

Изменение климата, 2007 г. Последствия, адаптация и уязвимость

Резюме для политиков

Доклад Рабочей группы II Межправительственной группы экспертов по изменению климата

и

Техническое резюме

Доклад, принятый Рабочей группой II МГЭИК, но не утвержденный в деталях

Часть вклада Рабочей группы II
в Четвертый доклад Межправительственной группы
экспертов по изменению климата об оценках

Изменение климата, 2007 г. Последствия, адаптация и уязвимость

Редакторы:

Мартин Парри

Сопредседатель
Рабочей группы
II МГЭИК

Освальдо Канциани

Сопредседатель
Рабочей группы II МГЭИК

Жан Палютикофф

Глава отдела технической
поддержки
Рабочей группы II МГЭИК

Пол ван дер Линден

Заместитель главы отдела
технической поддержки
Рабочей группы II МГЭИК

Клер Хэнсон

Заместитель главы отдела
технической поддержки
Рабочей группы II МГЭИК

Часть вклада Рабочей группы II
в Четвертый доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата об оценках

© Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2007
Впервые издано в 2007 г.
ISBN 92-9169-421-5

Фото на обложке:
© Bjorn Svensson/Science Photo Library

Содержание

Разрешения на публикацию	iv
Предисловие	v
Вступление	vi
Резюме для политиков	1
Техническое резюме	25
TS.1 TS.1. Сфера, подход и методика оценки Рабочей группы II	28
TS.2 Текущие знания о наблюдаемых последствиях для естественных и управляемых систем	28
TS.3 Методы и сценарии	35
TS.4 Текущие знания о будущих последствиях	40
TS.5 Текущие знания о реагировании на изменение климата	90
TS.6 Успехи в знаниях и будущие потребности в исследованиях	102
Глоссарий	107

Разрешения на публикацию предоставлены следующими владельцами авторских прав:

Рис. TS.5: Из Nohara, D. and Co-authors, 2006: Impact of climate change on river runoff. *J. Hydrometeorol.*, **7**, 1076-1089. Перепечатано с разрешения Американского метеорологического общества.

Рис. TS.13: Перепечатано с разрешения Macmillan Publishers Ltd [Nature]: Schär, C. and Co-authors, 2004: The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*, **427**, 332-336. Copyright 2004.

Рис TS.17: Перепечатано из O'Brien, K. and Co-authors, 2004: Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environ. Chang.*, **14**, 303-313, по разрешению Elsevier.

Предисловие

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) была создана Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Программой ООН по окружающей среде в 1988 году с целью предоставления мировому сообществу новейшей и наиболее полной научно-технической и социально-экономической информации об изменении климата. С тех пор многотомные оценки МГЭИК сыграли существенную роль в стимулировании правительств к принятию и реализации политических документов по реагированию на изменение климата, включая Рамочную конвенцию ООН об изменении климата и Киотский протокол. Вряд ли что-либо могло быть столь своевременным, как Четвертый доклад МГЭИК об оценках, для мировых политиков в плане оказания им помощи в реагировании на вызов изменения климата.

«Изменение климата, 2007 г.: последствия, адаптация и уязвимость» - второй том Четвертого доклада МГЭИК об оценках. После подтверждения в первом томе, озаглавленном «Физическая научная основа», того факта, что изменение климата происходит уже сейчас, главным образом в результате деятельности человека, во втором томе иллюстрируются уже возникшие последствия глобального потепления, потенциал адаптации к рискам изменения климата и снижения уязвимости для таких рисков.

Основываясь более чем на 29000 рядах данных, этот доклад представляет гораздо более обширный набор доказательств наблюдаемых последствий, которые были собраны в ходе большого числа исследований на местах, проведенных за последние годы. Затем в отдельных главах проводится анализ текущих и проецируемых последствий по секторам. Большое внимание в докладе уделено региональным последствиям и стратегиям адаптации, с выявлением наиболее уязвимых сфер. В заключительном разделе представлен обзор взаимосвязи между адаптацией и смягчением последствий в контексте устойчивого развития.

Доклад «Последствия, адаптация и уязвимость» стал возможным благодаря преданности делу и добровольному труду большого числа ведущих ученых. Мы хотели бы выразить благодарность всем ведущим авторам-координаторам, ведущим авторам, содействующим

авторам, редакторам и рецензентам. Мы хотели бы также поблагодарить персонал отдела технической поддержки Рабочей группы II и Секретариата МГЭИК за самоотверженность в организации выпуска еще одного успешного доклада МГЭИК. Наконец, мы хотели бы выразить благодарность д-ру Раджендре К. Пачаури, председателю МГЭИК, за его терпеливое и неустанное управление процессом, а также д-ру Освальдо Канциани и д-ру Мартину Парри, сопредседателям Рабочей группы II, за их умелое руководство.

Мы также хотим выразить признательность и благодарность тем правительствам и учреждениям, которые внесли вклад в Доверительный фонд МГЭИК и поддержали участие своих ученых в процессе работы МГЭИК. Мы хотели бы особо упомянуть правительство Великобритании, которое финансировало отдел технической поддержки, Европейскую Комиссию и правительство Бельгии, которые приняли у себя пленарное заседание по утверждению доклада, и правительства Австралии, Австрии, Мексики и ЮАР, где проходили заседания по подготовке проекта доклада.

М. Жарро
Генеральный секретарь
Всемирной метеорологической организации

А. Штайнер
Исполнительный директор
Программы ООН по окружающей среде

Этот том представляет собой вклад Рабочей группы II в Четвертый доклад МГЭИК об оценках (ДО4) и содержит «Резюме для политиков», «Техническое резюме», главы Оценки и различные приложения. Сфера охвата, содержание и порядок подготовки доклада освещены во Введении, которое следует ниже.

Выражения признательности

Данный доклад является продуктом работы многих ученых, выступивших в роли авторов, рецензентов или редакторов (подробности приведены в разделе D Введения). Мы хотели бы выразить искреннюю благодарность за внесенный вклад им лично и их учреждениям, которые поддержали их участие в проекте.

Мы благодарим членов Бюро Рабочей группы II (это Эдмундо де Альба Алькарез, Абделькадер Аллали, Лука Кайфец-Богатадж, Джефф Лав, Джон Стоун и Жан-Паскаль ван Иперселе) за выполнение своих обязанностей с усердием и преданностью делу.

Затраты на содержание отдела технической поддержки (ОТП) и д-ра Парри были покрыты Министерством окружающей среды, продовольствия и сельских районов Великобритании (МОСПС). ОТП располагался в метеорологической службе центра Хедли (Великобритания). Благодарим Дэвида Уоррилоу (МОСПС), Дейва Григгса и Джона Митчелла (метеорологическая служба) за их поддержку, оказанную через упомянутые ведомства.

В процессе подготовки доклада было проведено четыре совещания авторов, и правительства Австрии, Австралии, Мексики и ЮАР любезно согласились, через своих координаторов, выступить в роли принимающей стороны. Заседание Рабочей группы II по утверждению доклада состоялось в Брюсселе по великодушному приглашению правительства Бельгии (через Мартину Вандерстретен) и Европейского Сообщества (через Ларса Мюллера). Благодарим от имени Рабочей группы II все эти правительства, учреждения и отдельных лиц за их гостеприимство и упорную работу.

Благодарим Секретаря МГЭИК, Ренате Крайст, и сотрудников Секретариата Лиу Цзянь, Руди Буржуа, Энни Куртин, Джоэль Фернандес и Каролу Сайбанте за эффективное и любезное внимание к нуждам Рабочей группы II, а также Марка Петерса, сотрудника подразделения конференций ВМО, за его работу по организации заседания в Брюсселе.

В заключение – но это не менее важно – выражаем признательность за исключительную преданность делу, проявленную в ходе всего процесса подготовки доклада, сотрудникам отдела технической поддержки Жану Палютикоф, Полу ван дер Линдену, Клер Хэнсон, Норе Притчард, Крису Сиру, Карле Энсинас и Ким Мэк.

Раджендра Пачаури

Председатель МГЭИК

Мартин Парри

Сопредседатель Рабочей группы II

Освальдо Канциани

Сопредседатель Рабочей группы II

Материал Рабочей группы II к Четвертому докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата об оценках

Резюме для политиков

Настоящее «Резюме для политиков» официально утверждено на 8-м заседании Рабочей группы II МГЭИК, Брюссель, апрель 2007 г.

Авторы проекта:

Нил Эджер, Прамод Аггарвал, Шардул Агравала, Джозеф Алькамо, Абделькадер Аллали, Олег Анисимов, Найджел Арнелл, Мишель Боко, Освальдо Канциани, Тимоти Картер, Джино Касасса, Улиссес Конфалониери, Рекс Виктор Круз, Эдмундо де Альба Алькараз, Уильям Истерлинг, Кристофер Филд, Андреас Фишлин, Б. Блер Фитцхаррис, Карлос Гей Гарсиа, Клер Хэнсон, Хидео Харасава, Кевин Хеннеси, Салим уль Хак, Роджер Джонс, Лука Кайфец Богатадж, Дэвид Кароли, Ричард Клейн, Збигнев Кундцевич, Мурари Лал, Родел Ласко, Джефф Лав, Лю Цзяньфу, Грациела Магрин, Луис Хосе Мата, Роджер Маклин, Беттина Мене, Гай Миджли, Нобуо Мимура, Монирул Кадер Мирза, Хосе Морено, Линда Морч, Изабель Нианг-Диоп, Роберт Николлз, Бела Новаки, Леонард Нерс, Энтони Ньонг, Майкл Оппенхаймер, Жан Палютикоф, Мартин Парри, Ананд Патвардхан, Патрисия Ромеро Ланкао, Синтия Розенцвейг, Стефен Шнайдер, Сергей Семенов, Джоэль Смит, Джон Стоун, Жан-Паскаль Ван Иперселе, Дэвид Вон, Колин Фогель, Томас Уилбенкс, По По Вонг, Ву Шаохонг, Гэри Йоэ

A. Введение

В настоящем документе изложены основные стратегически значимые выводы Четвертой оценки Рабочей группы II Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Оценка относится к нынешнему научному пониманию влияния изменения климата на естественные, управляемые и антропогенные системы, способности этих систем к адаптации и их уязвимости¹. Она основывается на предыдущих оценках МГЭИК и включает новые знания, полученные после публикации Третьего доклада об оценках.

