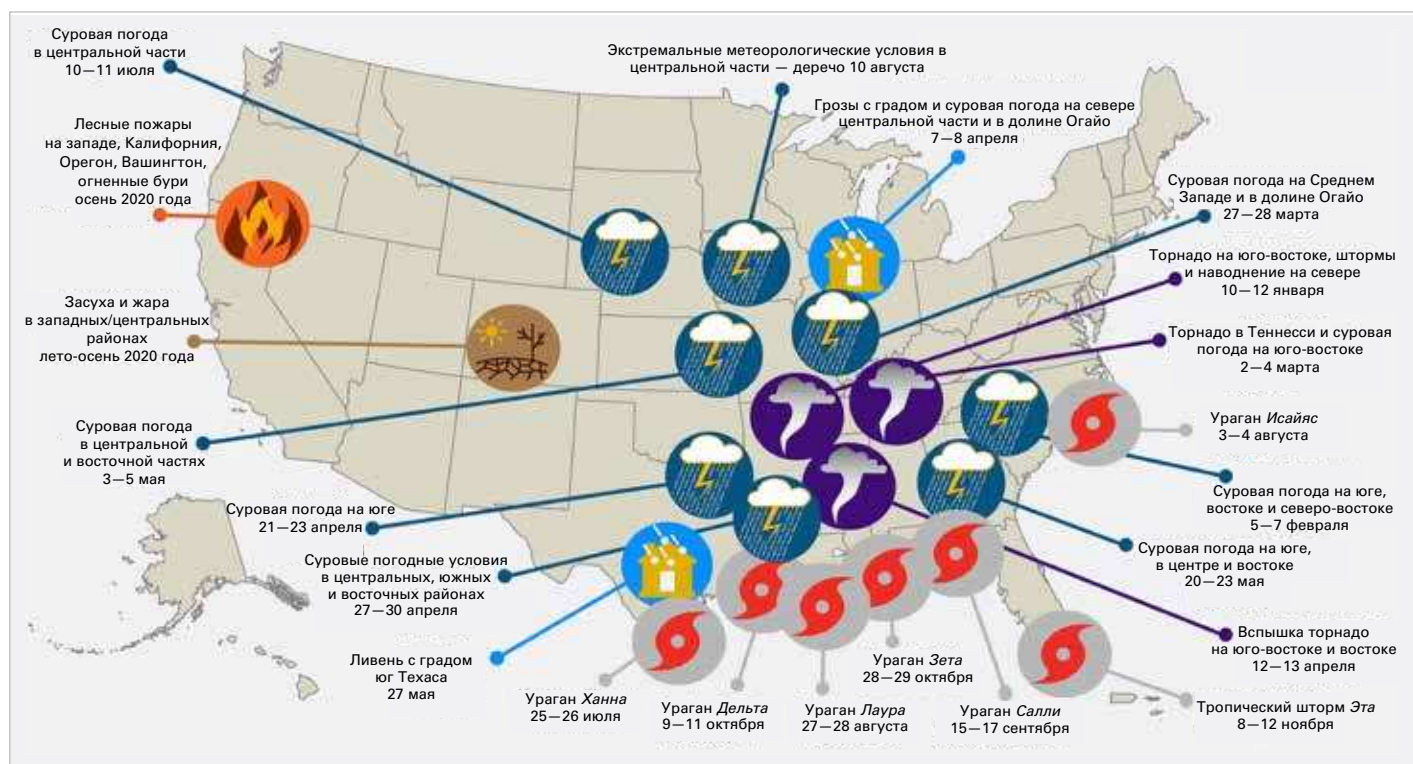


Рисунок 17. Погодные и климатические бедствия, затронувшие Соединенные Штаты Америки в 2020 году и нанесшие ущерб на миллиарды долларов. На этой карте обозначено примерное расположение каждого из 22 погодных и климатических бедствий, которые произошли в США в течение 2020 года и вызвали миллиардные убытки.

Источник: НУОА

ущерб от ветра и штормового нагона. На этапе формирования *Лаура* также привела к масштабному ущербу от наводнений на Гаити и в Доминиканской Республике. Семьдесят семь смертей и 19 миллиардов долларов США экономического ущерба⁴¹ были отнесены на счет *Лауры* в трех странах. В конце сезона два крупных урагана, которые следовали один за другим, вышли на сушу в Центральной Америке. Ураган *Эта* 3 ноября обрушился на восточное побережье Никарагуа в качестве системы 4-й категории, вызвав сильные наводнения в регионе, медленно перемещаясь по территории Никарагуа, Гондураса и Гватемалы. 6 ноября ураган *Эта* переместился в зону открытого моря и вновь усилился до тропического шторма, выйдя на побережье Кубы и острова Флорида-Кис. Ураган *Йота* был еще мощнее, став первым в сезоне, классифицированным системой 5-й категории, у берегов Никарагуа 16 ноября. Ураганы *Эта* и *Йота* также затронули Колумбию, причем *Йота* стал первым ураганом 5-й категории, когда-либо зарегистрированным так близко к национальной территории Колумбии. Среди других разрушительных выходов ураганов на сушу в США были выходы урагана *Исаяс* в Северной Каролине в августе и урагана *Салли* в Алабаме в сентябре, в то время как другие части региона, которым был

нанесен значительный ущерб в течение сезона, включали Бермудские острова, Багамские острова и полуостров Юкатан в Мексике.

Циклон *Амфан*, который вышел на сушу 20 мая недалеко от границы Индии и Бангладеш в восточной части Бенгальского залива, стал самым разорительным тропическим циклоном за всю историю наблюдений в северной части Индийского океана, с экономическим ущербом в Индии, по имеющимся данным, около 14 миллиардов долларов США³⁶. В результате широкомасштабной эвакуации населения прибрежных районов Индии и Бангладеш число жертв *Амфана* было намного меньше, чем число жертв предыдущих сопоставимых циклонов в этом регионе. Тем не менее, в двух странах погибли 129 человек. *Амфан* достиг 5-й категории интенсивности, находясь над Бенгальским заливом, и, хотя он несколько ослаб до выхода на сушу в качестве шторма 2-й категории, он все равно привел к значительным разрушениям от ветра и штормового нагона в городе Колката и его окрестностях. В конце сезона 22 ноября циклон *Гати* вышел на сушу в северо-восточной части Сомали, что стало первым случаем с начала наблюдений со спутников для циклона ураганной силы, вышедшего на сушу в Сомали.

⁴¹ NCEI Billion-Dollar Weather and Climate Disasters database, <https://www.ncdc.noaa.gov/billions/> (economic losses); EM-DAT, <https://www.emdat.be/> (deaths)

В 2020 году в юго-западной части Тихого океана наблюдались два циклона 5-й категории. Первым был тропический циклон *Гарольд* в апреле. Наиболее сильное воздействие он оказал на северные острова Вануату, где 6 апреля он вышел на побережье почти на пике интенсивности. Более 17 000 домов были повреждены или разрушены⁴², около 65 % населения Вануату пострадало⁴³, а город Луганвиль оказался в числе наиболее пострадавших. Значительный ущерб был нанесен Фиджи, когда *Гарольд* прошел к югу от главного острова Вити-Леву, а также ущерб был нанесен в Тонге и на Соломоновых островах. По пути прохождения циклона было зарегистрировано тридцать смертных случаев, большая часть из которых произошли тогда, когда высокие волны смыли пассажиров за борт парома на Соломоновых островах. В декабре тропический циклон *Яса* стал одним из наиболее интенсивных циклонов, когда-либо зарегистрированных в юго-западной части Тихого океана, с минимальным давлением в центре циклона 899 гПа. Широкомасштабные разрушения произошли на Фиджи, особенно на втором по величине острове Вануа-Леву.

Самым мощным тропическим циклоном в этом сезоне стал тайфун *Гони* (*Ролли*)⁴⁴. Он пересек северную часть Филиппин 1 ноября со средней скоростью ветра 220 км/ч (или выше) в 10-минутном интервале во время первого выхода на береговую линию, что стало одним из самых интенсивных выходов тропического циклона на сушу за всю историю наблюдений. За *Гони* (*Ролли*) через неделю проследовал тайфун *Вамко* (*Улисс*), который был менее интенсивным, но вызвал сильные наводнения в Маниле и других районах. По меньшей мере 25 смертей были приписаны *Гони* (*Ролли*) и 67 — *Вамко* (*Улисс*)⁴⁵. В начале сентября на Корейский полуостров в течение нескольких дней обрушились два крупных тропических циклона: 3 сентября тайфун *Маяск* (*Джулиан*) вышел на сушу вблизи Пусана, а 7 сентября за ним проследовал тайфун *Хайшен* (*Кристин*).

Маяск (*Джулиан*) принес 963,5 мм дождевых осадков за два дня в район острова Чеджу и вызвал порывы ветра до 177 км/ч. Оба тропических циклона вызвали значительные наводнения на Корейском полуострове и в

западной части Японии, а во время прохождения *Маяска* (*Джулиана*) у берегов западной Японии затонуло судно, что привело к гибели 41 человека. Восемь тропических циклонов и депрессий вышли на сушу во Вьетнаме менее, чем за пять недель в октябре и ноябре, что способствовало крупным наводнениям в регионе.

Другими тропическими циклонами, связанными со значительными человеческими жертвами в результате наводнений, явились в январе циклон *Диана* на Мадагаскаре и в мае тропический шторм *Аманда* в Гватемале и Сальвадоре.

ВНЕТРОПИЧЕСКИЕ ШТОРМЫ

Одним из самых разорительных с точки зрения убытков экстремальных явлений года стала быстро движущаяся линия нескольких сильных гроз, также известных как «деречо», которая 10 августа пересекла Средний Запад США, простираясь от Южной Дакоты до Огайо. Больше всего пострадала Айова, где были зафиксированы значительные сельскохозяйственные потери, включая, по оценкам, два миллиона гектаров пострадавших посевов кукурузы и сои. Более 90 % зданий в городе Сидар-Рэпидс были повреждены. Общие потери оцениваются в 11 миллиардов долларов США. Сезон торнадо в США был слабее среднего, причем две наиболее значительные серии торнадо затронули район Нэшвилла 2—3 марта и широкую область, простирающуюся от Техаса до Мэриленда 12—13 апреля. Во время мартовской серии торнадо погибли 25 человек, а во время апрельской — 35, при этом ущерб от этих двух явлений составил несколько миллиардов долларов⁴⁶.

Сильные грозы обрушились на обширную территорию восточной Австралии в течение третьей недели января. Наиболее значительный ущерб был зафиксирован в Канберре, где 20 января градины размером 5 см привели к значительным повреждениям автомобилей и зданий на обширной территории города. Значительный ущерб от града также отмечался в некоторых восточных пригородах Мельбурна. Общие потери были оценены в 1,1 миллиарда долларов США⁴⁷. 31 октября на Квинсленд

⁴² Министерство иностранных дел и торговли Австралии, <https://www.dfat.gov.au/crisis-hub/Pages/tropical-cyclone-harold>.

⁴³ FAO, <http://www.fao.org/resilience/resources/resources-detail/en/c/1274007/>

⁴⁴ Названия в скобках — это альтернативные варианты местных названий для штормов.

⁴⁵ Philippines National Disaster Risk Reduction and Management Council, situational reports

⁴⁶ Все оценки воздействия в этом параграфе взяты из базы данных NCEI Billion-Dollar Weather and Climate Disasters database. <https://www.ncdc.noaa.gov/billions/>.

⁴⁷ Страховой совет Австралии, пресс-релиз от 27 августа 2020 года

обрушились еще более сильные ливни с градом, причем в пригородах Брисбена сообщалось о выпадении градин диаметром до 14 см. Среди других крупных сильных штормов — ливень с градом в Калгари (Канада) 13 июня, со страховыми потерями, превышающими 1 млрд долларов США; шквальный ветер, прошедший через южную Бразилию 30 июня, с торнадо, градом и порывами ветра свыше 100 км/ч и 12 человеческими жертвами со смертельным исходом, а также шторм с градом в Триполи (Ливия) 27 октября, с градинами размером до 20 см, сопровождавшимися необычно холодными условиями.

В феврале на северную, центральную и западную части Европы обрушился ряд сильных внетропических циклонов, что привело к очень влажному месяцу с наводнениями в некоторых районах⁴⁸. Самым значительным штормом этого периода был *Киара* (также известный как *Сабина* и *Эльза*), который прошел на северо-западе Европы 10—11 февраля. Значительный ущерб от ветра распространился от Ирландии до Швеции, Польши и Италии. Осенью шторм *Алекс* в начале

октября принес в западную Францию сильные ветры с порывами до 186 км/ч и проливными дождями на обширной территории. 3 октября был самым влажным днем за всю историю Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии, в среднем по стране выпало 31,7 мм осадков, в то время как экстремальные осадки выпали у побережья Средиземного моря по обе стороны границы между Францией и Италией, при этом общее количество осадков за 24 часа превысило 600 мм в Италии и 500 мм во Франции. Сильнейшие осадки выпали на юге Швейцарии, в Камедо, где за 24 часа выпал 421 мм осадков. Значительные быстроразвивающиеся паводки произошли во всех трех странах. Гибридная система средиземноморского циклона («Медикан»), имеющая некоторые характеристики тропического циклона, а другие — среднеширотного шторма, развилась в середине сентября и 18 сентября вышла на сушу в юго-западной части Греции с порывами ветра более 110 км/ч. Ранее она принесла сильные дожди и быстроразвивающиеся паводки в прибрежные части Ливии, где 15 сентября в Сабрате выпало 150,5 мм осадков.

