

# МГЭИК

МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ГРУППА ЭКСПЕРТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

## ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, 2014 Г.

*Воздействия, адаптация и уязвимость*

Резюме, Часто задаваемые вопросы и  
перекрестные вставки по главам

РГ II

ВКЛАД РАБОЧЕЙ ГРУППЫ II В  
ПЯТЫЙ ОЦЕНОЧНЫЙ ДОКЛАД  
МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ ГРУППЫ ЭКСПЕРТОВ  
ПО ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА



ВМО



ЮНЕП

# Изменение климата, 2014 г. Воздействия, адаптация и уязвимость

## Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам

Вклад рабочей группы II в Пятый оценочный доклад  
Межправительственной группы экспертов по изменению климата

### Редакторы:

**Кристофер Б. Филд**  
Сопредседатель Рабочей группы II  
Факультет глобальной экологии  
Научный институт Карнеги

**Висенте Р. Баррос**  
Сопредседатель Рабочей группы II  
Центр исследований моря и атмосферы  
Университет Буэнос-Айреса

**Дэвид Джон Доккен**  
Исполнительный директор

**Катарин Дж. Мэк**  
Содиректор по науке

**Майкл Д. Мастрандреа**  
Содиректор по науке

Т. Эрен Билир    Монализа Чаттерджи    Кристи Л. Эби    Юкка Отсуки Эстрада    Роберт К. Дженова    Бетрелхем Джирма  
Эрик С. Кисел    Эндрю Н. Леви    Сэнди Маккракен    Патрисия Р. Мастрандреа    Лесли Л. Уайт

Группа технической поддержки Рабочей группы II

Научный редактор перевода: Сергей Семенов

© Межправительственная группа экспертов, 2014 г.

ISBN 978-92-9169-441-9

Используемые обозначения и изложение материала на картах не означают выражения со стороны Межправительственной группы экспертов по изменению климата какого бы то ни было мнения относительно правового статуса той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ.

**При ссылках на эту публикацию следует указывать следующее:**

**МГЭИК, 2014 г.: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата*** [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мак, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, 222 стр. (на английском, арабском, китайском, русском, испанском и французском языках)

**Фото на обложке:**

Посадка саженцев мангровых деревьев в Фунафала, аттол Фунафути, Тувалу. © David J. Wilson

# Содержание

## Вступительная часть

Предисловие .....	vii
Вступление .....	ix
Посвящение .....	xv

## РП

Резюме для политиков .....	1
----------------------------	---

## ТР

Техническое резюме .....	35
--------------------------	----

## ЧЗВ

Часто задаваемые вопросы Рабочей группе II .....	107
--	-----

## ПВ по главам

Перекрестные вставки по главам .....	113
--------------------------------------	-----

## Приложение

Глоссарий .....	195
-----------------	-----



# **Предисловие, вступление и посвящение**



## Предисловие

«Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость» – это второй том Пятого оценочного доклада (ОД5) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) – *Изменение климата, 2013/2014 гг.*, который был подготовлен ее Рабочей группой II. Главное внимание в этом томе уделяется вопросу о том, почему изменение климата является значимым явлением, и он состоит из двух частей, посвященных соответственно антропогенным и естественным системам и региональным аспектам, при этом в него включены результаты, изложенные в докладах Рабочих групп I и III. В этом томе рассматриваются воздействия, которые уже имели место, и риски будущих воздействий, особенно то, каким образом эти риски меняются в зависимости от степени происходящего изменения климата, а также инвестиции в адаптацию к изменениям климата, которые невозможно избежать. Будучи связанным как с прошлыми, так и с будущими воздействиями, основной фокусный элемент оценки характеризует знания об уязвимости, характеристиках и взаимодействиях, которые придают разрушительный характер некоторым явлениям, в то время как другие явления проходят почти незамеченными.

Три элемента в этой оценке являются новыми. Каждый из них способствует более широкому, более детализированному пониманию изменения климата в его контексте реального мира. Первым новым элементом является значительное расширение рамок тем, охваченных в данной оценке. Благодаря переходу от содержания в 20 глав в ДО4 к 30 главам в ОД5 оценка Рабочей группы II дает четко понять, что увеличение объема знаний об изменении климата и его воздействиях требует уделения внимания большему числу секторов, в том числе секторам, связанным с безопасностью человека,

средствами к существованию и океанами. Вторым новым элементом является уделение главного внимания проблеме риска в тех случаях, когда риск включает в себя сочетание неопределенных конечных результатов и нечто важного, имеющего ценное значение и находящегося в опасности. Структура, в основе которой лежит фактор риска, обеспечивает рамочную основу для использования информации о полном спектре возможных конечных результатов, включая не только наиболее вероятные конечные результаты, но также и события, характеризующиеся низкой степенью вероятности и значительными последствиями. Третий новый элемент – это веское обоснование доказательства того, что воздействия изменения климата, как правило, связаны с рядом взаимодействующих факторов, при этом изменение климата приносит новые аспекты и осложнения. Следствием этого является необходимость наличия весьма широкой перспективы для понимания воздействий изменения климата.