Заявления в данном документе основаны на соответствующих главах Оценки, и главные источники указаны в конце каждого параграфа².

B. Текущие знания о наблюдаемых последствиях изменения климата для природной среды и среды обитания человека

В Четвертом докладе Рабочей группы I об оценках всесторонне рассмотрено наблюдаемое изменение климата. В данной части резюме материалов Рабочей группы II освещается взаимосвязь между наблюдаемым изменением климата и последними изменениями, наблюдаемыми в природной среде и в среде обитания человека.

Изложенные здесь заявления в значительной степени построены на комплектах данных, которые охватывают период с 1970 года. Количество исследований наблюдаемых трендов в физической и биологической среде и их взаимосвязь с региональными изменениями климата после публикации Третьего доклада об оценках в 2001 году существенно увеличились. Качество этих комплектов данных также улучшилось. Вместе с тем, имеет место заметный дефицит географического баланса в данных и литературе о наблюдаемых изменениях, причем явная нехватка отмечается в развивающихся странах.

Последние исследования позволили провести более широкую и более уверенную оценку взаимосвязи между наблюдаемым потеплением и последствиями по сравнению с Третьей оценкой. В упомянутой оценке был сделан вывод о том, что «существует высокая степень достоверности³ того, что последние региональные изменения температуры оказали заметное влияние на многие физические и биологические системы».

Из текущей Оценки мы делаем следующий вывод.

Данные наблюдений на всех континентах и в большинстве океанов показывают, что на многие естественные системы влияют региональные изменения климата, особенно повышение температуры.

В отношении изменений в снежном покрове, ледяном покрове и мерзлых грунтах (включая вечную мерзлоту⁴) существует высокая степень достоверности того, что эти изменения влияют на естественные системы. Вот примеры:

- расширение и увеличение количества ледниковых озер [1.3];
- повышение нестабильности почвы в районах вечной мерзлоты и усиление каменных лавин в горных районах [1.3];
- изменения в некоторых арктических и антарктических экосистемах, в том числе в биомах морского льда, а также у хищников, стоящих на высших ступеньках пищевой цепи [1.3, 4.4, 15.4].

На основании растущего числа свидетельств существует высокая степень достоверности того, что имеет место следующее воздействие на гидрологические системы:

- увеличение стока и более ранний весенний пик расхода во многих реках ледникового и снегового питания [1.3];
- потепление озер и рек во многих регионах, оказывающее влияние на термическую структуру и качество воды [1.3].

¹ Определения приведены в Концевой вставке 1.

² Источники заявлений указаны в квадратных скобках. Например, [3.3] означает раздел 3 главы 3. В указаниях источников используются следующие обозначения: F - «рисунок», B - «вставка», ES - «Рабочее резюме».

³ См. Концевую вставку 2.

⁴ См. Четвертую оценку Рабочей группы I.

На основании новых данных наблюдений за более широким кругом видов существует очень высокая степень достоверности того, что последнее потепление сильно влияет на земные биологические системы, вызывая, в частности, такие изменения:

- более раннее наступление весенних явлений, таких как распускание листьев, миграция птиц и кладка яиц [1.3];
- сдвиги в ареалах видов растений и животных, направленные к полюсам и вверх [1.3, 8.2, 14.2].

Исходя из данных спутниковых наблюдений с начала 1980-х годов, есть высокая степень достоверности того, что во многих регионах существует тенденция к более раннему «весеннему расцвету» растительности, связанному с более длительными периодами теплового роста вследствие последнего потепления [1.3, 14.2].

На основании значительных количества новых фактов существует высокая степень достоверности того, что наблюдаемые изменения в морских и пресноводных биологических системах связаны с повышением температуры воды, а также с сопутствующими изменениями в ледяном покрове, солености, содержании кислорода и циркуляции [1.3]. Это, в частности:

- сдвиги в ареалах и изменения в плотности водорослей, планктона и рыбы в высокоширотных океанах [1.3];
- увеличение плотности водорослей и зоопланктона в озерах, расположенных в высоких широтах и высоко над уровнем моря [1.3];
- изменения ареалов и более ранняя миграция рыбы в реках [1.3].

Поглощение антропогенного углерода с 1750 года привело к тому, что океан становится кислее, в частности, рН понизился в среднем на 0,1 единицы [Четвертая оценка Рабочей группы I МГЭИК]. Вместе с тем, последствия наблюдаемого окисления океана для морской биосферы еще не подкреплены документально [1.3].

⁵ Измеряется показателем растительности на основании относительной разности, который является относительной мерой количества зеленой растительности в том или ином районе на основании спутниковых изображений.

Глобальная оценка данных с 1970 года показала, что, вероятно⁶, антропогенное потепление оказало ощутимое влияние на многие физические и биологические системы.

За последние пять лет накопилось намного больше фактов, которые показывают, что изменения во многих физических и биологических системах связаны с антропогенным потеплением. Есть четыре совокупности фактов, которые, вместе взятые, подтверждают этот вывод:

1. В Четвертой оценке Рабочей группы I сделан вывод о том, что наблюдаемое повышение глобальной средней температуры с середины XX века большей частью было вызвано, весьма вероятно, наблюдаемым повышением концентрации антропогенных парниковых газов.
2. Из более чем 29000 рядов данных наблюдений⁷, собранных в ходе 75 исследований, которые демонстрируют значительное изменение во многих физических и биологических системах, более 89% согласуются с направлением изменения, ожидаемого в ответ на потепление (рис. SPM-1) [1.4].
3. Глобальный синтез исследований в данной оценке убедительно демонстрирует: весьма маловероятно, что пространственное согласование между регионами значительного потепления по всему земному шару и местами значительных наблюдаемых изменений во многих системах, связанных с потеплением, вызвано исключительно естественной изменчивостью температур или естественной изменчивостью систем (рис. SPM-1) [1.4].
4. Наконец, был проведен ряд исследований с моделированием, которые связали реакции некоторых физических и биологических систем с антропогенным потеплением путем сравнения наблюдаемых реакций этих систем моделируемыми реакциями, в которых естественные воздействия (солнечная активность и вулканы) и антропогенные воздействия (парниковые газы и аэрозоли)

⁶ См. Концевую вставку 2.

⁷ Подмножество приблизительно 29000 рядов данных было отобрано из почти 80000 рядов данных из 577 исследований. Они удовлетворяли следующим критериям: (1) завершились в 1990 г. или позже; (2) охватывали период минимум 20 лет; и (3) демонстрировали значительное изменение в любом направлении, согласно оценкам в отдельных исследованиях.

прямо разделены. Модели с комбинированными естественными и антропогенными воздействиями имитируют наблюдаемые реакции значительно лучше, чем модели, в которых учитываются только естественные воздействия [1.4].

Ограничения и пробелы препятствуют более полному объяснению причин наблюдаемых реакций систем на антропогенное потепление. Во-первых, проведенный анализ ограничен в плане количества учитываемых систем и пунктов. Во-вторых, естественная изменчивость температуры в региональном масштабе больше, чем в глобальном, что влияет на выявление изменений, вызванных внешним воздействием. Наконец, в региональном масштабе имеет место влияние и других факторов (таких, как изменения в землепользовании, загрязнение, инвазивные виды) [1.4].

Тем не менее, согласованность между наблюдаемыми и моделируемыми изменениями в некоторых исследованиях и пространственное совпадение значительного регионального потепления и стойкого влияния в глобальном масштабе достаточны для того, чтобы с высокой степенью достоверности заключить: антропогенное потепление за последние три десятилетия оказало заметное влияние на многие физические и биологические системы [1.4].

Проявляются и другие последствия региональных изменений климата для естественной среды и среды обитания человека, хотя многие из них распознать сложно вследствие адаптации и неклиматических факторов.

Последствия повышения температуры зарегистрированы в следующем (со средней степенью достоверности):

- влияние на ведение сельского и лесного хозяйства в высоких широтах северного полушария, в частности, более ранняя посадка культур весной, а также изменения в режимах возмущений в лесах из-за пожаров и вредителей [1.3];
- некоторые аспекты здоровья человека, такие как связанная с жарой смертность в Европе, переносчики инфекционных заболеваний в некоторых районах, аллергенная пыльца в высоких и средних широтах северного полушария [1.3, 8.2, 8.ES];

- некоторые виды деятельности человека в Арктике (например, охота и поездки по снегу и льду) и на средних высотах альпийских зон (например, горные виды спорта) [1.3].

Недавние изменения климата и климатические колебания начинают оказывать влияние на многие другие естественные и антропогенные системы, однако, исходя из опубликованной литературы, эти последствия еще не стали сформировавшимися трендами. Вот некоторые примеры:

- Поселения в горных регионах находятся под повышенным риском прорывных паводков ледниковых вод, вызываемых таянием ледников. Правительственные учреждения в некоторых местах начали реагировать на это строительством дамб и дренажными работами [1.3].
- В Африканском Сахеле более теплые и сухие условия привели к уменьшению продолжительности вегетационного периода, что отрицательно сказалось на сельскохозяйственных культурах. В южной части Африки более длинные засушливые сезоны и более неопределенные осадки требуют принятия мер по адаптации [1.3].
- Повышение уровня моря и человеческое развитие вместе содействуют потерям береговых водно-болотных угодий и мангровых болот, а также увеличению ущерба от затопления многих прибрежных областей [1.3].

С. Текущие знания о будущих последствиях

Ниже изложена подборка основных выводов относительно проекций последствий, а также некоторые выводы об уязвимости и адаптации в каждой системе, секторе и регионе для ряда изменений климата (несмягченных), проецируемых МГЭИК на текущее столетие⁸, которые, по оценкам, будут иметь значение для людей и окружающей среды⁹. Эти последствия часто отражают проекции изменений осадков и других переменных климата, а также температуры, уровня моря и концентрации углекислого газа в атмосфере. Порядок величины и сроки последствий будут меняться с объемом и временем изменения климата и, в некоторых случаях,

⁸ Изменения температуры выражаются как разница с периодом 1980-1999 гг. Чтобы выразить изменение относительно периода 1850-1899 гг., прибавьте 0,5°C.