⁴⁸ Вклад Австрии, вклад Боснии и Герцеговины

Климатические показатели и цели в области устойчивого развития

Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года представляет собой общий план действий по обеспечению мира и процветания в интересах людей и планеты в настоящее время и в будущем. В его основе лежит набор целей в области устойчивого развития (ЦУР), в которых признается, что искоренение бедности и других лишений должно идти рука об руку со стратегиями, направленными на улучшение здравоохранения и образования, снижение неравенства и стимулирование экономического роста, одновременно с решением проблемы изменения климата и сохранением океанов и лесов. Однако достижение многих из этих целей поставлено под угрозу из-за изменения климата. Например, повышение температуры приводит к потере биологических видов и экосистем, что может привести к снижению урожайности в сельском хозяйстве и рыболовстве, усугубляя отсутствие продовольственной безопасности и влияя на средства к существованию (ЦУР 1, 2, 14 и 15). Экстремальные погодные и климатические явления могут повысить риски для здоровья, нанести ущерб инфраструктуре и привести к дефициту воды (ЦУР 1, 3, 6, 9 и 11). Эти угрозы, наряду с другими, взаимосвязаны с конфликтами и стабильностью (ЦУР 16). Неравномерное распределение таких рисков между группами населения и регионами может усилить или усугубить существующее неравенство (ЦУР 10).

На рисунке 18 показано, как рост концентраций CO_2 в атмосфере приводит к каскадному воздействию на шесть других ключевых показателей климата. Помимо создания

рисков для достижения устойчивого развития, некоторые из этих процессов также могут привести к дальнейшему выбросу парниковых газов в атмосферу в цикле обратной связи, что может способствовать дальнейшему потеплению. Например, повышение температур может привести к оттаиванию многолетней мерзлоты, в результате чего в атмосферу попадает больше углерода.

International Committee of the Red Cross, 2020: *When rain turns to dust: Understanding and responding to the combined impact of armed conflicts and the climate and environment crisis on people's lives*, https://www.icrc.org/sites/default/files/topic/file_plus_list/rain_turns_to_dust_climate_change_conflict.pdf.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2014: *Обобщающий доклад ОД5: Изменение климата 2014 г.*, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

Trewin, B., et al., 2021: Headline Indicators for Global Climate Monitoring. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 102(1): E20–E37, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0196.1>.

Всемирная метеорологическая организация, 2020: *Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2019 году*, https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21700.

Цели в области устойчивого развития Организации Объединенных Наций, <https://sdgs.un.org/goals>.

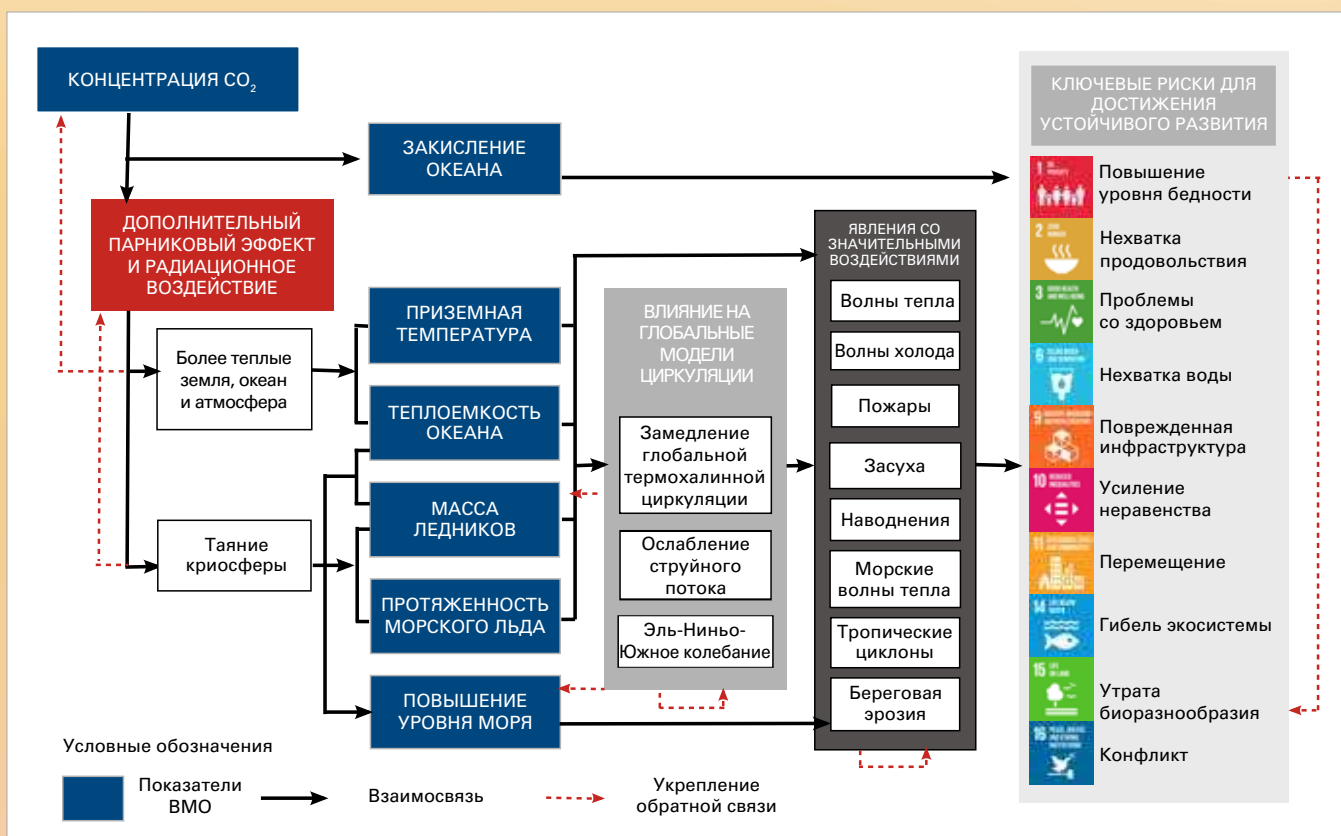


Рисунок 18. Отдельные связанные с изменением климата риски для достижения ЦУР

Наблюдательная база для мониторинга климата

Мониторинг климата осуществляется системой систем наблюдений, охватывающих атмосферу, океан, гидрологию, криосферу и биосферу. Каждая из этих областей контролируется различными способами целым рядом организаций. Спутниковые наблюдения, охватывающие все эти области, вносят существенный вклад в глобальный мониторинг климата.

В 1992 году ВМО, Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и Международный научный совет (МНС) создали Глобальную систему наблюдений за климатом (ГСНК) в целях координации и содействия развитию и совершенствованию глобальных наблюдений за климатом. ГСНК определила набор важнейших климатических переменных (ВКлП), которые в совокупности дают информацию, необходимую для понимания, моделирования и прогнозирования эволюции климата, а также для планирования стратегий смягчения последствий и адаптации к ним (рисунок 19). Состояние наблюдательной базы для этих ВКлП публикуется

в регулярных информационных отчетах. ГСНК также определяет, что необходимо для улучшения системы, в отчетах по осуществлению деятельности.

В дополнение к наблюдениям, обеспечиваемым координируемыми ГСНК Сетью приземных наблюдений ГСНК (СПНГ) и Аэрологической сетью ГСНК (ГУАН), национальные метеорологические и гидрологические службы (НМГС) Членов ВМО обеспечивают более полную и широкомасштабную сеть наблюдений, получаемых, в основном, для оперативного прогнозирования погоды. Глобальная опорная сеть наблюдений ВМО (ГОСН) — глобальная сеть с предписанными возможностями и расписанием наблюдений, для которой обязателен международный обмен данными, обеспечит критически необходимые наблюдения для численного прогнозирования погоды и поможет существенно укрепить мониторинг климата.

В целях оказания необходимой финансовой и технической помощи для внедрения и функционирования ГОСН в беднейших и менее всего охваченных наблюдениями районах земного шара ВМО и члены Альянса

Атмосфера	Приземные	Океан	Физические	Суша	Гидрология
	Осадки, приземное давление, баланс поверхностного излучения, скорость и направление приземного ветра, приземная температура, водяной пар у поверхности		Тепловой поток на поверхности океана, морской лед, уровень моря, состояние моря, соленость поверхности моря, температура поверхности моря, подповерхностные течения, соленость подповерхностного слоя, температура подповерхностного слоя		Подземные воды, озера, речной сток, почвенная влага
	Верхние слои атмосферы		Биогеохимические		Криосфера
	Баланс излучения Земли, молнии, температура верхних слоев атмосферы, скорость и направление ветра в верхних слоях атмосферы		Неорганический углерод, закись азота, цвет океана, кислород, трассеры для изучения переноса		Ледники, ледяные щиты и шельфовые ледники, многолетняя мерзлота, снег
Атмосфера	Состав	Океан	Биологические/экосистемы	Суша	Биосфера
	Характеристики аэрозолей, диоксид углерода, метан и другие парниковые газы, характеристики облаков, озон, прекурсоры аэрозолей и озона		Характеристики морского ареала обитания, планктон		Биомасса на земной поверхности, альbedo, пожары, доля поглощенного фотосинтетически активного излучения, почвенно-растительный покров, температура поверхности почвы, скрытые и явные тепловые потоки, индекс листовой поверхности, почвенный углерод
					Использование природных ресурсов человеком
					Потоки парниковых газов, вызванные деятельностью человека, антропогенное водопользование

Рисунок 19. Важнейшие климатические переменные (ВКлП), определенные ГСНК

для развития в области гидрометеорологии^а создают Фонд финансирования систематических наблюдений (ФФСН).

Дополняя наблюдения за физическими и динамическими характеристиками атмосферы, Глобальная служба атмосферы (ГСА) ВМО координирует измерения состава атмосферы, обеспечивая получение надежных и точных данных их измерений, производимых Членами ВМО, научно-исследовательскими институтами и/или агентствами и другими содействующими сетями.

Океанические наблюдения за физикой, биогеохимией, биологией и экосистемами океана координируются в рамках Глобальной системы наблюдений за океаном (ГСНО). Группа по координации наблюдений ГСНО (ГКН) следит за эффективностью этих наблюдений^б и выпускает ежегодный отчет о системе наблюдений за океаном. Наблюдения за океаном, как правило, широко доступны для международных пользователей.

В области наблюдений за сушей существует более широкая группа сетей наблюдений. Гидрологические наблюдения, как правило, осуществляются НМГС и координируются через

ВМО. Ряд специализированных глобальных сетей наблюдений за поверхностью суши (ГСНПС), например, по гидрологии, многолетней мерзлоте, ледникам, землепользованию и биомассе, также отчитываются перед ГСНК. Соглашения об обмене данными, как правило, менее разработаны для наземных сетей, и многие важные наблюдения не предоставляются международным пользователям.

Совместная рабочая группа по климату (РГ-Климат) Комитета по спутниковым наблюдениям за Землей/Координационной группы по метеорологическим спутникам (КЕОС/КГМС) основывает развитие спутниковых наблюдений за климатом на требованиях в отношении ВКлП, установленных ГСНК. Она подготовила перечень ВКлП, который включает данные 766 записей климатических данных для 33 ВКлП, охватывающих 72 отдельных вида продукции ВКлП, с планируемым увеличением. Спутниковые наблюдения имеют некоторые преимущества — они имеют почти глобальное покрытие — но оптические наблюдения могут быть прерваны облаками. Используемые вместе с наземными наблюдениями, либо в качестве дополнительных наборов данных, или для валидации и калибровки, они составляют бесценную часть глобальной системы наблюдений.



Мониторинг климатической системы из космоса: сверхширокомасштабный песчаный шлейф, наблюдавшийся 23 июня 2020 года, транспортировал миллиарды тонн песка из африканской пустыни через Атлантику, иллюстрируя взаимосвязи климатической системы на разных континентах

^а <https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/partnerships/wmo-office-of-development-partnerships>

^б <https://www.ocean-ops.org/>

Риски и воздействия

Риск связанных с климатом воздействий зависит от сложного взаимодействия между связанными с климатом опасными явлениями и уязвимостью, подверженностью и адаптационной способностью антропогенных и естественных систем. При текущих уровнях глобальных выбросов парниковых газов мир продолжает развиваться по пути превышения согласованных температурных пороговых значений в 1,5 °C или 2 °C выше доиндустриальных уровней, что увеличивает риски повсеместных последствий изменения климата, выходящих за масштабы уже наблюдавшихся.