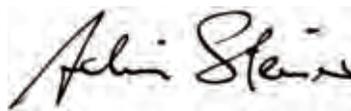
МГЭИК была создана Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) в 1988 г. с целью предоставления мировому сообществу новейшей и наиболее полной научной, технической и социально-экономической информации об изменении климата. С тех пор оценки МГЭИК сыграли важную роль в стимулировании правительств к принятию и реализации программ по реагированию на изменение климата, включая Рамочную конвенцию Организации Объединенных Наций об изменении климата и Киотский протокол. ОД5 МГЭИК обеспечивает важную информационную основу для мировых политиков в плане оказания им помощи в реагировании на проблему изменения климата.

Подготовка доклада *Воздействия, адаптация и уязвимость* стала возможной благодаря приверженности и добровольному труду большого числа ведущих ученых. Мы хотели бы выразить нашу признательность всем координирующим ведущим авторам, ведущим авторам, сотрудничающим авторам, редакторам-рецензентам и рецензентам. Мы хотели бы также поблагодарить персонал Группы технической поддержки Рабочей группы II и Секретариат МГЭИК за их самоотверженность в организации выпуска весьма успешного доклада МГЭИК. Помимо этого, мы хотели бы выразить нашу благодарность председателю МГЭИК д-ру Раджендре К. Пачаури за его терпеливое и неустанное

управление процессом, а также сопредседателям Рабочей группы II д-ру Висенте Барросу и Крису Филду за их умелое руководство. Мы также хотим выразить признательность и благодарность тем правительствам и учреждениям, которые внесли вклады в Целевой фонд МГЭИК и поддержали участие ученых своих стран в процессе работы МГЭИК. Мы хотели бы особо упомянуть правительство Соединенных Штатов Америки, которое финансировало Группу технической поддержки; правительство Японии, которое приняло у себя пленарную сессию по утверждению доклада; и правительства Японии, Соединенных Штатов Америки, Аргентины и Словении, которые приняли у себя сессии по подготовке проекта доклада.



**М. Жарро**  
Генеральный секретарь  
Всемирная Метеорологическая Организация



**А. Штайнер**  
Исполнительный директор  
Программы Организации Объединенных Наций по  
окружающей среде

# Предисловие

Во вкладе Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (ОД5 РГ II МГЭИК) рассматриваются вопросы, касающиеся воздействий изменения климата, адаптации и уязвимости. Он содержит описание всеобъемлющей и новейшей картины текущего состояния знаний и уровня определенности, основанных на имеющейся научной, технической и социально-экономической литературе. Равно как и все продукты МГЭИК, данный доклад является результатом процесса оценки, предназначенного для освещения как крупномасштабных сообщений, так и ключевых деталей, интегрирования знаний из разных дисциплин, оценки силы доказательств, лежащих в основе выводов, а также определения тем, по которым имеется неполное понимание. Центральным элементом оценки является предоставление информации в поддержку правильных решений, принимаемых заинтересованными лицами на всех уровнях. Данная оценка является уникальным источником справочной информации, необходимой для оказания поддержки решениям, при этом скрупулезно избегается возможность отставивания определенных политических вариантов.

## Рамки доклада

Вопросы, связанные с воздействиями изменения климата, адаптацией и уязвимостью, охватывают огромный спектр тем. По мере получения более глубоких знаний об изменении климата мы видим наличие связей в рамках более широких и разнообразных областей, видов деятельности и находящихся в опасности активов. Предыдущие исследования были сконцентрированы на прямых воздействиях температуры и дождевых осадков на людей, сельскохозяйственные культуры, дикие растения и животных. Новые доказательства указывают на важное значение понимания не только этих прямых воздействий, но также и потенциальных косвенных воздействий, включая воздействия, которые могут передаваться по всему миру посредством таких факторов, как торговля, поездки и обеспечение безопасности. Как следствие этого, лишь немногие аспекты антропогенной деятельности или процессов естественных экосистем оказываются изолированными от возможных воздействий в условиях изменяющегося климата. Взаимосвязанность системы Земля делает невозможным проведение ограничительной линии вокруг воздействий изменения климата, адаптации и уязвимости. В этом докладе не предпринимаются

попытка ограничить эту проблему. Наоборот, он сконцентрирован на основных элементах и определяет связующие пункты там, где проблема изменения климата частично пересекается с другими проблемами или становится их частью.

Интеграционный характер проблемы изменения климата лежит в основе трех основных новых элементов вклада РГ II в ОД5. Первым является конкретный охват более широкого спектра тем, содержащего новые главы. Все больший объем знаний, выразившийся в стремительно возрастающем перечне опубликованной литературы, позволяет провести более глубокую оценку в ряде областей. Некоторые из них являются географическими, особенно добавление двух глав, посвященных океанам. В других новых главах дальнейшее развитие получают темы, рассмотренные в предыдущих оценках, что является отражением возросшей сложности проводимых исследований. Более широкий охват вопросов, касающихся населенных пунктов, безопасности и средств к существованию человека, основан на новых исследованиях, посвященных антропогенным факторам изменения климата. Значительное увеличение объема опубликованной литературы по вопросам адаптации стимулирует проведение оценки в целом ряде глав.