⁹ Критерий выбора: порядок величины и время последствия, достоверность оценки, репрезентативный охват системы, сектора и региона.

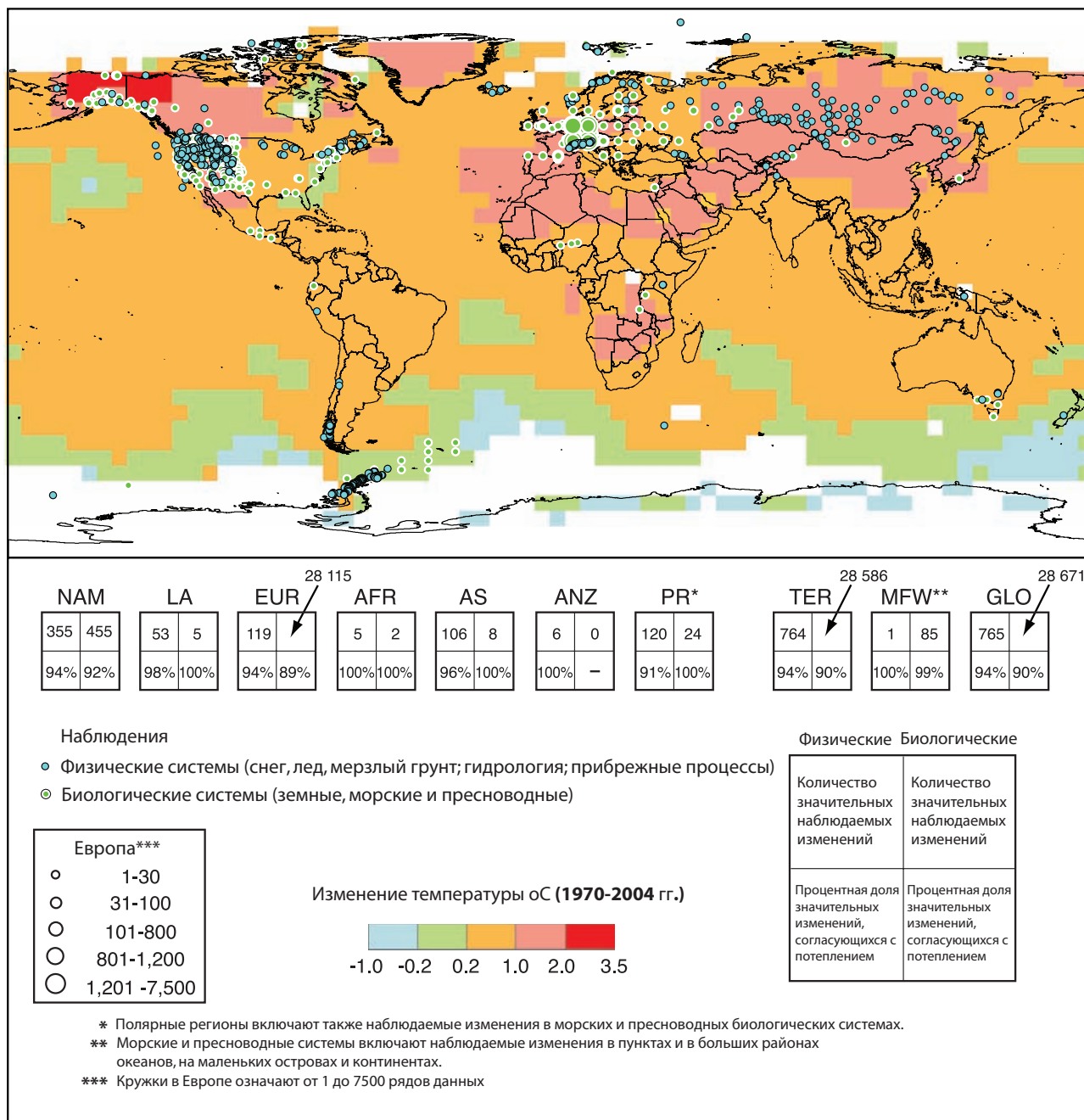


Рис. SPM-1. Места значительных изменений в наблюдениях за физическими системами (снег, лед, мерзлый грунт; гидрология; прибрежные процессы) и биологическими системами (земными, морскими и пресноводными) показаны вместе с изменениями приземной температуры воздуха за период 1970-2004 гг. Подмножество приблизительно 29000 рядов данных было отобрано из почти 80000 рядов данных, собранных в 577 исследованиях. Эти исследования соответствовали таким критериям: (1) завершились в 1990 г. или позже; (2) охватывали период минимум 20 лет; и (3) демонстрировали значительное изменение в любом направлении, согласно оценкам в отдельных исследованиях. Эти данные представляют около 75 исследований (из которых около 70 – новые, начатые после Третьей оценки) и содержат около 29000 рядов данных, из которых около 28000 взяты из европейских исследований. Белые участки не содержат достаточных данных наблюдений за климатом для оценки температурного тренда. В квадратах 2x2 показано общее количество рядов данных со значительными изменениями (верхний ряд) и процент тех, которые согласуются с потеплением (нижний ряд) для (i) континентальных регионов: Северной Америки (NAM), Латинской Америки (LA), Европы (EUR), Африки (AFR), Азии (AS), Австралии и Новой Зеландии (ANZ), полярных регионов (PR), и (ii) глобального масштаба: земные (TER), морские и пресноводные (MFW), глобальные (GLO). Количества исследований из семи региональных квадратов в сумме не дают глобальный итог (GLO), потому что количества для регионов, кроме полярных, не включают числа, относящиеся к морским и пресноводным системам (MFW) [Четвертая оценка Рабочей группы II, F1.8, F1.9; Четвертая оценка рабочей группы I, F3.9b].

способности к адаптации. Эти вопросы подробнее обсуждаются в последующих разделах данного документа.

Сейчас есть более конкретная информация по широкому кругу систем и секторов о характере будущих последствий, в том числе в некоторых областях, в предыдущих оценках не охваченных.

Ресурсы пресной воды и управление ими

К середине столетия среднегодовой речной сток и наличие воды, по прогнозам, увеличатся на 10-40% в высоких широтах и в некоторых влажных тропических районах и уменьшатся на 10-30% в некоторых засушливых регионах в средних широтах и сухих тропиках, в некоторых из которых в настоящее время имеет место дефицит воды. В некоторых местах и в определенные времена года изменения отличаются от этих годовых цифр. ** D¹⁰ [3.4]

Площадь районов, пораженных засухой, вероятно, увеличится. Сильные осадки, частота которых, весьма вероятно, возрастет, усилят риск наводнений. ** N [Четвертая оценка Рабочей группы I, Четвертая оценка Рабочей группы II 3.4]

В ходе столетия запасы воды, хранящейся в ледниках и снежном покрове, по прогнозам, уменьшатся, снижая водообеспеченность в регионах, снабжаемых талой водой с основных горных хребтов, где сейчас проживает более одной шестой части населения Земли. ** N [3.4]

В некоторых странах и регионах, которые признали проецируемые гидрологические изменения с соответствующими неопределенностями, разрабатываются процедуры адаптации и практика управления рисками в водном хозяйстве. *** N [3.6]

Экосистемы

В этом столетии устойчивость многих экосистем, вероятно, будет побеждена беспрецедентным

¹⁰ В тексте раздела С использованы следующие обозначения: Отношение к Третьей оценке:

D – дальнейшее развитие вывода Третьей оценки

N – новый вывод, в Третьей оценке отсутствующий

Степень достоверности во всем заявлении в целом:

*** очень высокая

** высокая

* средняя

сочетанием изменения климата, связанных с ним возмущений (например, наводнений, засухи, пожаров, нашествия насекомых, окисления океана) и других факторов глобальных изменений (например, изменений в землепользовании, загрязнения, чрезмерной эксплуатации природных ресурсов). ** N [4.1 - 4.6]

В течение текущего столетия чистое поглощение углерода земными экосистемами, вероятно, достигнет пика еще до середины столетия, а затем уменьшится или даже прекратится¹¹, усиливая таким образом изменение климата. ** N [4.ES, F4.2]

Приблизительно 20-30% видов растений и животных, по которым до сих пор проводилась оценка, вероятно, будут находиться в повышенной опасности вымирания, если рост глобальной средней температуры превысит 1,5-2,5°C. * N [4.4, T4.1]

При повышении глобальной средней температуры более чем на 1,5-2,5°C и с учетом сопутствующих концентраций углекислого газа в атмосфере проецируются серьезные изменения в структуре и функционировании экосистем, экологических взаимодействиях видов и ареалах видов, что будет сопровождаться особенно отрицательными последствиями для биоразнообразия, товаров и услуг экосистем, например, водных и пищевых ресурсов. ** N [4.4]

Прогрессирующее окисление океанов вследствие повышения содержания углекислого газа в атмосфере, как ожидается, будет иметь отрицательные последствия для морских раковинообразующих организмов (например, кораллов) и зависящих от них видов. * N [B4.4, 6.4]

Пищевые, волокнистые и лесные продукты

Продуктивность сельскохозяйственных культур, согласно проекциям, слегка возрастет в средних и высоких широтах при повышении местной средней температуры на 1-3°C в зависимости от культуры, а затем в некоторых регионах уменьшится больше чем на эту цифру. * D [5.4]

¹¹ Предполагая продолжение выбросов парниковых газов нынешними или более быстрыми темпами и другие глобальные изменения, в том числе изменения в землепользовании.