Связанные с климатом явления уже создают риски для общества, оказывая воздействие на здоровье, продовольственную и водную безопасность, а также на безопасность человека, средства к существованию, экономику, инфраструктуру и биоразнообразие. Изменение климата также имеет серьезные последствия для экосистемных услуг. Оно может повлиять на модели использования природных ресурсов, а также на распределение ресурсов по регионам и внутри стран.

Изменение климата и отдельные климатические явления также имеют значительные экологические последствия. К негативным экологическим последствиям относятся такие последствия для суши, как засухи, стихийные пожары в лесных и торфяных районах, деградация земель, песчаные и пыльные бури и опустынивание. Загрязнение воздуха связано с использованием ископаемого топлива. В пресноводных системах воздействия включают наводнения и водный стресс, а в морских системах они включают повышение уровня моря, закисление океана, снижение уровня кислорода в океане, распад мангровых зарослей и обесцвечивание кораллов. Многие из этих воздействий связаны с утратой биоразнообразия. Например, помимо тяжелого воздействия на человека лесных пожаров в Австралии в 2019 году и начале 2020 года, во время стихийного бедствия, вероятно, произошла серьезная потеря или перемещение многих миллионов животных⁴⁹.

В 2020 году пандемия COVID-19 оказала широкомасштабное воздействие на здоровье и благополучие людей, средства к существованию,

бизнес и экономику во всем мире. В то время как страны и сообщества по всему миру реагировали на конкретные риски и воздействия пандемии, риски, связанные с другими опасными явлениями, не исчезли. В течение 2020 года страны и сообщества также готовились к сезонным и возникающим экстремальным погодным явлениям, другим стихийным бедствиям и вспышкам заболеваний и реагировали на них, принимая во внимание ситуацию с COVID-19 в каждой стране/сообществе и включая дополнительные меры предосторожности для безопасного реагирования на пандемию. ВОЗ в сотрудничестве с ВМО выпустила информационный бюллетень ВОЗ по вопросам здравоохранения, в котором содержатся рекомендации по адаптации планов и процедур обеспечения готовности и реагирования на циклоны, тропические штормы, торнадо, наводнения, землетрясения и потенциальные вспышки других заболеваний к их стратегическим планам обеспечения готовности и реагирования в связи с COVID-19⁵⁰. Консультативная помощь ВОЗ укрепляет применение основанных на рисках и общесоциальных подходов, изложенных в Рамочной программе ВОЗ по чрезвычайным ситуациям в области здравоохранения и управлению рисками стихийных бедствий⁵¹, важнейшую роль заинтересованных сторон на общинном, национальном и международном уровнях, а также сотрудничество между организациями по гидрометеорологии, здравоохранению и борьбе со стихийными бедствиями, наряду с осуществлением Международных медико-санитарных правил (2005 г.)⁵².

МОБИЛЬНОСТЬ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Климатические и погодные явления оказывали серьезное и разнообразное воздействие на перемещение населения и уязвимость людей, находящихся в пути, в течение всего 2020 года. В соответствии с ранее представленными данными, многие из наиболее масштабных перемещений произошли в густонаселенных азиатских странах. Кроме того, сложность рисков и последствий, связанных с мобильностью людей, как правило, наиболее велика — и наименее понятна из-за серьезных

⁴⁹ https://www.aph.gov.au/About_Parliament/Parliamentary_Departments/Parliamentary_Library/pubs/rp/rp1920/Quick_Guides/AustralianBushfires

⁵⁰ World Health Organization, 2020: *Preparedness for cyclones, tropical storms, tornadoes, floods and earthquakes during the COVID-19 pandemic: health advisory*, 29 April 2020, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332408>

⁵¹ World Health Organization, 2019: *Health emergency and disaster risk management framework*, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326106>

⁵² World Health Organization, 2016: *International Health Regulations (2005)*, 3rd ed., <https://apps.who.int/iris/handle/10665/246107>

ограничений, связанных с наличием данных — в отношении медленно протекающих явлений и в нестабильных и затронутых конфликтами контекстах; знания в этой области актуальны для разработки глобальной и национальной политики, проведения операций и исследований в области мобильности населения и климатических действий. В 2020 году пандемия COVID-19 добавила еще одно измерение к проблемам мобильности людей, подчеркнув необходимость комплексного подхода к пониманию и устранению климатических рисков и последствий для уязвимых групп населения.

СВЯЗАННЫЕ С ПОГОДОЙ И КЛИМАТОМ ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И БЕДСТВИЯ, ПРИВОДЯЩИЕ К НОВЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМ НАСЕЛЕНИЯ

За последнее десятилетие (2010—2019 годы) погодные явления приводили, по оценкам, к перемещению в среднем 23,1 млн человек в год⁵³. Подавляющее большинство перемещений, связанных с погодными условиями, происходит в пределах национальных границ, хотя могут иметь место и трансграничные передвижения. В первой половине 2020 года было зарегистрировано около 9,8 млн перемещений населения, во многом в результате гидрометеорологических опасных явлений и стихийных бедствий, в основном в Южной и Юго-Восточной Азии и на Африканском Роге⁵⁴. Ожидается, что события во второй половине года, включая перемещения, связанные с наводнениями в регионе Сахеля, активным сезоном атлантических ураганов и воздействиями тайфунов в Юго-Восточной Азии, приведут к тому, что суммарная величина за год приблизится к среднему показателю за десятилетие.

В мае циклон *Амфан* обрушился на регион Сундарбанс между Индией и Бангладеш. 2,4 млн человек были перемещены в Индии, в основном в Западной Бенгалии и Одише, и



2,5 млн человек были перемещены в Бангладеш. Хотя многие вернулись относительно вскоре после этого, ущерб, нанесенный более чем 2,8 млн домашних хозяйств, вероятно, привел к бездомности и длительному перемещению многих тысяч людей⁵⁵. Многие перемещенные лица не имели доступа к эвакуационным центрам и были вынуждены укрываться в палатках или на открытом воздухе на набережных⁵⁶.

Муссонные дожди привели к масштабным наводнениям, обрушениям плотин, оползням и перемещению миллионов людей в Бангладеш, Китае, Индии, Японии, Пакистане⁵⁵, Непале⁵⁶, Республике Корея⁵⁷, Турции⁵⁸ и Вьетнаме. Паводки и оползни в Китае были особенно сильными. 29 000 домов были разрушены, и более 2,2 млн человек были эвакуированы к середине июля 2020 года⁵⁹.

В июле наводнения и оползни затронули несколько районов Непала. Оценки Международной организации по миграции (МОМ) в августе показали присутствие в общей сложности 5467 человек из 1066 домохозяйств в 29 местах перемещения по всей стране⁶⁰. К сентябрю оставались активными только 12 пунктов, в которых проживали около 2000 человек в трех районах, поскольку с окончанием сезона муссонов люди вернулись домой⁶¹.

Пыльная буря в Полатли, Анкара, 12 сентября 2020 года.

Источник: State of the Climate in Turkey in 2020

⁵³ Данные взяты из Глобальной базы данных о внутренне перемещенных лицах (GIDD) Центра мониторинга внутренних перемещений.

⁵⁴ IDMC, *Internal displacement 2020: Mid-year update*

⁵⁵ <http://floodlist.com/asia/pakistan-glof-golen-valley-chitral-july-2020>

⁵⁶ <https://www.aljazeera.com/videos/2020/07/25/south-asia-monsoon-more-than-130-people-killed-in-nepal-floods/>

⁵⁷ <http://floodlist.com/asia/south-korea-flash-floods-july-2020>

⁵⁸ <http://floodlist.com/asia/turkey-rize-floods-july-2020>

⁵⁹ Xinhua Net, Китай увеличивает средства на помощь в случае стихийных бедствий на фоне наводнений, 13 июля 2020 г., http://www.xinhuanet.com/english/2020-07/13/c_139209865.htm.

⁶⁰ <https://dtm.iom.int/reports/nepal-%E2%80%93-landslides-and-floods-displacement-%E2%80%93-site-assessment-report-september-2020>

⁶¹ <https://dtm.iom.int/reports/nepal-%E2%80%93-landslides-and-floods-displacement-%E2%80%93-site-assessment-round-2-october-2020>



Команды Филиппинского Красного Креста провели спасательные операции после того, как селевые потоки в результате супертайфуна *Гони* вызвали разлив реки Магнус, что привело к наводнению.

На Филиппинах супертайфун *Гони* (местное название *Ролли*), обрушившийся на страну 1 ноября, стал причиной перемещения 400 000 человек⁶². Две недели спустя тайфун *Вамко* вызвал еще 320 000 перемещений⁶³. В октябре 2020 года циклон *Молав*, четвертый за месяц сильный шторм, обрушившийся на Вьетнам, привел к эвакуации около 1,3 млн человек и оставил сотни тысяч людей в критической ситуации из-за уничтожения урожая⁶⁴.

В 2020 году также произошли крупнейшие в истории наблюдений лесные пожары, которые привели к значительным перемещениям населения. Сезон пожаров 2020 года в США привел к уничтожению как минимум 2000 жилых домов в Калифорнии и перемещению около 100 000 человек. В штате Орегон около 500 000 человек были помещены под уведомление об эвакуации, и более 40 000 пришлось эвакуировать из своих домов⁶⁵. В Австралии было зарегистрировано около

65 000 новых перемещений в результате пожаров, которые затронули страну в период с июля 2019 года по февраль 2020 года. Пожары также уничтожили 3100 домов в Австралии, что потенциально может привести к долгосрочному перемещению около 8100 человек⁶⁶.

ХАРАКТЕР ЗАТЯЖНЫХ, ДЛИТЕЛЬНЫХ И ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОПАСНЫМИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

Многие ситуации перемещения, вызванные гидрометеорологическими явлениями, становятся продолжительными или затяжными для тех людей, которые не могут вернуться в свои прежние дома или не имеют возможности интегрироваться на местах либо обосноваться в другом месте. В то время как несколько сильных штормов и паводков привели к ущербу

⁶² <https://disasterphilanthropy.org/disaster/super-typhoon-goni/>, <https://www.voanews.com/east-asia-pacific/aid-groups-urge-assistance-after-super-typhoon-goni-hits-philippines>, [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Philippines%20-%20Typhoon%20Goni%20-%20Flash%20Update%20No.%201%20\(as%20of%2031%20October%202020,%209%20p.m.%20local%20time\).pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Philippines%20-%20Typhoon%20Goni%20-%20Flash%20Update%20No.%201%20(as%20of%2031%20October%202020,%209%20p.m.%20local%20time).pdf)

⁶³ <https://www.thenewhumanitarian.org/maps-and-graphics/2020/11/16/typhoon-vamco-philippines-vietnam-flooding-climate-change>

⁶⁴ <https://media.ifrc.org/ifrc/press-release/homes-1-million-people-ruin-major-typhoon-hits-viet-nam/>

⁶⁵ <https://storymaps.arcgis.com/stories/064d9b11d0584625ba57b172612699c1>

⁶⁶ https://www.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/Australian%20bushfires_Final.pdf

в Мозамбике в 2020 году, более чем через год после того, как циклоны *Кеннет* и *Идай* обрушились на страну в марте и апреле 2019 года, десятки тысяч людей остаются перемещенными лицами и не могут восстановиться⁶⁷. Оценка, проведенная в октябре 2020 года, выявила 93 324 человека, находящихся все еще в статусе перемещенных лиц в центральном регионе страны (из них 81 251 человек были перемещены после циклона *Идай* и 12 073 — в результате паводков в 2020 году)⁶⁸. В Кабо-Дельгадо почти 6500 внутренне перемещенных лиц находились в местах перемещения⁶⁹.

Из-за сохраняющегося или возрастающего риска в районах их происхождения (и возвращения) или расселения люди, которые были перемещены в результате гидрометеорологических и климатических событий, могут также подвергаться повторным и частым перемещениям, что оставляет мало времени на восстановление между одним потрясением и следующим. Это имеет последствия для обеспечения готовности к стихийным бедствиям и управления ими, а также для поддержки устойчивых решений проблемы перемещения и поддержки жизнестойкости людей, которые в противном случае могут столкнуться с постепенным ухудшением условий их жизни в результате повторных бедствий и перемещения.