В более низких широтах, особенно в сезонно засушливых и тропических регионах, продуктивность сельскохозяйственных культур, согласно проекциям, снизится даже при небольшом повышении местной температуры (1-2°C), что повлечет за собой риск голода. * D [5.4]

В глобальном масштабе потенциал производства продуктов питания, согласно проекциям, возрастет при повышении местной средней температуры на 1-3°C, но при дальнейшем повышении он уменьшится. * D [5.4, 5.6]

Увеличение частоты засух и наводнений, согласно проекциям, отрицательно скажется на местном растениеводстве, особенно в натуральном хозяйстве в низких широтах. ** D [5.4, 5.ES]

Адаптация, например, изменение сортов культурных растений и времени посадки, позволяет поддерживать урожайность зерновых в низких, средних и высоких широтах на базовом уровне для умеренного потепления или выше этого уровня. * N [5.5]

В глобальном масштабе продуктивность деловой древесины умеренно возрастает с изменением климата в краткосрочной и среднесрочной перспективе, причем наблюдается значительная региональная изменчивость относительно глобального тренда. * D [5.4]

Вследствие продолжающегося потепления ожидаются региональные изменения в распространении и производстве конкретных видов рыб, причем проекции показывают отрицательные последствия для аквакультуры и рыбных промыслов. ** D [5.4]

Прибрежные системы и низменные районы

По прогнозам, берега будут подвергаться все большему риску, включая размывание, вследствие изменения климата и повышения уровня моря. Это влияние будет обостряться повышением антропогенного давления на прибрежные районы. *** D [6.3, 6.4]

Кораллы уязвимы для теплового напряжения и обладают низкой способностью к адаптации. Повышение температуры поверхности моря приблизительно на 1-3°C, согласно проекциям, приведет к более частым случаям обесцвечивания кораллов и повсеместной их смертности, если только у них не будет способности к тепловой адаптации или

акклиматизации. *** D [B6.1, 6.4]

На прибрежные заболоченные территории, в том числе солончаки и мангровые болота, по прогнозам, будет отрицательно влиять повышение уровня моря, особенно там, где они ограничены со стороны, обращенной к суше, или испытывают недостаток отложений. *** D [6.4]

Согласно проекциям, вследствие повышения уровня моря к 2080-м годам намного больше миллионов людей попадут в наводнения. Особенно высокий риск будет иметь место в тех густонаселенных и низменных районах, где способность к адаптации относительно низкая и где уже стоят другие проблемы, такие как тропические бури или локальное оседание берегов. Наибольшим количеством людей, попавших в наводнения, будет в мегадельтах Азии и Африки, поскольку небольшие острова особенно уязвимы. *** D [6.4]

Проблема адаптации берегов в развивающихся странах будет более острой, чем в развитых, учитывая ограниченную способность к адаптации. ** D [6.4, 6.5, T6.11]

Промышленность, поселения и общество

Затраты и выгоды, связанные с изменением климата, для промышленности, поселений и общества будут широко варьироваться по районам и масштабам. В совокупности, однако, суммарное воздействие будет, как правило, тем более отрицательным, чем более существенным будет изменение климата. ** N [7.4, 7.6]

Наиболее уязвимые отрасли, поселения и общества – те, что расположены в прибрежных долинах и зонах разлива рек, те, экономика которых тесно связана с чувствительными к климату ресурсами, и те, которые расположены в районах, подверженных экстремальным климатическим явлениям, особенно там, где происходит ускоренная урбанизация. ** D [7.1, 7.3, 7.4, 7.5]

Особенно уязвимыми могут быть бедные сообщества, в частности, сконцентрированные в районах высокого риска. Как правило, способность к адаптации у них более ограничена, и они больше зависят от климатически чувствительных ресурсов, таких как местные источники воды и пищи. ** N [7.2, 7.4, 5.4]

Там, где экстремальные метеорологические явления будут усиливаться и (или) учащаться, экономическая и социальная стоимость этих явлений будет увеличиваться, причем это увеличение будет значительным в тех областях, где влияние этих явлений сказывается наиболее непосредственно. Последствия изменения климата распространяются через обширные и сложные связи из непосредственно пораженных районов и отраслей в другие районы и отрасли. ** N [7.4, 7.5]

Здоровье

Проецируемые воздействия, связанные с изменением климата, вероятно, будут сказываться на состоянии здоровья миллионов людей, особенно тех, у кого способность к адаптации низкая, вследствие:

- расширения масштабов недоедания и связанных с ним нарушений, что влияет на рост и развитие детей;
- роста смертности, заболеваемости и травматизма из-за волн тепла, наводнений, бурь, пожаров и засухи;
- усиления тяжести заболеваний, связанных с расстройством пищеварения;
- увеличения частоты сердечно-легочных заболеваний из-за повышения концентрации озона в приземном слое атмосферы, связанного с изменением климата;
- изменения пространственного распределения переносчиков некоторых инфекционных заболеваний. ** D [8.4, 8.ES, 8.2]

Изменение климата, как ожидается, будет иметь комбинированные последствия, например, уменьшение и увеличение размаха и потенциала переноса малярии в Африке. ** D [8.4]

Исследования в умеренных зонах¹² показали, что изменение климата, согласно проекциям, принесет определенную пользу, в частности, уменьшится смертность от холода. В целом ожидается, однако, что эти выгоды компенсируются отрицательными последствиями повышения температуры для здоровья в мировом масштабе, особенно в развивающихся странах. ** D [8.4]

¹² Исследования проводились в основном в промышленно развитых странах.

Баланс положительных и отрицательных последствий для здоровья будет варьироваться от одного района к другому, меняясь со временем по мере продолжения повышения температуры. Критически важными будут факторы, которые непосредственно формируют здоровье населения, такие как образование, общественное здравоохранение и профилактика, развитие инфраструктуры и экономики. *** N [8.3]

Сейчас есть более конкретная информация в разрезе регионов мира о характере будущих последствий, в том числе по некоторым местам, не охваченным в предыдущих оценках.

Африка

К 2020 году от 75 до 250 млн. человек, согласно проекциям, будут страдать от обострения дефицита воды вследствие изменения климата. Вкупе с повышением спроса на воду это будет отрицательно влиять на средства к существованию и усугублять проблемы, связанные с водой. ** D [9.4, 3.4, 8.2, 8.4]

Сельскохозяйственное производство, в том числе доступ к продовольствию, во многих африканских странах и регионах, согласно проекциям, подвергнется серьезной опасности вследствие изменчивости климата и его изменений. Как ожидается, площадь, пригодная для сельского хозяйства, продолжительность вегетационного периода и урожайность будут уменьшаться. Это еще более отрицательно повлияет на продовольственную безопасность и усугубит недостаточность питания на континенте. В некоторых странах урожаи неорошаемых культур к 2020 году могут значительно сократиться, даже на 50%. ** N [9.2, 9.4, 9.6]

На местную продовольственную базу, по прогнозам, будет отрицательно влиять сокращение рыбных запасов в больших озерах из-за повышения температуры воды, что может усугубляться продолжением чрезмерного промысла рыбы. ** N [9.4, 5.4, 8.4]

К концу XXI века прогнозируемое повышение уровня моря будет влиять на низменные прибрежные районы с большим количеством населения. Стоимость адаптации могла бы составить минимум 5-10% валового внутреннего продукта (ВВП). По

прогнозам, мангровые болота и коралловые рифы будут продолжать деградировать, с дополнительными последствиями для рыбных промыслов и туризма. **D [9.4]

Новые исследования подтверждают, что Африка – один из самых уязвимых к изменчивости и изменениям климата континентов, поскольку для него характерно множество стрессов и низкая способность к адаптации. Определенная адаптация к нынешней изменчивости климата происходит, но этого может быть недостаточно для будущих изменений климата. ** N [9.5]

Азия

Таяние ледников в Гималаях, согласно проекциям, вызовет усиление наводнений и схода каменных лавин с дестабилизированных склонов, а также повлияет на водные ресурсы в следующие два-три десятилетия. За этим последует сокращение речного стока по мере убыли ледников. * N [10.2, 10.4]

Обеспеченность пресной водой в Центральной, Южной, Восточной и Юго-Восточной Азии, особенно в бассейнах крупных рек, согласно проекциям, вследствие изменения климата снизится, что, наряду с ростом численности населения и увеличением спроса, обусловленным более высоким уровнем жизни, в 2050-м годам могло бы отрицательно сказаться более чем на миллиарде людей. ** N [10.4]

Прибрежные районы, особенно густонаселенные зоны в мегадельтах рек Южной, Восточной и Юго-Восточной Азии, окажутся в наибольшей опасности из-за усиленного затопления морем, а в некоторых мегадельтах – реками. ** D [10.4]

Изменение климата, согласно проекциям, будет препятствовать устойчивому развитию большинства развивающихся стран Азии, так как оно усугубляет давление на природные ресурсы и окружающую среду, связанное с ускоренной урбанизацией, индустриализацией и экономическим развитием. ** D [10.5]

Согласно проекциям, к середине XXI века в Южной и Юго-Восточной Азии урожайность может возрасти на 20%, а в Центральной и Южной Азии – понизиться на 30%. В целом, учитывая влияние быстрого роста численности населения и урбанизации, риск голода,

согласно проекциям, в ряде развивающихся стран останется очень высоким. * N [10.4]

Эндемическая заболеваемость и смертность вследствие расстройств пищеварения, связанных в основном с наводнениями и засухами, в Восточной, Южной и Юго-Восточной Азии, как ожидается, будут возрастать вследствие прогнозируемых изменений в гидрологическом цикле, связанных с глобальным потеплением. Повышение температуры прибрежных вод усугубило бы распространенность и (или) токсичность холеры в Южной Азии. **N [10.4]

Австралия и Новая Зеландия

В результате уменьшения количества осадков и усиления испарения проблемы водной безопасности, согласно проекциям, к 2030 году обострятся в южной и восточной Австралии, в Нортленде и в некоторых восточных регионах Новой Зеландии. ** D [11.4]

Значительная потеря биоразнообразия проектируется к 2020 году в некоторых экологически богатых районах, включая Большой Барьерный риф и влажные тропики Квинсленда. Среди других районов с повышенным риском – болота Какаду, юго-западная Австралия, субантарктические острова и высокогорные области обеих стран. *** D [11.4]

Продолжающееся прибрежное развитие и рост численности населения в таких районах, как Кэрнс и Юго-Восточный Квинсленд (Австралия), а также Нортленд до бухты Изобилия (Новая Зеландия), согласно проекциям, к 2050 году усугубит риски, создаваемые повышением уровня моря, увеличением силы и частоты бурь и затопления прибрежных областей. *** D [11.4, 11.6]

Объем производства в сельском и лесном хозяйстве к 2030 году, согласно проекциям, снизится в большей части южной и восточной Австралии и в некоторых восточных районах Новой Зеландии вследствие усиления засухи и пожаров. В Новой Зеландии, однако, на начальных этапах проектируются выгоды в западных и южных районах, а также вблизи крупных рек – благодаря продлению вегетационного периода, ослаблению морозов и увеличению дождевых осадков. ** N [11.4]

Данный регион обладает значительной способностью к адаптации благодаря хорошо развитой экономике

и научно-техническому потенциалу, однако имеются существенные ограничения для осуществления и серьезные проблемы, вызванные изменениями в экстремальных явлениях. Естественные системы обладают ограниченной способностью к адаптации. ** N [11.2, 11.5]

Европа

Впервые зарегистрированы широкомасштабные последствия изменения нынешнего климата: отступление ледников, увеличение продолжительности вегетационного периода, сдвиг ареалов видов, последствия для здоровья из-за беспрецедентно сильной волны тепла. Эти наблюдаемые изменения согласуются с прогнозируемыми изменениями климата в будущем. *** N [12.2, 12.4, 12.6]

Ожидается, что почти на всех европейских регионах отрицательно скажутся некоторые будущие последствия изменения климата, и эти последствия создадут проблемы для многих отраслей экономики. Проекция показывает, что в Европе изменение климата усилит региональные различия в природных ресурсах и активах. Отрицательные последствия будут включать повышенный риск внезапных континентальных наводнений, более частые затопления прибрежных областей и усиление эрозии (вследствие бурь и повышения уровня моря). Большая часть организмов и экосистем столкнется со сложностями в адаптации к изменению климата. В горных районах будет наблюдаться отступление ледников, уменьшение снежного покрова, сокращение масштабов зимнего туризма, значительные потери видов (по сценариям с высоким уровнем выбросов в некоторых районах потери к 2080 году составят до 60%). *** D [12.4]

В Южной Европе изменение климата, согласно проекциям, ухудшит условия (высокие температуры и засуху) в регионе, уже уязвимом для изменчивости климата, а также снизит водообеспеченность, гидроэнергетический потенциал, масштабы летнего туризма и, в общем, продуктивность сельскохозяйственных культур. Кроме того, изменения климата повысят риск для здоровья вследствие волн тепла и учащения пожаров разрушительной силы. ** D [12.2, 12.4, 12.7]

В Центральной и Восточной Европе количество

осадков в летний период, согласно проекциям, уменьшится, вызывая более сильный водный стресс. Риски для здоровья из-за волн тепла, по прогнозам, возрастут. Продуктивность лесонасаждений, как ожидается, снизится, а частота пожаров на торфяниках - возрастет. ** D [12.4]

В Северной Европе изменение климата сначала, согласно проекциям, вызовет смешанные эффекты, в том числе определенные выгоды, такие как снижение спроса на отопление, повышение урожайности и интенсификация роста лесов. Однако по мере продолжения изменения климата его отрицательные последствия (в том числе более частые зимние наводнения, опасность для экосистем, повышенная нестабильность почвы), вероятно, перевесят полученные выгоды. ** D [12.4]

Для адаптации к изменению климата, вероятно, будет полезен опыт, накопленный при реагировании на экстремальные климатические явления, в частности, могут реализовываться упреждающие планы адаптации и управления рисками изменения климата. *** N [12.5]

Латинская Америка

К середине столетия повышение температуры и соответствующее уменьшение содержания почвенной влаги, по прогнозам, приведут к постепенной замене тропических лесов саваннами в восточной Амазонии. Будет наблюдаться тенденция замены полузасушливой растительности аридной. Существует опасность значительного сокращения биоразнообразия вследствие вымирания видов во многих районах тропической Латинской Америки. ** D [13.4]

В более сухих районах изменение климата, как ожидается, приведет к засолению и опустыниванию сельскохозяйственных земель. Продуктивность некоторых важных культур, согласно проекциям, снизится, как и продуктивность скота, что будет иметь отрицательные последствия для продовольственной безопасности. В умеренных зонах, согласно проекциям, возрастет урожайность сои. ** N [13.4, 13.7]

Повышение уровня моря, согласно проекциям, вызовет повышенный риск затопления в низменных районах. Увеличение температуры поверхности моря вследствие изменения климата, согласно

проекциям, будет иметь отрицательные последствия для центрально-американских коралловых рифов и вызовет сдвиги в расположении рыбных ресурсов в юго-восточной части Тихого океана. ** N [13.4, 13.7]

Изменения в характере осадков и исчезновение ледников, согласно проекциям, значительно повлияют на обеспеченность водой для потребления человеком, сельского хозяйства и производства энергии. ** D [13.4]

Некоторые страны предприняли усилия для адаптации, в частности, путем сохранения основных экосистем, внедрения систем заблаговременного предупреждения, управления рисками в сельском хозяйстве, принятия стратегий управления наводнениями, засухами и прибрежными территориями, использования систем санитарно-эпидемиологического надзора. Действенность этих усилий, однако, перевешивают такие факторы, как, в частности, отсутствие базовых информационных систем, систем наблюдения и мониторинга; отсутствие развитого потенциала и надлежащей политической, институциональной и технологической базы; низкий уровень доходов; поселения в уязвимых районах. ** D [13.2]

Северная Америка

Потепление в западных горах, согласно проекциям, вызовет уменьшение снежной массы, усиление зимних затоплений, сокращение потоков в летний период, что обострит конкуренцию за дефицитные водные ресурсы. *** D [14.4, B14.2]

Возмущения, вызываемые насекомыми-вредителями, болезнями и пожарами, согласно проекциям, будут иметь все большие последствия для лесов, в частности, период сильной пожарной опасности увеличится, а выжженная площадь расширится. *** N [14.4, B14.1]

Умеренное изменение климата в первые десятилетия века, согласно проекциям, приведет к повышению совокупной урожайности неорошаемого сельскохозяйственных культур на 5-20%, однако при этом между регионами будет наблюдаться значительная разница. Серьезные проблемы ожидаются для культур, которые уже приблизились к теплому краю своей пригодной области распространения или зависят от интенсивно используемых водных ресурсов. ** D [14.4]

В городах, которые в настоящее время испытывают воздействие волн тепла, как ожидается, количество, интенсивность и продолжительность таких периодов в течение столетия будет увеличиваться, с возможными отрицательными последствиями для здоровья. В наибольшей опасности будут находиться люди пожилого возраста. *** D [14.4].

Прибрежные общины и среды обитания все больше будут подвергаться воздействию изменения климата, которое будет взаимодействовать с развитием и загрязнением. Рост численности населения и растущая стоимость инфраструктуры в прибрежных районах повышают уязвимость к изменчивости климата и будущему его изменению, при этом убытки, согласно проекциям, будут увеличиваться, если будет возрастать сила тропических циклонов. Адаптация в настоящее время неравномерная, а готовность к усилению воздействия - низкая. *** N [14.4]

Полярные регионы

В полярных регионах основными проецируемыми биофизическими эффектами являются уменьшение толщины и площади ледников и ледовых щитов, а также изменения в естественных экосистемах с отрицательными последствиями для многих организмов, включая перелетных птиц, млекопитающих и высших хищников. В Арктике дополнительные последствия будут включать уменьшение площади морского льда и вечной мерзлоты, усиление береговой эрозии, увеличение глубины сезонного таяния вечной мерзлоты. ** D [15.3, 15.4, 15.2]

Для людей, живущих в Арктике, последствия, в частности, являющиеся результатом изменения состояния снега и льда, согласно проекциям, будут смешанными. Вредные последствия включали бы последствия для инфраструктуры и традиционного местного уклада жизни. ** D [15.4]

К возможным положительным последствиям нужно отнести сокращение затрат на отопление и более пригодные для плавания северные морские пути. * D [15.4]

В обоих полярных регионах конкретные экосистемы и сферы обитания, согласно проекциям, будут уязвимы, так как климатические барьеры для вторжений видов

снижены. ** D [15.6, 15.4]

Сообщества, живущие в Арктике, уже адаптируются к изменению климата, однако их способность к адаптации ставят под сомнение как внешние, так и внутренние стресс-факторы. Несмотря на устойчивость, которой во все времена отличались коренные жители Арктики, некоторые традиционные уклады жизни ставятся под угрозу, и необходимы значительные инвестиции для адаптации или реорганизации физических структур и сообществ. ** D [15.ES, 15.4, 15.5, 15.7]

Малые острова

Малые острова, как в тропиках, так и в более высоких широтах, обладают характеристиками, которые делают их особенно уязвимыми для последствий изменения климата, повышения уровня моря и экстремальных явлений. *** D [16.1, 16.5]

Ухудшение состояния берегов, например, вследствие эрозии пляжей и обесцвечивания кораллов, как ожидается, повлияет на местные ресурсы, например, на рыбные промыслы, и уменьшит ценность этих мест для туризма. ** D [16.4]

Повышение уровня моря, как ожидается, усилит заболачивание, штормовой нагон воды, эрозию и другие береговые факторы опасности, угрожая таким образом важнейшим объектам инфраструктуры, поселениям и объектам, которые поддерживают источники существования островитян. *** D [16.4]

Изменение климата, согласно проекциям, к середине столетия уменьшит объем водных ресурсов на многих малых островах, например, в Карибском море и Тихом океане, до уровня, когда их будет недостаточно для удовлетворения спроса в периоды слабых осадков. *** D [16.4]

При более высоких температурах, как ожидается, будут увеличиваться масштабы вторжения неаборигенных видов, особенно на островах средних и высоких широт. ** N [16.4]

Порядок величины сейчас можно оценить более методично для целого ряда возможных повышений глобальной средней температуры.

Со времени Третьей оценки МГЭИК было проведено много дополнительных исследований, особенно в регионах, которые раньше мало исследовались, и эти исследования позволили получить более систематическое понимание того, как на время и порядок величины последствий могут влиять изменения климата и уровня моря, связанные с разными объемами и темпами изменений глобальной средней температуры.

Примеры этой новой информации представлены в табл. SPM-1. Там отобраны пункты, которые считаются важными для людей и окружающей среды и для которых существует высокая степень достоверности в оценке. Все последствия взяты из глав Оценки, где имеется более подробная информация.