УСУГУБЛЕНИЕ РИСКОВ И УЯЗВИМОСТИ

Беженцы, внутренне перемещенные лица и мигранты часто относятся к числу тех, кто наиболее уязвим для опасных явлений, связанных с климатом и погодой. Многие уязвимые люди, независимо от причин переезда, в конечном итоге оседают в районах повышенного риска, где они

подвергаются воздействиям климатических и погодных явлений разного масштаба. Опасные погодные явления и мобильность людей могут также пересекаться с социальной и политической напряженностью и конфликтами в сложных условиях и, как таковые, требуют комплексного рассмотрения мер по снижению риска бедствий с учетом многих факторов, включая системы заблаговременных предупреждений и готовность, а также долгосрочные проблемы устойчивого развития, такие как землепользование и городское планирование.

Особые условия риска гидрометеорологических бедствий особенно хорошо задокументированы в местах проживания беженцев рохинджа в Кокс-Базаре, Бангладеш. За год в общей сложности пострадали 162 275 человек, многим из которых потребовалась специальная помощь⁷⁰. Без мер по обеспечению готовности, принятых в районах лагерей, включая комплекты для укрепления убежищ, строительство подпорных сооружений на склонах холмов и улучшение дренажа, дорог и мостов, эти последствия были бы еще хуже⁷¹.

В Восточной Африке паводки и сильнейшее за последние 25 лет нашествие пустынной саранчи привели к крупномасштабному перемещению населения. В Сомали в 2020 году паводки привели к перемещению более миллиона человек, в основном внутри страны, а последствия засухи привели к перемещению еще 80 000 человек^{72,73}. Около четверти населения, пострадавшего от паводков в 2020 году, составляли люди, уже проживающие в переполненных и небезопасных лагерях для внутренне перемещенных лиц⁷⁴, в которые также переехали многие вновь перемещенные лица, пострадавшие от паводков⁷⁵. Фермеры, чьи посевы были уничтожены пустынной саранчой, также были вынуждены переселяться в поисках помощи для выживания⁷⁶.

⁶⁷ UNHCR, <https://www.unhcr.org/news/stories/2020/3/5e6a6e50b/year-people-displaced-cyclone-idai-struggle-rebuild.html>

⁶⁸ <https://displacement.iom.int/reports/mozambique-%E2%80%93-covid-19-preparedness-assessment-resettlement-sites-report-12-october-2020>

⁶⁹ <https://reliefweb.int/report/mozambique/rapid-response-plan-cabo-delgado-province-mozambique-may-december-2020>, <https://dtm.iom.int/reports/mozambique-%E2%80%93-covid-19-preparedness-assessment-resettlement-sites-cabo-delgado-and-nampula>

⁷⁰ <https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=1eec7ad29df742938b6470d77c26575a>

⁷¹ UNHCR, <https://www.unhcr.org/refugeebrief/the-refugee-brief-22-may-2020/>

⁷² Информационный бюллетень УВКБ ООН по Сомали сентябрь 2020 года, <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/83089>

⁷³ Executive Committee of the High Commissioner's Programme, *Update on UNHCR's operations in the East and Horn of Africa and the Great Lakes, 29 September 2020*, Seventy-first session, 5-9 October 2020, <https://www.unhcr.org/5f734d884.pdf>

⁷⁴ IDMC, *Disasters meet political unrest, displacing millions in East Africa*, July 2020, <https://www.internal-displacement.org/expert-opinion/disasters-meet-political-unrest-displacing-millions-in-east-africa>

⁷⁵ Executive Committee of the High Commissioner's Programme, *Update on UNHCR's operations in the East and Horn of Africa and the Great Lakes, 29 September 2020*, Seventy-first session, 5-9 October 2020, <https://www.unhcr.org/5f734d884.pdf> and UNHCR briefing note on Somalia

⁷⁶ IDMC, *Internal Displacement 2020: Mid-year Update*, <https://www.internal-displacement.org/publications/internal-displacement-2020-mid-year-update>

В Эфиопии в результате паводков и оползней в первой половине года было перемещено более 300 000 человек, две трети из которых — в регионе Сомали⁷⁷. Оценки МОМ, проведенные в июне-июле 2020 года, показали, что по меньшей мере 104 696 человек были перемещены в результате паводков и 351 062 — в результате засухи на юго-востоке страны, соответственно 6 % и 19 % местного перемещенного населения.

В Судане произошли бурные быстроразвивающиеся паводки, и реки, включая Нил, вышли из берегов в августе 2020 года. Среди пострадавших было около 125 000 беженцев и внутренне перемещенных лиц⁷⁸.

В период с августа по сентябрь 2020 года экстремальные дожди вызвали паводки, которые обрушились на несколько стран Сахеля. По оценкам МОМ, общее число перемещенных лиц в Буркина-Фасо, Мали и Нигере составило 1,25 млн человек в условиях, уже характеризующихся конфликтами и отсутствием продовольственной безопасности, а также вынужденными внутренними и трансграничными перемещениями населения. Дальнейшее ухудшение условий жизни и средств к существованию в результате паводков увеличило риск перемещения населения внутри региона, на юг в прибрежные страны и на север в Северную Африку и Европу⁷⁹. В результате паводков в августе 2020 года в Нджамене, Чад, 31 853 человека покинули свои дома и нашли убежище в других районах города, при этом помощь была оказана незначительная. Паводки также затронули провинцию Лак, в результате чего более 4000 человек были вынуждены покинуть свои дома, а также пострадали многие другие люди, которые ранее были перемещены в результате конфликтов и насилия⁸⁰.

В Йемене, где более 80 % всего населения нуждается в гуманитарной помощи, сильные быстроразвивающиеся паводки привели к перемещению многих людей, которые уже

были вынуждены покинуть свои дома из-за конфликта, живя в условиях крайней нищеты и в ненадежных убежищах без доступа к безопасным альтернативам. Около 300 000 человек потеряли свои дома, урожай, скот и имущество из-за дождей и паводков. Внезапное разрушение плотины Аль-Руне затронуло тысячи людей в местах проживания вынужденных переселенцев в Аль-Таксине, Сук аль Лилле и других местах⁸¹.

В Сирии с начала октября лесные пожары в Латакии, Тартусе и Хомсе затронули до 40 000 человек в результате повреждения жилья и имущества и серьезной потери средств к существованию. Сообщалось о примерно 25 000 перемещенных лиц, в том числе из районов, куда недавно вернулись внутренне перемещенные лица. Жизнестойкость пострадавших общин была подорвана за 10 лет конфликта, а также пандемией COVID-19, экономическими кризисами и предшествующим массовым притоком перемещенных лиц⁸².

УСУГУБЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КРИЗИСА НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ И ГУМАНИТАРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

После десятилетий спада недавнее ухудшение ситуации с необеспеченностью продовольствием обусловлено конфликтами и замедлением экономического роста, а также изменчивостью климата и экстремальными погодными явлениями. В 2019 году почти 690 млн человек, или 9 % населения мира, страдали от недоедания и около 750 млн человек, или почти 10 %, испытывали острую нехватку продовольствия⁸³ (рисунок 20). Число людей, классифицированных по категориям кризисных, чрезвычайных ситуаций и условий голода (Комплексная классификация стадий продовольственной безопасности, стадия 3 или выше), возросло почти до 135 млн человек в 55 странах⁸⁴.

⁷⁷ United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, *Ethiopia Floods Response Plan, Belg/Gu Season Floods (May 2020)*, <https://reliefweb.int/report/ethiopia/ethiopia-floods-response-plan-belggu-season-floods-may-2020>

⁷⁸ UNHCR, Massive floods in Sudan impact thousands of refugees, 24 September 2020, <https://www.unhcr.org/news/stories/2020/9/5f6c42834/massive-floods-sudan-impact-thousands-refugees.html>

⁷⁹ UNHCR Sahel Crisis Response Progress Report: Responding to the urgent needs of refugees, internally displaced, returnees and others of concern, January-September 2020, <https://reporting.unhcr.org/sites/default/files/UNHCR%20Sahel%20Appeal%20-%20Progress%20Report%20-%20January%20to%20September%202020%20.pdf>

⁸⁰ <https://dtm.iom.int/chad>, <https://reliefweb.int/disaster/fl-2020-000192-tcd>

⁸¹ UNHCR, 300,000 people lose homes, incomes, food supplies and belongings due to catastrophic flooding in Yemen, 21 August 2020, <https://www.unhcr.org/news/briefing/2020/8/5f3e7faf4.html>

⁸² <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRSY005do.pdf>

⁸³ Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020: *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets*, <http://www.fao.org/3/ca9692en/online/ca9692en.html>

⁸⁴ 2020-Global report on food crisis. <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000114546/download/>

В 2020 году более 50 млн человек пострадали дважды: от климатических бедствий (паводков, засух и штормов) и от пандемии COVID-19⁸⁵. Страны Центральной Америки пострадали от тройного воздействия — ураганов *Эта* и *Йота*, COVID-19 и ранее существовавших гуманитарных кризисов. По оценкам правительства Гондураса, от урагана *Эта* пострадали 2,8 млн человек, а 53 000 гектаров пахотных земель, в основном риса, бобов и сахарного тростника, были смыты⁸⁶. Среди тихоокеанских островов тропический циклон *Гарольд* затронул более 17 500 гектаров пахотных земель в Вануату, причинив существенный ущерб как раз в начале вегетационного сезона⁸⁷. (Дополнительные сведения о тропическом циклоне *Гарольд* см. в разделе «Тропические циклоны».) Длительный период сухой погоды, уже наблюдавшийся в Южной Америке в 2020 году, вероятно, продолжится, поскольку Ла-Нинья часто приносит в некоторые районы осадки ниже среднего многолетнего. В результате, по прогнозам, производство кукурузы в Аргентине в 2020–2021 годах снизится на 2 млн тонн (снижение на 5 %) ⁸⁸.

Ограничения для предотвращения распространения COVID-19, особенно меры по ограничению передвижения людей внутри стран и между ними, а также продажи и покупки товаров и услуг, создали значительные проблемы для управления воздействиями климатических бедствий на необеспеченность продовольствием. Во многих странах сократилась возможность предоставления фермерам очных услуг по предоставлению информации сезонных прогнозов погоды в качестве руководства по заблаговременным действиям⁸⁹. Сбои в сельскохозяйственном секторе, вызванные COVID-19, усугубили погодные последствия по всей цепочке поставок продовольствия, повысив уровни необеспеченности продовольствием, неполноценного питания и недоедания.

Крупнейшее за последние 25 лет нашествие пустынной саранчи на Большом Африканском Роге и в Йемене, вызванное проливными дождями, усугубило существующие условия недоедания, а работа по борьбе с этим нашествием была прервана из-за ограничений на передвижение персонала и сбоев в цепи поставок

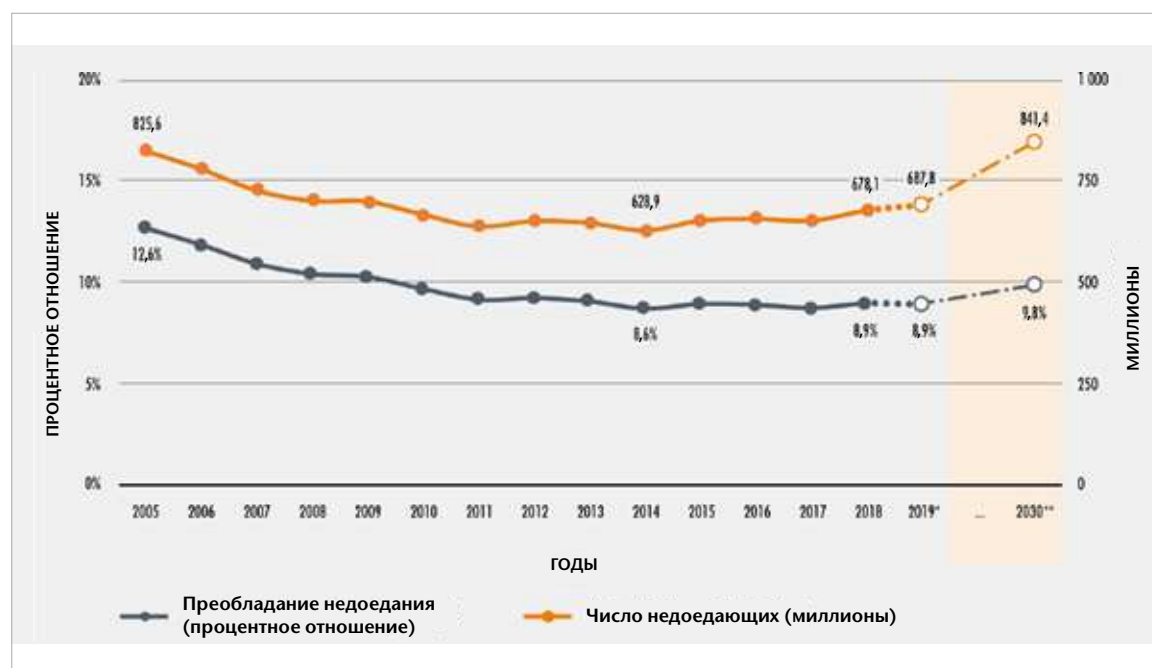


Рисунок 20. Число недоедающих людей в мире продолжало расти в 2019 г. Прогнозируемые значения на рисунке проиллюстрированы пунктирными линиями с точками и пустыми кружочками. Вся серия была пересмотрена с учетом новейшей информации и заменяет все серии, опубликованные ранее. Источник: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО)

⁸⁵ International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies: https://media.ifrc.org/ifrc/wp-content/uploads/2020/11/20201116_WorldDisasters_Full.pdf

⁸⁶ COPECO 2020. Reporte de estadísticas de incidente causados por el Huracán ETA, https://sigmof.icf.gob.hn/?page_id=7426

⁸⁷ The Pacific Islands: Tropical Cyclone Harold. Situation report-May 2020

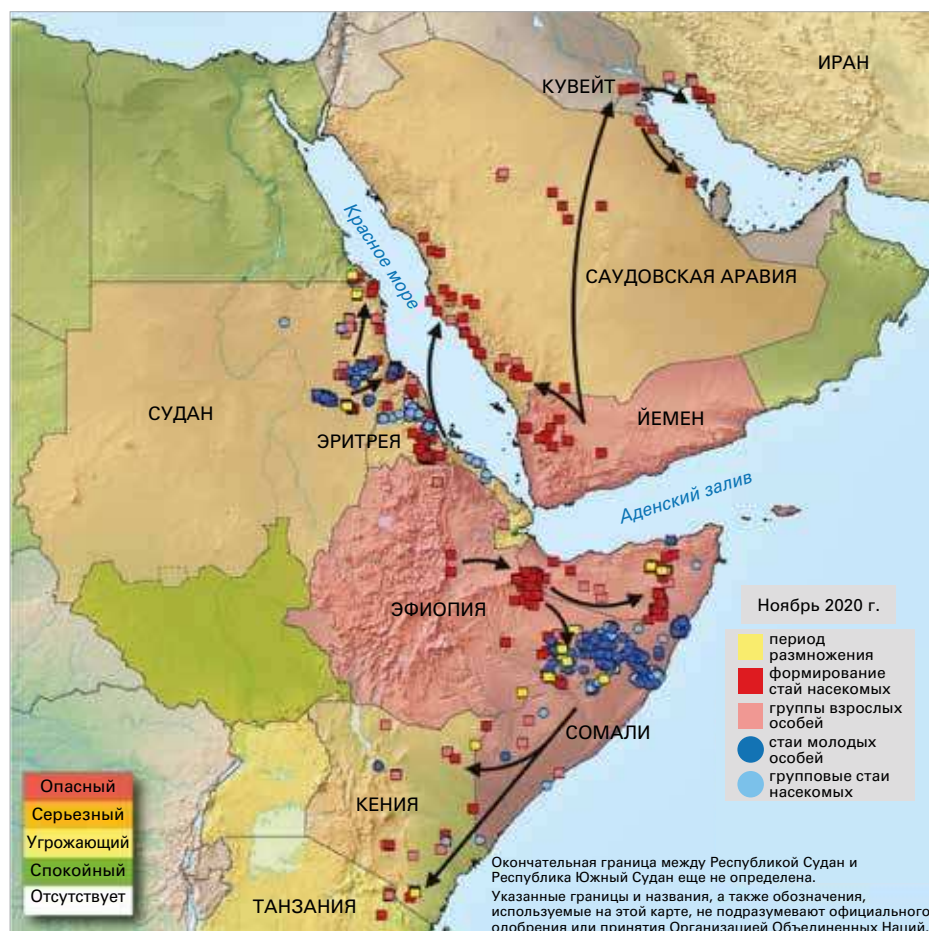
⁸⁸ United States Department of Agriculture, World Agricultural Production report, <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>

⁸⁹ Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, 2020: *Погодные катаклизмы и кризис, вызванный пандемией COVID-19: как эта двойная угроза может отразиться на ситуации с наличием продовольствия*, <http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb0206en>

Рисунок 21.

Прогнозирование перемещения пустынной саранчи с использованием Службы информации о пустынной саранче ФАО (DLIS). Необычные погодные условия осенью 2019 года на Аравийском полуострове вызвали сильные циклоны и проливные дожди, что привело к более высокому, чем обычно, росту растительности и обеспечило идеальные условия для пустынной саранчи. Во время многочисленных кризисов в 2020 году заблаговременные предупреждения и оперативные меры реагирования сыграли ключевую роль в экономии до 3,1 млн тонн зерновых (достаточно, чтобы прокормить 18 млн человек в течение одного года) на сумму около 800 млн долларов США в девяти восточноафриканских странах и в Йемене.

Источник: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020: *Desert locust upsurge – Progress report on the response in the Greater Horn of Africa and Yemen (May–August 2020)*, <http://www.fao.org/3/cb1500en/cb1500en.pdf>; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020: *Early Warning Early Action Report on food security and agriculture (April–June 2020)*, <http://www.fao.org/3/ca8606en/CA8606EN.pdf>



оборудования в связи с пандемией. Только в Эфиопии было повреждено 200 000 гектаров пахотных земель и потеряно более 356 000 тонн зерновых культур, в результате чего почти миллион человек остались без продовольствия⁹⁰. К сентябрю 2020 года, согласно данным, число сомалийцев, сталкивающихся с острым недоеданием (Комплексная классификация стадий продовольственной безопасности (ККС), стадия 3 или выше) и незначительно способных удовлетворять минимальные потребности в продовольствии, утроилось до 3,5 млн человек по сравнению с началом 2020 года⁹¹. Пустынная саранча и речные паводки стали причинами потерь урожая в стране, при этом, по оценкам, в апреле–июне вегетационный период сократил производство зерновых на 1525 % (рисунок 21)⁹².

ВЛИЯНИЕ COVID-19 НА ГУМАНИТАРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Ограничения мобильности и экономические спады, вызванные COVID-19, замедлили доставку гуманитарной помощи уязвимым людям в пути, а также усилия по поддержке восстановления пострадавших лиц, включая долгосрочные решения для перемещенных лиц. Уязвимость перемещенных лиц, которые часто живут в густонаселенных поселениях, еще более усилилась⁹³.

Циклон *Гарольд*, обрушившийся на Вануату, Соломоновы Острова, Тонга и Фиджи и ставший одним из самых сильных штормов, когда-либо зарегистрированных в южной

⁹⁰ FAO in Ethiopia, <http://www.fao.org/ethiopia/news/detail-events/en/c/1270924/>

⁹¹ Food Security and Nutrition Analysis Unit - Somalia. Food Security and Nutrition Quarterly Brief May 2020, <https://www.fsnau.org/node/1756>

⁹² Somalia Food Security Outlook, <https://fews.net/>, <https://fews.net/east-africa/somalia/food-security-outlook-update/april-2020>

⁹³ United Nations High Commissioner for Refugees and Potsdam Institute for Climate Impact Research. *COVID-19, Displacement and Climate Change*, June 2020, <https://www.unhcr.org/protection/environment/5ef1ea167/covid-19-displacement-climate-change.html>

части Тихого океана⁹⁴, по оценкам, привел к перемещению 99 500 человек. Из-за режимов изоляции и карантинных, связанных с COVID-19, операции по реагированию и восстановлению были затруднены, что привело к задержкам в предоставлении оборудования и помощи⁹⁵.

Аналогичным образом на Филиппинах пандемия осложнила эвакуацию и меры реагирования в преддверии тропического циклона *Вонгфонг* (*Амбо*) в середине мая. Более 180 000 человек были предварительно эвакуированы⁹⁶, хотя операции были затруднены необходимостью принятия мер по социальному дистанцированию, поскольку жители не могли перевозиться в больших количествах, а эвакуационные центры могли использоваться только в половине случаев⁹⁷. Ураган также повредил единственный в регионе Бикол пункт тестирования COVID-19⁹⁸.

В северной части Центральной Америки около 5,3 млн человек нуждались в гуманитарной помощи,

в том числе 560 000 внутренне перемещенных лиц до начала пандемии⁹⁹. Поэтому реагирование на штормы и циклоны, которые неоднократно воздействовали на этот район в течение сезона атлантических ураганов, происходило в контексте сложных, взаимосвязанных факторов уязвимости, связанных с проблемами, возникшими до COVID-19 и в связи с COVID-19.

Создание условий, позволяющих людям безопасно оставаться там, где они находятся, в полной мере использовать потенциальные преимущества достойной миграции, а также предотвращать, сводить к минимуму и решать проблемы перемещения и связанные с этим потребности в защите, является серьезной проблемой как для политики в области климата, так и для мобильности людей и сотрудничества, особенно в связи с тем, что страны сталкиваются с решениями о расширении возможностей мобильности, которые были ограничены на протяжении всего кризиса COVID-19.

⁹⁴ <https://www.internal-displacement.org/expert-opinion/tropical-cyclone-harold-and-covid-19-a-double-blow-to-the-pacific-islands>

⁹⁵ Millership, E., 2020: *Cyclone Harold brings new meaning to the concept of remote working in the Pacific Islands*, <https://www.etcluster.org/blog/virus-and-storm>, cited in International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies: 2020, *World Disasters Report 2020*, <https://media.ifrc.org/ifrc/world-disaster-report-2020/>

⁹⁶ United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, *Philippines: Typhoon Vongfong (Ambo) Snapshot (As of 20 May 2020)*, <https://reliefweb.int/report/philippines/philippines-typhoon-vongfong-ambo-snapshot-20-may-2020>, cited in International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies: 2020, *World Disasters Report 2020*, <https://media.ifrc.org/ifrc/world-disaster-report-2020/>

⁹⁷ United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. Asia Pacific Regional Humanitarian Update: *Typhoon Vongfong leaves trail of damage as the country grapples with the 'new normal'*, 20 May 2020, <https://reports.unocha.org/en/country/asia-pacific/card/tjXV99QVBE/>

⁹⁸ Department of Social Welfare and Development, Disaster Response Operations Monitoring and Information Center. *Terminal Report on Typhoon "Ambo"*, 9 July 2020, <https://reliefweb.int/report/philippines/dswd-dromic-terminal-report-typhoon-ambo-09-july-2020-6pm>

⁹⁹ United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. *Humanitarian Needs Overview El Salvador, Guatemala and Honduras, Addendum: Impact of COVID-19 (May 2020)*, <https://reliefweb.int/report/el-salvador/humanitarian-needs-overview-el-salvador-guatemala-and-honduras-addendum-impact>

Чистая энергетика, защищенная от стихийных бедствий инфраструктура и системы заблаговременных предупреждений

Достижение цели Парижского соглашения 2015 года, «укрепить глобальное реагирование на угрозу изменения климата путем удержания прироста глобальной средней температуры в этом столетии намного ниже 2 градусов Цельсия сверх доиндустриальных уровней и приложения усилий в целях ограничения роста температуры еще больше до 1,5 градусов Цельсия»^a, требует значительного сокращения выбросов углекислого газа. Международный валютный фонд в «Перспективах развития мировой экономики» за октябрь 2020 года показал, что стимулирование инвестиций в «зеленую» инфраструктуру в сочетании с неуклонно растущими ценами на углерод может обеспечить сокращение выбросов, необходимое для ограничения повышения температуры и перевода мировой экономики на более устойчивый путь роста.

Политика смягчения последствий изменения климата, такая как ограничения выбросов, программы торговли выбросами, льготные тарифы, которые обеспечивают гарантированную цену для производителей возобновляемых источников энергии, налоги на выбросы углерода и субсидии на исследования и разработки, постепенно становятся все более популярными с течением времени (рисунок 22a). Внедрение экологической политики сопровождалось увеличением глобальных инноваций и инвестиций в технологии чистой энергии (рисунок 22b) и внесло важный вклад в перераспределение инноваций, производства электроэнергии и занятости в пользу низкоуглеродных видов деятельности (рисунок 22c-e).

Дальнейший толчок инвестиций в «зеленую инфраструктуру» и субсидии на производство возобновляемой энергии в сочетании с заранее объявленным постепенным повышением цен на углерод приведут к сокращению выбросов, что необходимо для удержания роста температуры до более безопасных уровней (рисунок 22g). В свою очередь, целенаправленная поддержка более бедных домохозяйств и политика, способствующая перераспределению рабочих мест из высокоуглеродных секторов в низкоуглеродные, обеспечат справедливый переход. Затраты на переход к низкоуглеродной глобальной экономике являются управляемыми, поскольку «зеленые» инвестиции способствуют росту экономической активности и занятости и, таким образом, компенсируют часть затрат, связанных с налогами на выбросы углерода.

В то время как нынешняя глобальная рецессия, вызванная пандемией COVID-19, может затруднить проведение политики, необходимой для смягчения последствий, она также предоставляет возможности для перевода экономики на более экологичный путь, давая правильные ценовые сигналы и другие финансовые стимулы для увеличения инвестиций в экологичную и устойчивую государственную инфраструктуру, тем самым поддерживая национальный экономический рост и занятость на этапе восстановления.