В зависимости от обстоятельств некоторые из этих последствий могли бы быть связаны с «основными уязвимостями», на основании ряда критериев, изложенных в литературе (порядок величины, сроки, стойкость/обратимость, потенциал адаптации, распределительные аспекты, вероятность и «важность» последствий).

Оценка возможных основных уязвимостей призвана дать информацию о темпах и уровнях изменения климата, которая поможет тем, кто принимает решение, давать надлежащие ответы на риски изменения климата. [19.ES, 19.1].

«Поводы для беспокойства», определенные в Третьей оценке, остаются жизнестойкой основой для рассмотрения основных уязвимостей. Недавние исследования позволили обновить некоторые из выводов Третьей оценки [19.3].

Весьма вероятно, что последствия изменения частоты и силы экстремальных метеорологических, климатических и связанных с повышением уровня моря явлений будут изменяться.

Со времени Третьей оценки МГЭИК возросла степень достоверности того, что в XXI веке некоторые метеорологические и экстремальные явления станут более частыми, более распространенными и (или) более сильными; кроме того, объем знаний о потенциальных эффектах таких изменений увеличился. Подборка этой информации представлена в табл. SPM-2.

(Последствия будут изменяться по степени адаптации, темпам изменения температуры и направлению социально-экономического развития)

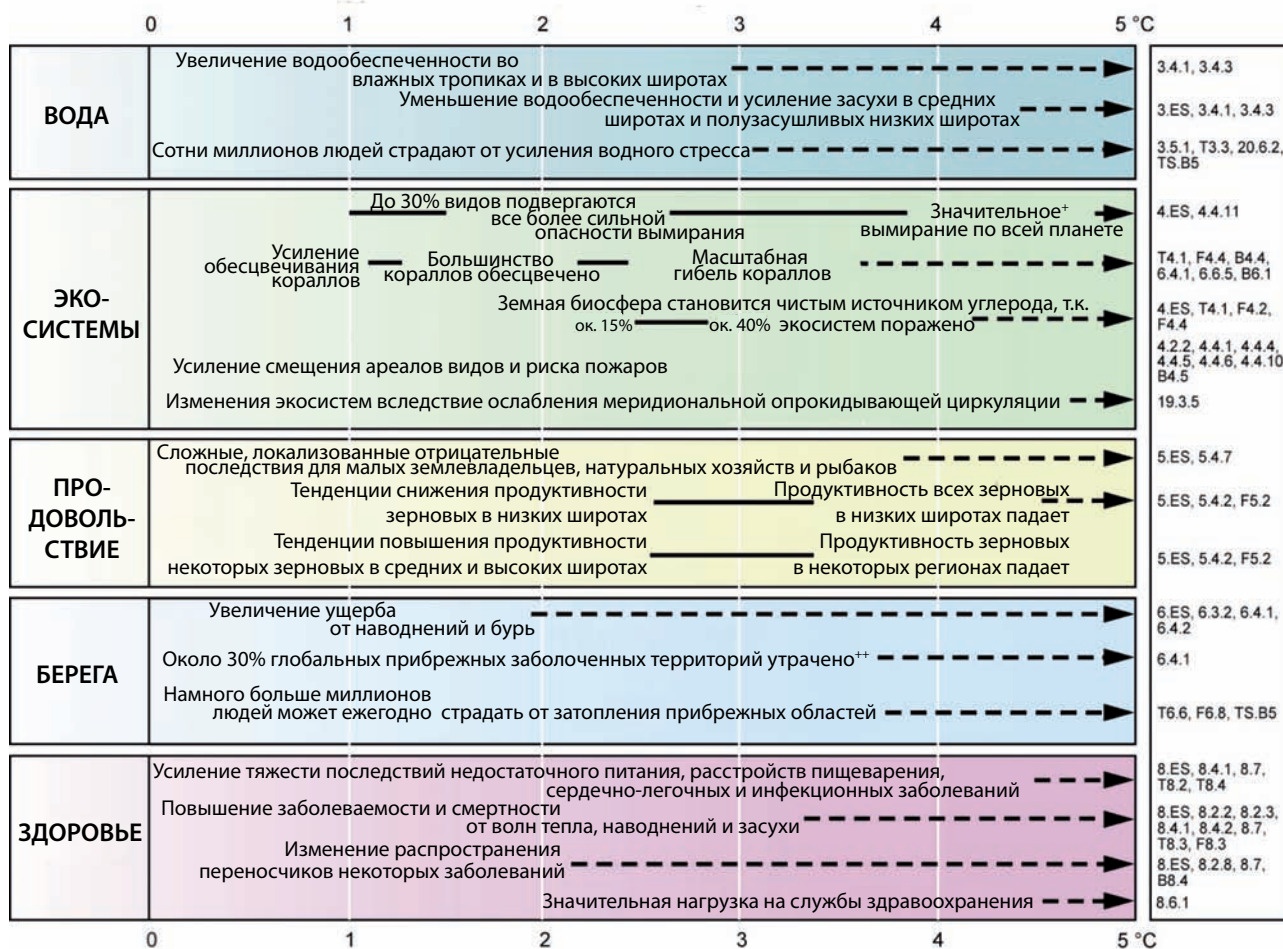


Табл. SPM-1. Иллюстративные примеры глобальных последствий, проецируемых для изменений климата (а также, где уместно, изменений уровня моря и концентрации углекислого газа в атмосфере), связанных с различной степенью повышения глобальной средней температуры поверхности в XXI веке [T20.7]. Черные линии связывают последствия, пунктирные стрелки обозначают последствия, продолжающиеся с повышением температуры. Текст размещен так, чтобы его левая сторона приблизительно совпадала с началом данного последствия. Количественные данные о дефиците воды и наводнениях представляют дополнительные последствия изменения климата относительно условий, проецируемых для диапазона сценариев A1F1, A2, B1 и B2 Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ) (см. Концевую вставку 3). Адаптация к изменению климата в этих оценках не учтена. Все данные взяты из опубликованных исследований, зарегистрированных в соответствующих главах Оценки. Источники указаны в правой колонке таблицы. Степень достоверности для всех заявлений – высокая.

Некоторые крупномасштабные климатические явления потенциально могут иметь очень серьезные последствия, особенно после XXI века.

Очень сильное повышение уровня моря, которое стало бы результатом распространенного разрушения ледников Гренландского и Западно-Антарктического ледовых щитов, предполагает существенные изменения береговых линий и экосистем, а

также затопление низменных районов, причем наибольшие последствия имели бы место в дельтах рек. Перемещение населения, экономической деятельности и инфраструктуры было бы дорогой и сложной задачей. Существует средняя степень достоверности того, что, по крайней мере, частичное разрушение Гренландского ледового щита и, возможно, Западно-Антарктического ледового щита имело бы место в течение периода продолжительностью от нескольких столетий до нескольких тысячелетий,

что вызвало бы повышение уровня моря на 4-6 м и более. Полное таяние Гренландского ледового щита и Западно-Антарктического ледового щита привело бы к повышению уровня моря соответственно на 7 и 5 м [Четвертая оценка Рабочей группы I, пп. 6.4, 10.7; Четвертая оценка Рабочей группы II, пп. 19.3].

На основании результатов моделей климата можно сделать вывод: весьма маловероятно, что меридиональная опрокидывающая циркуляция (МОЦ) в Северной Атлантике подвергнется в XXI веке серьезному резкому переходу. Замедление МОЦ в текущем столетии весьма вероятно, однако температура над Атлантикой и Европой, согласно проекциям, будет, тем не менее, повышаться, вследствие глобального потепления. Последствия масштабных и устойчивых изменений в МОЦ, вероятно, будут включать изменения в продуктивности морских экосистем, морских промыслах, поглощении углекислого газа океаном, концентрации кислорода в океане и земной растительности [Четвертая оценка Рабочей группы I, пп. 10.3, 10.7; Четвертая оценка Рабочей группы II, пп. 12.6, 19.3].

Последствия изменения климата будут варьироваться в региональном разрезе, однако в совокупности и с приведением к настоящему времени они, весьма вероятно, повлияют на чистые годовые затраты, которые будут со временем увеличиваться по мере повышения глобальной температуры.

В настоящей Оценке выясняется, что последствия будущего изменения климата в разных регионах будут разнородными. При повышении глобальной средней температуры менее чем на 1-3оС по сравнению с уровнем 1990 года некоторые последствия, согласно проекциям, в одних местах и отраслях создадут выгоды, а в других – затраты. Проецируется, однако, что в некоторых низкоширотных и полярных областях будут иметь место чистые затраты даже при незначительном повышении температуры. Весьма вероятно, что во всех регионах будет наблюдаться либо уменьшение чистой выгоды, либо увеличение чистых затрат при повышении температуры больше, чем приблизительно на 2-3°С [9.ES, 9.5, 10.6, T109, 15.3, 15.ES]. Этими наблюдениями подтверждаются изложенные в Третьей оценке свидетельства того, что, хотя развивающиеся страны, как ожидается, понесут

более значительные убытки в процентном отношении, глобальные средние убытки при потеплении на 4оС могут составить 1-5% ВВП [F20.3].

Сейчас доступны многие оценки совокупных чистых экономических затрат, вызванных ущербом от изменения климата в глобальном масштабе (т.е. общественная стоимость углерода (ОСУ), выраженная через будущие чистые выгоды и затраты, приведенные к настоящему времени). Экспертные оценки ОСУ за 2005 год дают среднюю цифру в 43 доллара США за 1 тонну углерода (тС) (т.е. 12 долларов за тонну углекислого газа), но диапазон вокруг этого среднего довольно широкий. Например, в обзоре 100 оценок значения варьируются от -10 долларов США за тонну углерода (-3 доллара за тонну углекислого газа) до 350 долларов за тонну углерода (95 долларов за тонну углекислого газа) [20.6].

Такие большие диапазоны ОСУ в значительной мере обусловлены различиями в предположениях относительно чувствительности климата, запаздывания реакции, трактовки риска и объективности, экономических и неэкономических последствий, учета потенциально катастрофических убытков и коэффициентов приведения. Весьма вероятно, что глобальные совокупные цифры недооценивают стоимость ущерба, потому что они не могут включать многие последствия, которые не выражаются количественно. В общем и целом диапазон опубликованных фактов показывает, что чистая стоимость ущерба от изменения климата, вероятно, будет значительной и со временем будет повышаться [T20.3, 20.6, F20.4].