^a <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

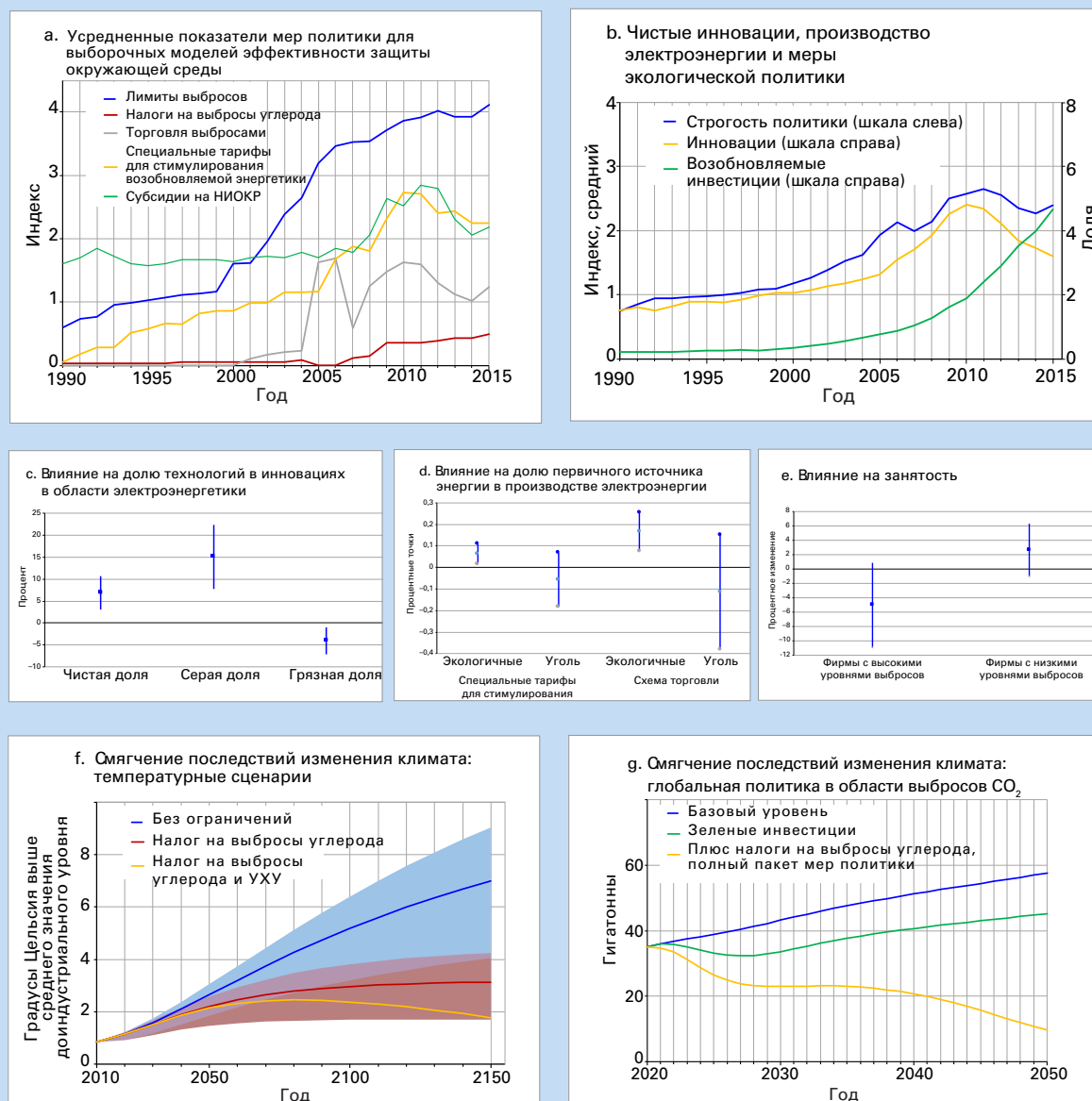


Рисунок 22. Влияние политики смягчения последствий изменения климата. Примечание: на панелях с, д и е «усы» представляют 90-процентные доверительные интервалы. На панели ф затененные области представляют высокую и низкую чувствительность климата. УХУ = улавливание и хранение углерода. Более подробную информацию см. в IMF (2020b).

Источники: Международный валютный фонд; Международное энергетическое агентство; Индекс жесткости экологической политики Организации экономического сотрудничества и развития и Всемирная статистическая база данных по патентам

Политика адаптации, направленная на повышение устойчивости к изменению климата, такая как инвестиции в инфраструктуру, защищенную от стихийных бедствий, и системы заблаговременных предупреждений, распределение рисков через финансовые рынки и развитие сетей социальной защиты, может ограничить воздействие шоков, связанных с погодой, и помочь экономике быстрее восстановиться (Международный валютный фонд, 2017 г.). Стратегии адаптации играют ключевую роль в странах, которые особенно уязвимы к изменению климата, таких как страны с низким уровнем дохода, расположенные в жарких регионах и районах, подверженных более частым или серьезным рискам стихийных бедствий (рисунок 23).

Cantelmo, A., et al., 2019: Macroeconomic Outcomes in Disaster-Prone Countries, *International Monetary Fund Working Paper* 19/217, <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/10/11/Macroeconomic-Outcomes-in-Disaster-Prone-Countries-48704>.

Organisation for Economic Co-operation and Development, 2020: Environmental Policy Stringency index, <https://doi.org/10.1787/2bc0bb80-en>

International Monetary Fund, 2017: Seeking Sustainable Growth: Short-Term Recovery, Long-Term Challenges. Chapter 3: The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: How Can Low-Income Countries Cope?, <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2017/09/19/world-economic-outlook-october-2017>.

International Monetary Fund, 2019: Fiscal Monitor: How to Mitigate Climate Change, <https://www.imf.org/en/Publications/FM/Issues/2019/09/12/fiscal-monitor-october-2019>

International Monetary Fund, 2020a: Regional Economic Outlook. Sub-Saharan Africa: COVID-19: An Unprecedented Threat to Development. Chapter 2, Adapting to Climate Change in Sub-Saharan Africa, <https://www.imf.org/en/Publications/REO/SSA/Issues/2020/04/01/sreo0420>

International Monetary Fund, 2020b: World Economic Outlook, A Long and Difficult Ascent. Chapter 3, Mitigating Climate Change—Growth- and Distribution-Friendly Strategies, <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020>

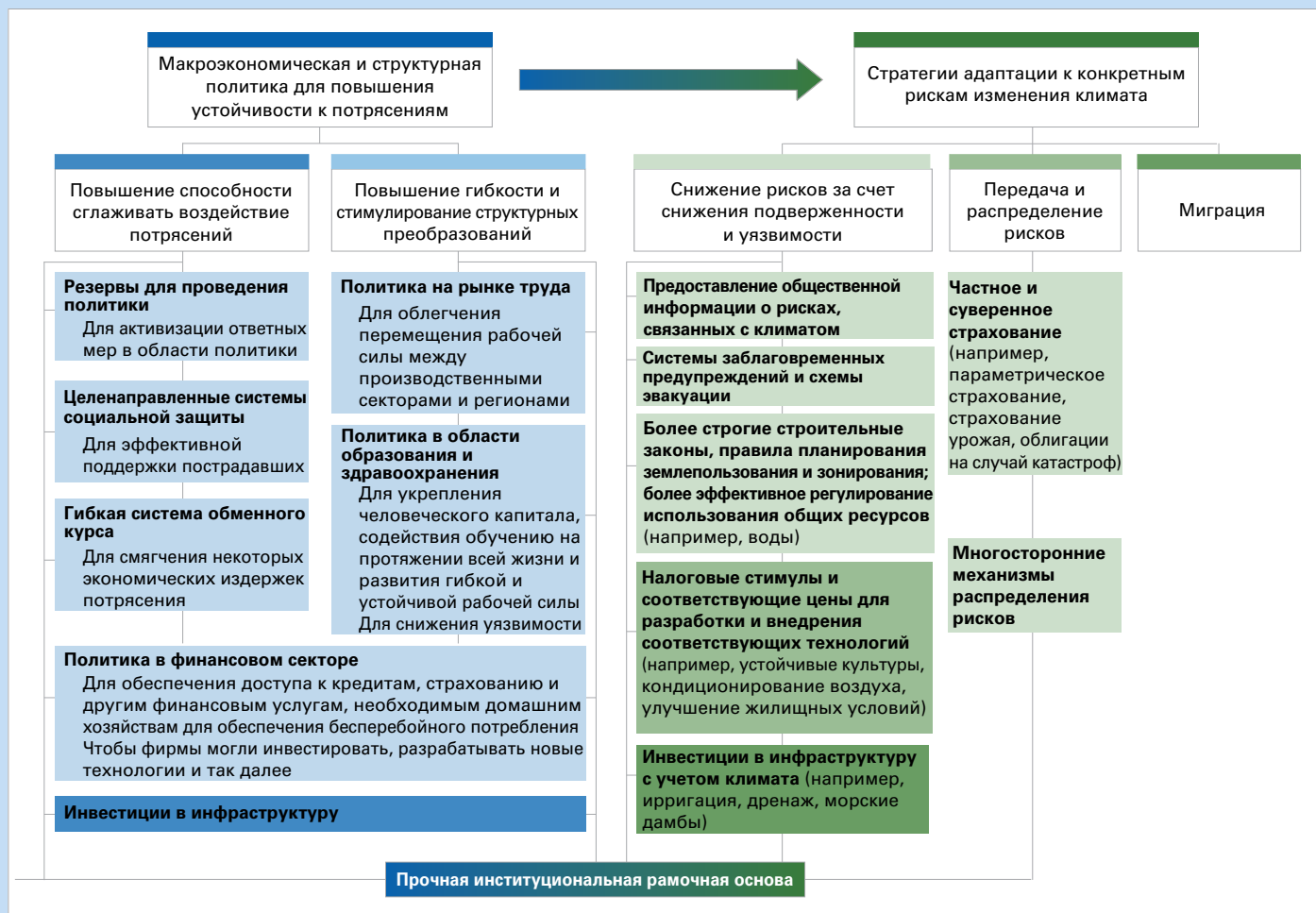


Рисунок 23. Инструментарий политики адаптации к изменению климата.
Источник: IMF, 2017

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 1: ЗАЩИТА ФЕРМЕРОВ В ПАКИСТАНЕ ОТ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СУРОВЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ, САРАНЧИ И COVID-19

Паводки после сильных муссонных дождей в августе и сентябре 2020 года нанесли серьезный ущерб средствам к существованию, вызвав гибель скота и сельскохозяйственных культур в 20 районах провинции Синд в Пакистане. Одновременно нашествие пустынной саранчи затронуло 46 районов в основных сельскохозяйственных провинциях, размножению которой способствовали необычные погодные условия. Более трети посевных площадей в регионе серьезно пострадали, что поставило под угрозу продовольственную безопасность и источники средств к существованию фермерских хозяйств. COVID-19 еще больше осложнил борьбу с этим нашествием. Прогнозы ФАО и отслеживание скоплений саранчи в регионе в сочетании с анализом местной ситуации помогли правительству Пакистана провести эффективные операции по наблюдению и контролю. В результате Пакистан смог обследовать 61,4 млн гектаров и обработать 1,13 млн гектаров пахотных земель, после чего они были объявлены свободными от саранчи.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 2: ФИНАНСИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗОВ И УПРЕЖДАЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ В БАНГЛАДЕШ

Чтобы уменьшить последствия катастрофических паводков в сезон муссонов 2020 года в Бангладеш, Всемирная продовольственная программа (ВПП) и ее партнеры использовали достоверные данные заблаговременного предупреждения для перевода денежных средств уязвимым семьям за несколько дней до начала паводков^a. Бенефициары использовали эти средства для покупки продовольствия и медикаментов, укрепления приусадебных участков, защиты важнейших активов и транспортировки скота и уязвимых членов семьи в безопасное место. Цель этих усилий состояла в том, чтобы предложить более широкую и быструю поддержку с тем, чтобы помочь общинам подготовиться и защитить себя в преддверии следующего стихийного бедствия. Предварительное выделение финансовых средств на эти действия, основанные на прогнозах, стало возможным благодаря проекту «Упреждающая гуманитарная деятельность» в размере 140 млн долларов США, осуществляемому Центральным фондом реагирования на чрезвычайные ситуации Организации Объединенных Наций (СЕРФ)^b. Основываясь на прогнозе погоды, опубликованном 4 июля 2020 года, в котором предсказывалось сильное наводнение в пяти уязвимых районах Бангладеш к середине месяца, СЕРФ немедленно выделил свое первое в истории упреждающее гуманитарное финансирование на случай наводнений. Из 5,2 млн долларов США, выделенных в общей сложности, ВПП использовала 4,25 млн долларов США для охвата 145 000 человек денежными переводами при помощи мобильных телефонов за четыре дня до того, как вода в реке Брахмапутра поднялась до опасных уровней^c.

^a World Food Programme. *Economic and food security implications of the COVID-19 outbreak*, <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000113742/download/>

^b United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. UN humanitarian chief to release up to \$140M in CERF funds for anticipatory-action projects, <https://reliefweb.int/report/world/un-humanitarian-chief-release-140m-cerf-funds-anticipatory-action-projects>

^c World Food Programme. *Faster than floods: WFP works to avoid a double-disaster in Bangladesh*, <https://insight.wfp.org/faster-than-floods-how-to-prevent-a-double-disaster-in-bangladesh-112adfd75ff0>

Сведения о наборах данных

ДАННЫЕ О ТЕМПЕРАТУРЕ

Глобальная средняя температура представляется как среднее значение из пяти наборов данных, перечисленных ниже. Глобальные аномалии средней температуры выражены относительно среднего значения 1850–1900 годов. Однако только комплект данных HadCRUT5 восходит к 1850 году. Средние значения для наборов данных NOAAGlobalTemp и GISTEMP установлены равными средним значениям для комплекта данных HadCRUT4 за период 1880–1900 годов, а средние значения для двух реанализов установлены равными HadCRUT4 за период 1981–2010 годов. Комплект данных HadCRUT4 используется в качестве основы для согласования других наборов данных с целью обеспечения преемственности с предыдущими отчетами.

HadCRUT.5.0.1.0 — Morice, C.P. et al., 2021. An Updated Assessment of Near-Surface Temperature Change From 1850: The HadCRUT5 Data Set. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126(3): e2019JD032361. doi: <https://doi.org/10.1029/2019JD032361>. Данные HadCRUT.5.0.1.0 были получены с сайта <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5> 14 февраля 2021 года и являются собственностью © British Crown Copyright, Met Office 2021 по открытой правительственной лицензии, <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/>.

NOAAGlobalTemp v5 — Zhang, H.-M., et al., NOAA Global Surface Temperature Dataset (NOAAGlobalTemp), Version 5.0. NOAA National Centers for Environmental Information. doi:10.7289/V5FN144H, <https://www.ncei.noaa.gov/access/metadata/landing-page/bin/iso?id=gov.noaa.ncdc:C00934>.

Huang, B. et al., 2020: Uncertainty Estimates for Sea Surface Temperature and Land Surface Air Temperature in NOAAGlobalTemp Version 5. *Journal of Climate* 33(4): 1351–1379, <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/33/4/jcli-d-19-0395.1.xml>.

GISTEMP v4 — GISTEMP Team, 2019: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4. NASA Goddard Institute for Space Studies, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.

Lenssen, N.J.L. et al., 2019: Improvements in the GISTEMP Uncertainty Model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 124(12): 6307–6326, doi: <https://doi.org/10.1029/2018JD029522>.

ERA5 — Hersbach, H. et al., 2020 : The ERA5 Global Reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 146(730): 1999–2049, doi: <https://doi.org/10.1002/qj.3803>.

JRA-55 — Kobayashi, S. et al., 2015: The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. Ser. II 93(1): 5–48, doi: 10.2151/jmsj.2015-001, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/93/1/93_2015-001_article.

ДАННЫЕ О ПАРНИКОВЫХ ГАЗАХ

Оценочные концентрации с 1750 года используются для представления условий доиндустриального периода. Расчеты предполагают, что в доиндустриальный период молярная доля CO₂ составляла 278 млн⁻¹, CH₄ – 722 млрд⁻¹, а N₂O – 270 млрд⁻¹.

Всемирная метеорологическая организация, 2020 г.: *Бюллетень ВМО по парниковым газам: Содержание парниковых газов в атмосфере по данным глобальных наблюдений в 2019 году*, № 16 https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21795#.X7v7IM1KhPY.

Всемирный центр данных по парниковым газам, управляемый Японским метеорологическим агентством <https://gaw.kishou.go.jp/>

ДАННЫЕ О ТЕПЛОСОДЕРЖАНИИ ОКЕАНА

Cheng, L. et al., 2017: Improved Estimates of Ocean Heat Content from 1960 to 2015. *Science Advances* 3(3): e1601545, doi: 10.1126/sciadv.1601545, <https://advances.sciencemag.org/content/3/3/e1601545>.

CMEMS (CORA, <http://marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators>)

Desbruyères, D.G. et al., 2016: Deep and Abyssal Ocean Warming from 35 Years of Repeat Hydrography. *Geophysical Research Letters* 43(19): 10,356–10,365, doi: <https://doi.org/10.1002/2016GL070413>.

Domingues, C.M. et al., 2008: Improved Estimates of Upper-Ocean Warming and Multi-Decadal Sea-Level Rise. *Nature* 453(7198): 1090–1093, doi: 10.1038/nature07080, <https://www.nature.com/articles/nature07080>.

Gaillard, F. et al., 2016: In Situ–Based Reanalysis of the Global Ocean Temperature and Salinity with ISAS: Variability of the Heat Content and Steric Height. *Journal of Climate* 29(4): 1305–1323, doi: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/29/4/jcli-d-15-0028.1.xml>.

Good, S.A. et al., 2013: EN4: Quality Controlled Ocean Temperature and Salinity Profiles and Monthly Objective Analyses with Uncertainty Estimates. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 118(12): 6704–6716, doi: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2013JC009067>.

Hosoda, S. et al., 2008: A Monthly Mean Dataset of Global Oceanic Temperature and Salinity Derived from Argo Float Observations. *JAMSTEC Report of Research and Development*, 8: 47–59, doi: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jamstecr/8/0/8_0_47/_article.

Ishii, M. et al., 2017: Accuracy of Global Upper Ocean Heat Content Estimation Expected from Present Observational Data Sets. *Sola*, 13: 163–167, doi: https://www.jstage.jst.go.jp/article/sola/13/0/13_2017-030/_article.

IPRC, <http://apdrc.soest.hawaii.edu/projects/Argo/>

Levitus, S. et al., 2012: World Ocean Heat Content and Thermosteric Sea Level Change (0–2000 m), 1955–2010. *Geophysical Research Letters*, 39(10), doi: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2012GL051106>.

Li, H. et al., 2017: Development of a Global Gridded Argo Data Set with Barnes Successive Corrections. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 122(2): 866–889, doi: <https://doi.org/10.1002/2016JC012285>.

Roemmich, D. and J. Gilson. 2009: The 2004–2008 Mean and Annual Cycle of Temperature, Salinity, and Steric Height in the Global Ocean from the Argo Program. *Progress in Oceanography*, 82(2): 81–100, doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079661109000160?via%3Dihub>.

Roemmich, D. et al., 2015: Unabated Planetary Warming and Its Ocean Structure since 2006. *Nature Climate Change*, 5(3): 240–245. doi: <https://www.nature.com/articles/nclimate2513?page=1>.

von Schuckmann, K. and P.-Y. Le Traon, 2011: How Well Can We Derive Global Ocean Indicators from Argo Data? *Ocean Science*, 7(6): 783–791, doi: <https://os.copernicus.org/articles/7/783/2011/>.

ДАННЫЕ ОБ УРОВНЕ МОРЯ

Архивация, валидация и интерпретация спутниковых океанографических данных (АВИСО): Legeais, J.-F. et al., 2018: An Improved and Homogeneous Altimeter Sea Level Record from the ESA Climate Change Initiative. *Earth System Science Data*, 10(1): 281–301, doi: <https://essd.copernicus.org/articles/10/281/2018/>.

Служба мониторинга морской среды программы «Коперник» (KCMMS): Pujol, M.-I. et al., 2016: DUACS DT2014: The New Multi-Mission Altimeter Data Set Reprocessed over 20 Years. *Ocean Science*, 12(5): 1067–1090. doi: <https://os.copernicus.org/articles/12/1067/2016/>.

Ablain, M. et al., 2017: Satellite Altimetry-Based Sea Level at Global and Regional Scales. *Surveys in Geophysics*, 38(1): 7–31. doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10712-016-9389-8>.

Escudier, P. A. et al., 2017: Satellite radar altimetry: principle, accuracy and precision. In *Satellite Altimetry Over Oceans and Land Surfaces* (D. Stammer and A. Cazenave, eds).

ДАННЫЕ О МОРСКИХ ВОЛНАХ ТЕПЛА

МВТ классифицируются как умеренные, когда температура поверхности моря (ТПМ) превышает 90-й процентиль климатологического распределения в течение пяти или более дней; последующие категории определяются в зависимости от разницы между ТПМ и средним климатологическим распределением: сильные, мощные или экстремальные, если эта разница, соответственно, более чем в два, три или четыре раза превышает разницу между 90-м процентилем и средним климатологическим распределением (Hobday et al., 2018).

Базовый уровень, используемый для МВТ, составляет период 1982–2011 годов, который смещен на один год по сравнению со стандартным нормальным периодом 1981–2010 годов, поскольку серия спутников для наблюдений за ТПМ, на которой он основан, начинается в 1981 году.

Hobday, A.J. et al., 2018: Categorizing and Naming Marine Heatwaves. *Oceanography*, 31(2): 1–13. doi: <https://eprints.utas.edu.au/27875/>.

NOAA OISST v2: Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST): Banzon, V. et al., 2016: A Long-Term Record of Blended Satellite and in Situ Sea-Surface Temperature for Climate Monitoring, Modeling and Environmental Studies. *Earth System Science Data*, 8(1): 165–176. doi: <https://essd.copernicus.org/articles/8/165/2016/>.

ДАННЫЕ О ЗАКИСЛЕНИИ ОКЕАНА

Данные из мест отбора проб были извлечены из портала данных 14.3.1 (<http://oa.iode.org>) за период времени с 1 января 2010 года по 8 января 2020 года. Для каждой станции за каждый год были рассчитаны среднегодовые значения, максимумы и минимумы.

Глобальный набор данных pH основан на различных океанографических переменных, полученных от Службы данных о морской среде программы «Коперник» (KCMMC): https://resources.marine.copernicus.eu/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_OMI_HEALTH_carbon_ph_area_averaged

ДАННЫЕ О МОРСКОМ ЛЬДЕ

Общие сведения о наборе данных:

В разделе морского льда используются данные индекса морского льда Центра по применению спутников для изучения океанского и морского льда EBMETCAT (OSI-SAF) версии v2.1 (OSI-SAF, на основе работы Lavergne et al., 2019) и индекса морского льда НЦДСЛ версии v3 (Fetterer et al., 2017). Концентрации морского льда оцениваются по микроволновому излучению, измеренному со спутников. Площадь морского льда рассчитывается как площадь ячеек океанической сетки, где сплоченность морского льда превышает 15 %. Несмотря на относительно большие различия в абсолютной величине между наборами данных, эти наборы данных хорошо согласуются между собой в отношении изменений по годам и тенденций. В этом отчете данные НЦДСЛ представлены в абсолютных масштабах (например, «18,95 млн км²») для согласованности с более ранними отчетами, а рейтинги представлены для обоих наборов данных.

Fetterer, F., K. Knowles, W. N. Meier, M. Savoie and A. K. Windnagel. 2017, updated daily. Sea Ice Index, Version 3. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. doi: <https://nsidc.org/data/G02135/versions/3>.

Центр по применению спутников для изучения океанского и морского льда EBMETCAT, индекс морского льда, начиная с 1979 года (v2.1, 2020), OSI-420; данные, извлеченные из FTP-сервера OSI SAF: 1979–2020 годы, Северное и Южное полушария.

Lavergne, T. et al., 2019: Version 2 of the EUMETSAT OSI SAF and ESA CCI Sea-Ice Concentration Climate Data Records. *The Cryosphere*, 13(1): 49–78, doi: <https://tc.copernicus.org/articles/13/49/2019/>.

ДАННЫЕ О ЛЕДЯНОМ ЩИТЕ ГРЕНЛАНДИИ

Данные взяты с Полярного портала <http://polarportal.dk/en/home/>.

Ряды данных о стоке льда доступны с 1986 года и основаны на спутниковых данных, которые могут быть использованы для измерения скорости движения ледников по всем краям ледяного щита. Эти данные используются для оценки того, сколько льда теряется в виде айсбергов.

Для расчета ПБМ с течением времени использовались несколько разные модели. Эти модели, использующие различные данные форсинга, могут давать несколько разные результаты.

ДАННЫЕ ОБ АНТАРКТИЧЕСКОМ ЛЕДЯНОМ ЩИТЕ

Приведенные данные получены из:

Velicogna, I. et al., 2020: Continuity of Ice Sheet Mass Loss in Greenland and Antarctica From the GRACE and GRACE Follow-On Missions. *Geophysical Research Letters*, 47(8): e2020GL087291, doi: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2020GL087291>.