Практически определено, что совокупные оценки затрат маскируют значительные различия в последствиях по секторам, регионам, странам и категориям населения. В некоторых местах и среди некоторых групп населения с высокой степенью воздействия, высокой чувствительностью и (или) низкой способностью к адаптации чистые затраты будут значительно более высокими, чем глобальная совокупная оценка [20.6, 20.ES, 7.4].

Явление и направление тренда ^а	Вероятность будущих трендов на основании проекций на XXI век по сценариям СДСВ	Примеры основных проецируемых последствий по секторам			
		Сельское хозяйство, лесное хозяйство и экосистемы [4.4, 5.4]	Водные ресурсы [3.4]§	Здоровье человека [8.2]	Про-мышленность, поселения и общество [7.4]
На большинстве участков суши теплее, меньше холодных дней и ночей, теплее и более частые жаркие дни и ночи	Практически определено ^б	Повышение урожайности в более холодных средах; понижение урожайности в более теплых средах; усиление всплеск активности насекомых	Влияние на водные ресурсы, зависящие от таяния снегов; влияние на некоторые источники воды	Снижение уровня смертности за счет уменьшения воздействия холода	Снижение спроса на энергию для отопления; повышение спроса на охлаждение; снижение качества воздуха в городах; уменьшение ущерба для транспорта из-за снега и льда; влияние на зимний туризм
Теплые периоды/ волны тепла. Частота растет на большинстве участков суши	Весьма вероятно	Понижение урожайности в более теплых областях из-за теплового напряжения; повышение опасности пожаров разрушительной силы	Повышение спроса на воду; проблемы с качеством воды, например, цветение из-за быстрорастущих водорослей	Повышенный риск смертности из-за жары, особенно среди пожилых людей, хронически больных, очень маленьких детей и социально изолированных лиц	Снижение качества жизни людей, не имеющих надлежащего жилья, в теплых областях; последствия для пожилых людей, очень маленьких детей и бедных лиц
Сильные осадки. Частота (или доля общих осадков от сильных дождей) в большинстве районов растет	Весьма вероятно	Повреждение урожая; эрозия почв, невозможность обработки земли из-за обводнения почв	Неблагоприятные эффекты для качества поверхности и грунтовых вод; загрязнение источников воды; дефицит воды может быть смягчен	Повышение риска смертности, травматизма, инфекционных, респираторных и кожных болезней	Разрушение поселений, торговли, транспорта и обществ из-за наводнений; давление на городские и сельские инфраструктуры; потеря имущества
Площадь, пораженная засухой, увеличивается	Вероятно	Деградация земель, понижение урожайности, повреждение урожая, неурожай; повышение уровня смертности скота; повышение риска пожаров разрушительной силы	Более распространенный водный стресс	Повышение риска дефицита продовольствия и воды; повышение риска недоедания; повышение риска заболеваний водного и пищевого происхождения	Нехватка воды для поселений, промышленности и обществ; уменьшение потенциала выработки гидроэлектро-энергии; потенциал миграции населения

Явление и направление тренда ^а	Вероятность будущих трендов на основании проекций на XXI век по сценариям СДСВ	Примеры основных проецируемых последствий по секторам			
		Сельское хозяйство, лесное хозяйство и экосистемы [4.4, 5.4]	Водные ресурсы [3.4]§	Здоровье человека [8.2]	Про-мышленность, поселения и общество [7.4]
Интенсивная тропическая циклонная активность растет	Вероятно	Повреждение урожая; вырывание деревьев с корнями ветром; повреждение коралловых рифов	Нарушения в энергоснабжении вызывают перебои в коммунальном водоснабжении	Повышение риска смертности, травматизма, заболеваний водного и пищевого происхождения; посттравматические стрессовые расстройства	Разрушения наводнениями и сильными ветрами; аннулирование частными страховщиками в уязвимых районах, потенциал миграции населения, потеря имущества
Повышенное количество случаев экстремально высокого уровня моря (без цунами) ^с	Вероятно ^д	Засоление ирригационной воды, устьев и пресноводных систем	Diminution d'eaux douces due à l'intrusion d'eau salée	Повышение риска смертности и травматизма из-за наводнений; связанные с миграцией последствия для здоровья	Затраты на укрепление берегов в сравнении с затратами на изменение землепользования; потенциал перемещения населения и инфраструктуры; см. также тропические циклоны выше

- (а) Более подробную информацию об определениях см. в табл. 3.7 Четвертой оценки Рабочей группы I.
- (б) Потепление самых экстремальных дней и ночей каждый год.
- (с) Экстремально высокий уровень моря зависит от среднего уровня моря и от региональных метеорологических систем. Здесь он определен как самый высокий 1% из часовых значений наблюдаемого уровня моря в точке за данный базовый период.
- (д) Во всех сценариях проекции глобального среднего уровня моря на 2100 год выше, чем в базовом периоде [раздел 10.6 Четвертой оценки Рабочей группы I]. Эффект изменений в региональных метеорологических системах на экстремальные значения уровня моря не оценивался.

Табл. SPM-2. Примеры возможных последствий изменения климата в результате изменений в экстремальных метеорологических и климатических явлениях, на основании проекций на период с середины до конца XXI века. Здесь не учтено изменение и развитие способности к адаптации. Примеры всех последствий приведены в главах полной Оценки (см. источник в шапках столбцов). Первые два столбца таблицы (выделенные желтым цветом) взяты непосредственно из Четвертой оценки Рабочей группы I (табл. SPM-2). Оценки вероятности в столбце 2 относятся к явлениям, перечисленным в столбце 1. Направление тренда и вероятность явлений указаны для проекций изменения климата, приведенных в СДСВ МГЭИК.

D. Текущие знания о реагировании на изменение климата

В настоящее время происходит определенная адаптация к наблюдаемому и проецируемому будущему изменению климата, но в ограниченных масштабах.

Со времени Третьей оценки МГЭИК появились новые доказательства того, что деятельность человека адаптируется к наблюдаемому и ожидаемому изменению климата. Например, изменение климата учитывается в разработке инфраструктурных проектов, таких как укрепление берегов на Мальдивах и в Нидерландах и мост Конфедерации в Канаде. Среди других примеров – предотвращение прорывных паводков ледниковых озер в Непале, политика и стратегии, такие как управление водными ресурсами в Австралии и реакция правительства на волны тепла, например, в некоторых европейских странах [7.6, 8.2, 8.6, 17.ES, 17.2, 16.5, 11.5].

Адаптация будет необходима для реагирования на последствия потепления, которое уже неизбежно из-за выбросов в прошлом.

Выбросы, имевшие место в прошлом, по оценкам, неизбежно вызовут определенное потепление (к концу столетия доля этого фактора составит $0,6^{\circ}\text{C}$ по сравнению с уровнем 1980-1999 гг.), даже если концентрация парниковых газов в атмосфере останется на уровне 2000 года (см. Четвертую оценку Рабочей группы I). Имеет место ряд последствий, для которых адаптация – единственный доступный и надлежащий ответ. Указания на эти последствия можно увидеть в табл. SPM-1.

Есть широкий спектр вариантов адаптации, однако для уменьшения уязвимости к будущему изменению климата необходима более всесторонняя адаптация, чем сейчас. Существуют преграды, пределы и затраты, но полного понимания их нет.

Как ожидается, последствия будут возрастать с ростом глобальной средней температуры, как отмечено в табл. SPM-1. Хотя на многие ранние последствия

изменения климата можно эффективно реагировать путем адаптации, возможности успешной адаптации с усилением изменения климата уменьшаются, а связанные с ней затраты увеличиваются. В настоящее время у нас нет четкой картины пределов адаптации или связанных с ней затрат, частично потому, что действенные меры по адаптации сильно зависят от конкретных географических и климатических факторов риска, а также от институциональных, политических и финансовых ограничений [7.6, 17.2, 17.4].

Набор потенциальных адаптивных ответных мер, доступных человеческому обществу, очень велик, начиная с чисто технологических (например, мер по защите моря) и поведенческих (изменений в питании и отдыхе) и кончая управленческими (например, изменениями в методах ведения сельского хозяйства) и политическими (например, нормативными актами по планированию). Хотя в некоторых странах известны и развиты большинство технологий и стратегий, в изученной литературе не указано, насколько действенны различные варианты¹³ в полном уменьшении рисков, особенно при более высоких уровнях потепления и связанных с ним последствий, а также для уязвимых групп. Кроме того, существуют труднопреодолимые экологические, экономические, информационные, социальные, эмоционально-оценочные и поведенческие препятствия к осуществлению адаптации. Для развивающихся стран наличие ресурсов и развитие способности к адаптации особенно важны [см. разделы 5 и 6 в главах 3-16, а также пп. also 17.2, 17.4].

Адаптация сама по себе, как ожидается, не сможет обеспечить нейтрализацию всех проецируемых эффектов изменения климата, особенно в долгосрочной перспективе, поскольку большинство последствий возрастают по величине [табл. SPM-1].

Уязвимость к изменению климата может усугубляться присутствием других стрессов.

Неклиматические стрессы могут повышать уязвимость к изменению климата, снижая устойчивость, а также уменьшать способность к адаптации из-за выделения ресурсов на конкурирующие потребности. Например, нынешние стрессовые воздействия на

¹³ Таблица вариантов приведена в «Техническом резюме».

некоторые коралловые рифы включают загрязнение моря и сброс химических отходов сельского хозяйства, а также повышение температуры воды и окисление океана. Уязвимые регионы подвергаются многочисленным стрессам, которые воздействуют на их незащищенность и чувствительность, а также влияют на способность к адаптации. Эти стрессы возникают, например, из-за нынешних климатических опасностей, бедности и неравного доступа к ресурсам, отсутствия продовольственной безопасности, тенденций экономической глобализации, конфликтов и распространенности таких болезней, как ВИЧ/СПИД [7.4, 8.3, 17.3, 20.3].

Меры по адаптации редко принимаются в ответ только на изменение климата; они могут включаться, к примеру, в управление водными ресурсами, укрепление берегов и стратегии снижения рисков [17.2, 17.5].