ЛЕДНИКИ

Информация о ледниках взята из Всемирной службы мониторинга ледников (ВСМЛ) <https://wgms.ch/>.

ВСМЛ (2020 год, обновленные и более ранние отчеты). *Global Glacier Change Bulletin* No. 3 (2016–2017). Zemp, M., Gärtner-Roer, I., Nussbaumer, S. U., Bannwart, J., Rastner, P., Paul, F., and Hoelzle, M. (eds.), ISC(WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/WMO, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, 274 pp., публикация основана на версии базы данных: doi: https://wgms.ch/data_databaseversions/.

ДАННЫЕ ОБ ОСАДКАХ

В анализе использовались следующие наборы данных ГЦКО:

- Начальное приближение ежемесячно, doi: 10.5676/DWD_GPCC/FG_M_100, https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/gpcc_firstguess_doi_download.html
- Продукция мониторинга (версия 6), doi: 10.5676/DWD_GPCC/MP_M_V6_100 https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/gpcc_monitoring_v6_doi_download.html
- Полные данные за месяц (версия 2018), doi: 10.5676/DWD_GPCC/FD_M_V2018_100 https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/fulldata-monthly_v2018_doi_download.html
- Начальное приближение ежесуточно, doi: 10.5676/DWD_GPCC/FG_D_100 https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/gpcc_firstguess_daily_doi_download.html
- Полные данные за сутки (версия 2018), doi: 10.5676/DWD_GPCC/FD_D_V2018_100 https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/fulldata-daily_v2018_doi_download.html

Нормальным периодом, используемым в картах осадков, является период за 1951–2010 годы. Более длительный базисный период используется потому, что осадки более изменчивы, чем температура, и поэтому для получения надежного среднего значения необходим более длительный период усреднения. Это особенно важно в засушливых регионах, где осадки выпадают с перерывами.

Для индексов экстремальных осадков используется период 1982–2016 годов, поскольку именно этот период охватывается полным набором ежесуточных данных ГЦКО (версия 2018 года). Что касается оценки изменений годовых осадков, то более длительный базовый уровень позволяет более надежно оценить пороговые значения и средние значения, на которых основаны индексы экстремумов.

ДАННЫЕ НА ВСТАВКЕ ПО АРКТИКЕ

Данные на вставке по Арктике основаны на данных из других разделов настоящего доклада, на информации из региональных и страновых отчетов, а также на следующих наборах данных:

Комплект данных о температуре ERA5 Службы по вопросам изменения климата в рамках программы «Коперник» (C3S). Описано в работе Hersbach, H, Bell, B, Berrisford, P, et al. The ERA5 global reanalysis. Q J R Meteorol Soc. 2020; 146: 1999– 2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>, доступно по ссылке: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/ecv-for-climate-change?tab=overview>.

Комплект данных СМАК о выбросах от лесных пожаров и их интерпретация <https://atmosphere.copernicus.eu/copernicus-reveals-summer-2020s-arctic-wildfires-set-new-emission-records#>

Глобальная система ассимиляции данных о пожарах (ГСАДП) Службы мониторинга атмосферы в рамках Программы «Коперник» <https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/CAMS%3A+Global+Fire+Assimilation+System+%28GFAS%29+data+documentation>

Список участников

ЧЛЕНЫ ВМО, ВНЕСШИЕ ВКЛАДЫ

Австрия, Алжир, Аргентина, Армения, Бахрейн, Беларусь, Болгария, Босния и Герцеговина, Бразилия, Буркина-Фасо, Великобритания, Гватемала, Германия, Греция, Грузия, Гонконг, Китай; Дания, Израиль, Индия, Индонезия, Ирландия, Испания, Италия, Иордания, Казахстан, Камерун, Канада, Кипр, Китай, Колумбия, Конго, Коста-Рика, Кот-д'Ивуар, Латвия, Ливия, Литва, Люксембург, Маврикий, Мали, Молдова, Марокко, Нигерия, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Пакистан, Парагвай, Перу, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Саудовская Аравия, Северная Македония, Сенегал, Сербия, Сингапур, Словакия, Словения, Соединенное Королевство, Судан, США, Тунис, Турция, Украина, Узбекистан, Финляндия, Франция, Хорватия, Чешская Республика, Чили, Швейцария, Швеция, Эстония, Южная Африка, Япония, Региональный климатический центр (РКЦ) Региональной ассоциации VI ВМО.

ЦЕНТРЫ И УЧРЕЖДЕНИЯ, ПРЕДОСТАВИВШИЕ ДАННЫЕ

Глобальный центр климатологии осадков (ГЦКО), Метеорологическая служба Германии (DWD), Германия; Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы (НУОА), национальные центры информации об окружающей среде (НЦИОС), Тихоокеанская лаборатория по морской окружающей среде (ТЛМОС), США; Институт космических исследований имени Годдарда Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (ГИСС НАСА), США; Национальный центр данных по снегу и льду (НЦДСЛ), США; Метеорологическая служба Норвегии; Институт физики атмосферы (ИФА), Китайская академия наук; Центр океанических меганаук, Китайская академия наук; Научный комитет по антарктическим исследованиям (СКАР), СК; Национальный изотопный центр, ГНС Наука, Новая Зеландия; Национальный океанографический центр (НОЦ), СК; Центр передового опыта для экстремальных климатических явлений АНЦ, Университет Тасмании, Австралия; Институт биогеохимии им. Макса Планка, Германия; Метеобюро СК; Калифорнийский университет, США; Британское антарктическое общество (БАО), СК; ЕТН Цюрих (ЕТНЦ), Швейцария; Служба по вопросам изменения климата в рамках программы «Коперник» (СЗС); Служба мониторинга морской среды в рамках программы «Коперник» (КСММС); Служба мониторинга атмосферы в рамках программы «Коперник» (СМАК); Центр применения спутников для изучения океанского и морского льда (OSI SAF) Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (ЕВМЕТСАТ); Полярный портал, Дания; Университет Вуллонгонга, Австралия; СРОН, Нидерландский институт космических исследований; Отдел исследований по моделированию атмосферы, океана и земных систем, Институт метеорологических исследований, Япония; Организация по научным и промышленным исследованиям для стран Содружества (КСИРО), Австралия; Корейская метеорологическая администрация (КМА), Республика Корея; Международный институт космической науки, Швейцария; Институт океанографии Скриппса, УКСД, Сан-Диего, США; Японское метеорологическое агентство (ЯМА), Япония; ГРИД-Арендал, Норвегия; Всемирная программа исследований климата (ВПИК); Датский метеорологический институт (ДМИ), Дания; Бюро метеорологии, Австралия; Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды, СК; Портал по углероду Комплексной системы наблюдений за углеродом (КСНУ), Швеция; Океанографический институт в Вудс-Холле, Массачусетс, США; Национальный центр космических исследований (КНЕС), Франция; Меркатор Осеван Интернасьональ, Франция; Observatoire Midi-Pyrénées, Франция; ИФРЕМЕР, Франция; Университет Бреста, Франция; Национальный научно-исследовательский центр (ННИЦ), Франция; Научно-исследовательский институт для целей развития (ИРД), Франция; Лаборатория физики и пространственной океанографии (ЛФПО), Франция; Лаборатория геофизических, океанографических и космических исследований (ЛЕГОС), Франция; Институт моря Европейского университета (ИМЕУ), Франция; ЕКБН, Франция; Университет Сорбонны, Франция; Лаборатория океанографии Вильфранша, Франция; Всемирная служба мониторинга ледников (ВСМЛ); Глобальная служба криосферы ВМО; Глобальная служба атмосферы ВМО

УЧРЕЖДЕНИЯ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП); Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ); Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО); Управление Верховного комиссара Организации Объединенных Наций по делам беженцев (УВКБ ООН); Международная организация по миграции (МОМ); Всемирная продовольственная программа (ВПП); Международная океанографическая комиссия – Организация Объединенных Наций (МОК-ЮНЕСКО); Международный валютный фонд (МВФ)

ОТДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРТЫ

Сигне Аабоз (Метеослужба Норвегии), Джонатан Абрахамс (ВОЗ), Хорхе Альвар-Белтран (ФАО), Яна Бирнер (УВКБ ООН), Джессика Бланден (НЦИОС НУОА), Тим Бойер (Национальные центры информации об окружающей среде НУОА), Анни Казенав (ЛЕГОС КНЕС и ОМР, Франция), Лицзин Чэн (ИФА, Китайская академия наук, Китай; и Центр океанических меганаук, Китайская академия наук), Джослин Кристин Тернбулл (Национальный центр изотопов, GNS Science, Новая Зеландия), Эндрю Кротвелл (НУОА, США), Дамьен Десбрюйер (ИФРЕМЕР, Университет Бреста, СНРС, ИРД, ЛФПО, Франция), Катиа Домингес (НОЦ, Великобритания; и Показательный центр для климатических экстремумов, Университет Тасмании, Австралия), Эдвард Длугокенски (НУОА, США), Саймон Эгглстон (ВМО), Кристоф Гербиг (Институт биогеохимии Макса Планка, Германия), Джон Гилсон (Калифорнийский университет, США), Иван Гузенес (ЛЕГОС и ОМР, Франция), Франция, Люк Грегор (ЕТНЦ), Дэвид Гриффит (Университет Вуллонгонга, Австралия), Лоренцо Гуаданьо (МОМ), Брэд Холл (НУОА, США), Валентина Харан (приглашенный ученый в ВМО, Женевский университет), Ана Хойре (ФАО), Сандер Хоувелинг (СРОН, Нидерланды), Маттиас Хусс (ЕТНЦ), Аамер Иршад (ФАО), Масаеси Исии (Отдел исследований по моделированию атмосферы, океана и земных систем, Институт метеорологических исследований, Япония), Кирстен Исензе (МОК ЮНЕСКО), Грегори К. Джонсон (ТЛМОС НУОА, США), Армин Джордан (Институт биогеохимии Макса Планка, Германия), Мартен Каппелле (ЮНЕП), Джон Кеннеди (Метеобюро, СК), Рэйчел Киллик (Метеобюро, СК), Брайан А. Кинг (НОЦ, Великобритания), Николас Колодзейчик (Брестский университет, ННИЦ, ИРД, ИФРЕМЕР, ЛФПО, ИМЕУ, Франция), Пол Круммель (КСИРО, Австралия), Томас Лавернь (Метеослужба Норвегии), Хэен Ли (КМА, Республика Корея), Зои Миранда Лох (КСИРО, Австралия), Джон Лайман (ТЛМОС НУОА, США), Николас Миддлтон (ЮНЕП), Маева Монье (ЕКБН/ Меркатор Осеан Интернасьональ, Франция), Родика Ниту (ГСК/ВМО), Дидье Паоло Монселесан (КСИРО-океаны и атмосфера, Хобарт, Тасмания, Австралия), Лорена Морейра (Международный институт космической науки, Берн), Лев Неретин (ФАО), Стойка Нечева (Секретариат ВМО, Департамент науки и инноваций), Анна Ольхофф (ГОД, Партнерство ЮНЕП-ДТУ), Джорджия Перголини (ВФП), Хэмиш Д. Притчард (СКАР, БАО), Евгения Пугачева (МВФ), Клэр Рэнсом (приглашенный научный сотрудник ВМО, Институт международных исследований и развития), Дин Рем (Институт океанографии Скриппса, УКСД, Сан-Диего, Калифорния, США), Юсуке Савва (ЯМА, Япония), Роберт У. Шлегель (Университет Сорбонны, СНРС, Лаборатория океанографии Вильфранша), Тина Скулмейстер (ГРИД-Арендал), Катерина Шу (МОК ЮНЕСКО), Риа Сен (ВПП), Джой Шумаке-Гиймо (ВМО/ВОЗ), Майкл Спарроу (ВПИК/ВМО), Мартин Стендель (ДМИ), Фейсал Сайед (ФАО), Оксана Тарасова (Секретариат ВМО), Блэр Тревин (ведущий автор МГЭИК ОД6, Бюро метеорологии, Австралия), Джон Тернер (СКАР, БАО), Фрея Вамборг (ЕЦСПП), Алекс Вермюлен (Портал углерода, Швеция), Карина фон Шукман (Меркатор Осеан Интернасьональ, Франция), Ин Ван (ЮНЕП), Рэй Вайс (Институт океанографии Скриппса, США), Сьюзан Э. Вийффельс (КСИРО-океаны и атмосфера, Хобарт, Тасмания, Австралия и Океанографический институт Вудс-Хоул, США), Мишель Йонетани (УВКБ ООН), Маркус Зизе (Deutscher Wetterdienst, Германия)



За дополнительной информацией просьба обращаться:

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

**Strategic Communications Office
Cabinet Office of the Secretary-General**

Тел.: +41 (0) 22 730 83 14 – Факс: +41 (0) 22 730 80 27

Эл. почта: communications@wmo.int

public.wmo.int