Будущая уязвимость зависит не только от изменения климата, но и от пути развития.

Важным шагом вперед со времени Третьей оценки МГЭИК стало проведение исследований последствий ряда различных путей развития с учетом не только проецируемого изменения климата, но и проецируемых социальных и экономических изменений. Большинство этих исследований основывается на характеристиках населения и уровня доходов, взятых из Специального доклада МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ) (см. Концевую вставку 3) [2.4].

Эти исследования показывают, что проецируемые последствия изменения климата могут значительно варьироваться в зависимости от предполагаемого пути развития. Например, по разным сценариям могут быть большие различия между регионами в численности населения, уровнях доходов и научно-техническом развитии, которые часто являются серьезным фактором, определяющим уровень уязвимости к изменению климата [2.4].

В качестве иллюстрации отметим, что в ряде недавних исследований по глобальным последствиям изменения климата для продовольственной базы, риска затопления прибрежных областей и дефицита воды проекция числа затертых этими последствиями людей значительно больше по сценарию развития типа А2 (который характеризуется относительном

низким доходом на душу населения и значительным ростом численности населения), чем по другим сценариям СДСВ [Т20.6]. Эта разница в большой степени объясняется не различиями в изменениях климата, а различиями в уязвимости [Т6.6].

Устойчивое развитие¹⁴ может снизить уязвимость к изменению климата, однако изменение климата может стать препятствием к продвижению государств по пути устойчивого развития.

Устойчивое развитие может снизить уязвимость к изменению климата благодаря повышению способности к адаптации и укреплению эластичности. В настоящее время, однако, только в незначительном числе планов по содействию устойчивости прямо предусматривается либо адаптация к последствиям изменения климата, либо развитие способности к адаптации [20.3].

С другой стороны, весьма вероятно, что изменение климата может замедлить темпы прогресса в направлении устойчивого развития либо непосредственно – в результате усиленного воздействия неблагоприятных последствий, либо косвенно – в результате разрушения способности к адаптации. Этот момент четко продемонстрирован в тех разделах отраслевых и региональных глав данного доклада, где обсуждаются последствия для устойчивого развития [см. раздел 7 в главах 3-8, 20.3, 20.7].

Одной мерой прогресса в направлении устойчивого развития являются Цели развития тысячелетия (ЦРТ). В следующие полвека изменение климата могло бы помешать достижению ЦРТ [20.7].

Многих последствий можно избежать, многие последствия можно уменьшить или затормозить путем смягчения.

¹⁴ В данной оценке использовано определение устойчивого развития, данное Комиссией Брундтланд: «развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего без опасности для способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Это же определение было использовано в Третьей оценке и комплексных докладах Рабочей группы II МГЭИК.

На данный момент проведено незначительное количество оценок последствий по сценариям, в которых предполагается стабилизация концентраций парниковых газов в атмосфере в будущем. Хотя эти исследования не полностью учитывают неопределенности в проекциях климата при стабилизации, они, тем не менее, позволяют увидеть объем ущерба, которого удастся избежать, или сниженную уязвимость и риски при различных объемах сокращения выбросов [2.4, T20.6].

Портфель мер по адаптации и смягчению последствий может снизить риски, связанные с изменением климата.

Даже самые убедительные усилия по смягчению не позволят избежать дальнейших последствий изменения климата в следующие несколько десятилетий, что делает адаптацию важнейшей задачей, особенно для реагирования на краткосрочные последствия. Несмягченное изменение климата в долгосрочной перспективе, вероятно, могло бы превысить способность к адаптации естественных, управляемых и антропогенных систем [20.7].

Это подсказывает мысль о портфеле или наборе стратегий, который включает смягчение последствий, адаптацию, научно-техническое развитие (для усиления как адаптации, так и смягчения последствий) и исследования (в области климатологии, последствий, адаптации и смягчения). В таких портфелях могла бы сочетаться политика с основанными на стимулировании подходами и действиями на всех уровнях – от отдельных граждан до национальных правительств и международных организаций [18.1, 18.5].

Единственный путь повысить способность к адаптации – обеспечить учет последствий изменения климата в планировании развития [18.7], например, посредством:

- включения мер по адаптации в планирование землепользования и проектирование инфраструктуры [17.2];
- включения мер по снижению уязвимости в существующие стратегии уменьшения риска катастроф [17.2, 20.8].

Е. Потребности в систематическом наблюдении и исследованиях

Хотя наука предоставления политикам информации о последствиях изменения климата и потенциале адаптации со времени Третьей оценки усовершенствовалась, она все равно оставляет без ответа многие важные вопросы. В главах Четвертой оценки Рабочей группы II приведен ряд мнений о приоритетах дальнейших наблюдений и исследований, и эти рекомендации следует серьезно учесть (перечень рекомендаций приведен в разделе TS-6 «Технического резюме»).

Концевая вставка 1. Определения основных терминов

Изменение климата в терминологии МГЭИК означает любое изменение климата во времени, как вследствие естественной изменчивости, либо в результате деятельности человека. Это определение отличается от принятого в Рамочной конвенции ООН об изменении климата, где изменение климата определяется как изменение, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени.

Способность к адаптации – это способность какой-либо системы приспосабливаться к изменениям климата (включая изменчивость климата и экстремальные явления) с целью снизить потенциальный ущерб, воспользоваться возможностями или справиться с последствиями.

Уязвимость – это степень, в которой система подвержена неблагоприятному воздействию в результате изменения климата или неспособна противостоять этим изменениям, включая изменчивость климата и экстремальные явления. Уязвимость зависит от характера, порядка величины и скорости изменения климата и колебаний, которым подвергается система, ее чувствительности и способности к адаптации.

Данная вставка с основными определениями взята из Третьей оценки и прошла предварительное построчное утверждение Группой экспертов.

Концевая вставка 2. Трактовка неопределенностей в Четвертой оценке Рабочей группы II

Совокупность терминов, описывающих неопределенности в существующих знаниях, является общей для всех частей Четвертой оценки МГЭИК.

Описание степени достоверности

Авторы присвоили степень достоверности основным положениям «Технического резюме» на основе своей оценки существующих знаний следующим образом:

Терминология

Очень высокая степень достоверности
Высокая степень достоверности
Средняя степень достоверности
Низкая степень достоверности
Очень низкая степень достоверности

Степень достоверности в правильности

Минимум 9 шансов из 10
Около 8 шансов из 10
Около 5 шансов из 10
Около 2 шансов из 10
Меньше 1 шанса из 10

Описание вероятности

Вероятность означает вероятностную оценку наступления в прошлом или в будущем некоторого четко определенного исхода и может основываться на количественном анализе или на определении мнений экспертов. В «Техническом резюме», когда авторы оценивают вероятность определенных исходов, используются следующие значения:

Терминология	Вероятность наступления/исхода
Практически определено	Вероятность наступления > 99%
Весьма вероятно	Вероятность от 90 до 99%
Вероятно	Вероятность от 66 до 90%
Почти так же вероятно, как и нет	Вероятность от 33 до 66%
Маловероятно	Вероятность от 10 до 33%
Весьма маловероятно	Вероятность от 1 до 10%
Исключительно маловероятно	Вероятность < 1%

Концевая вставка 3. Сценарии выбросов по Специальному докладу МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ)

A1. Сюжетная линия и сценарная семья A1 содержат описание будущего мира, характеризуемого очень быстрым экономическим ростом, глобальным населением, показатели которого достигают пиковых значений в середине века с последующим уменьшением, а также быстрым внедрением новых и более эффективных технологий. основополагающими темами являются: постепенное сближение разных регионов, укрепление потенциала и активизация культурных и социальных взаимосвязей при значительном уменьшении региональных различий в доходе на душу населения. Сценарная семья A1 разделяется на три группы, дающие описание альтернативных вариантов технологического изменения в энергетической системе. Три группы A1 отличаются своим центральным технологическим элементом. Значительная доля ископаемых видов топлива (A1F1), неископаемые источники энергии (A1T) или равновесие между всеми источниками (A1B) (где равновесие определяется в качестве не слишком большой зависимости от одного конкретного источника энергии, исходя из того, что аналогичные темпы повышения эффективности применяются в отношении всех технологий энергоснабжения и конечного использования).

A2. В сюжетной линии и сценарной семье A2 дается описание очень неоднородного мира. основополагающей темой является самообеспечение и сохранение местной самобытности. Показатели рождаемости в разных регионах очень медленно сближаются, результатом чего является постоянный рост общей численности населения. Экономическое развитие имеет главным образом региональную направленность, а экономический рост в расчете на душу населения и технологические изменения являются более фрагментарными и медленными по сравнению с другими

сюжетными линиями.

В1. Сюжетная линия и сценарная семья В1 содержат описание движущегося в одном направлении мира с тем же самым глобальным населением, которое достигает максимальной численности в середине века, а затем уменьшается, как и в сюжетной линии А1, однако при быстрых изменениях в экономических структурах в направлении сервисной и информационной экономики с уменьшением материальной интенсивности и внедрением чистых и ресурсосберегающих технологий. Главное внимание уделяется глобальным решениям экономической, социальной и экологической устойчивости, включая большую справедливость, но без дополнительных инициатив, связанных с климатом.

В2. Сюжетная линия и сценарная семья В2 содержат описание мира, в котором главное внимание уделяется локальным решениям проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно увеличивающимся глобальным населением при темпах ниже, чем А2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрыми и более разнообразными технологическими изменениями по сравнению с сюжетными линиями А1 и В1. Хотя данный сценарий также ориентирован на охрану окружающей среды и социальную справедливость, главное внимание в нем уделяется местным и региональным уровням.

Для каждой из шести сценарных групп - А1В, А1F1, А1Т, А2, В1 и В2 - был выбран иллюстративный сценарий. Все сценарии следует рассматривать как одинаково рациональные.

Сценарии СДСВ не включают дополнительные климатические инициативы, что означает отсутствие сценариев, которые прямо подразумевают выполнение Рамочной конвенции ООН по изменению климата или достижение целей по выбросам, поставленных в Киотском протоколе.

Данная вставка с описанием сценариев СДСВ взята из Третьей оценки и прошла предварительное построчное утверждение Группой экспертов.