Второй новой отличительной чертой является концентрация внимания на изменении климата как проблеме, связанной с менеджментом и уменьшением риска, а также получением выгоды от существующих возможностей. Имеется несколько благоприятных факторов, связанных с пониманием риска воздействий изменения климата как результата частичного сочетания опасных явлений физического климата, а также уязвимости и подверженности людей, экосистем и имущества. Некоторые из этих благоприятных факторов возникают в результате наличия возможности для оценки факторов, которые регулируют каждый компонент риска. Другие связаны с тем, каким образом концентрация внимания на вопросе риска может выявить пути, ведущие к получению решений. Благодаря уделению главного внимания вопросам риска исторический опыт может быть увязан с перспективными оценками будущего. Это помогает интегрировать роль экстремальных явлений. Это также подчеркивает важность учета всего спектра возможных конечных результатов, открывая одновременно двери для использования целого ряда инструментов, связанных с процессом принятия решений в условиях неопределенности.

Третий новый акцент объединяет в единое целое взаимосвязанность изменения климата с концентрацией внимания на вопросе риска. Риски изменения климата возникают в ситуациях, характеризующихся множеством взаимодействующих процессов и факторов стресса. Часто изменение климата проявляется главным образом в виде добавления новых факторов и сложных элементов к иногда давно существующим проблемам. Оценка многострессового контекста рисков изменения климата может открыть двери к новым аналитическим наработкам и подходам для принятия решений.

Расширение знаний о рисках изменения климата может оказаться отправным пунктом для понимания возможностей и последствий возможных решений. Некоторые пути, ведущие к принятию решений, лежат в области смягчения воздействий, которая подробно описана во вкладе Рабочей группы III в ОД5. РГ II ОД5 тщательно анализирует вопросы адаптации. В то же время, множество возможностей существует при увязке вопросов адаптации к изменению климата, смягчения воздействий и устойчивого развития. В отличие от предшествующей литературы, которая характеризовалась тенденцией охарактеризования адаптации, смягчения воздействий и устойчивого развития в качестве конкурирующих повесток дня, новая литература определяет факторы взаимодополняемости. Она проливает свет на варианты использования инвестиций для менеджмента и уменьшения рисков изменения климата, с тем чтобы обеспечить существование процветающих сообществ, стабильной экономики и здоровых экосистем во всех частях мира.

### Структура Доклада

Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад МГЭИК содержит краткое резюме для политиков, более объемное техническое резюме и 30 тематических глав, плюс вспомогательные приложения. Ряд перекрестных вставок по главам и подборка часто задаваемых вопросов обеспечивают общее перспективное видение по отдельным ключевым вопросам. Бесплатный доступ к электронным версиям всего напечатанного контента, а также дополнительному онлайн-материалу, имеется по адресу: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

Доклад публикуется в двух частях. Часть А охватывает темы глобального масштаба по широкому диапазону секторов, охватывая физические, биологические и антропогенные системы. В части В рассматриваются те же самые темы, но в региональной перспективе, при этом анализируются вопросы, которые возникают

в результате сопоставления вопросов изменения климата, окружающей среды и имеющихся ресурсов. В концептуальном плане имеется определенное дублирование материала, содержащегося в частях А и В, однако благодаря различию в составлении материала каждая часть является в первую очередь актуальной для конкретной группы заинтересованных сторон. Для создания контекста и удовлетворения потребностей пользователей, интересующихся главным образом проблемами регионального масштаба, в части В приводятся выдержки, взятые из материалов, содержащихся во вкладах Рабочей группы I и Рабочей группы III в Пятый оценочный доклад. Для того чтобы отметить разные цели этих двух частей и сбалансированные вклады сопредседателей, порядок перечисления редакторов отличается в этих двух частях, при этом Крис Филд фигурирует первым в части А, а Висенте Баррос – первым в части В.

Двадцать глав в части А приводятся в рамках шести тематических групп.

### Контекст для ОД5

Две главы в этой группе, а именно (1) Отправная точка и (2) Основы для принятия решений, содержат краткое резюме выводов Четвертого доклада об оценке и вклада Рабочей группы I в ОД5. В них объясняется мотивация для уделения главного внимания изменению климата как проблеме менеджмента и уменьшения рисков и дается оценка актуальности различных подходов к принятию решений в контексте изменения климата.

### Естественные и управляемые ресурсы и системы и их использование

Пять глав в этой группе, а именно (3) Пресноводные ресурсы, (4) Наземные и внутренние водные системы, (5) Прибрежные системы и низменные районы, (6) Океанические системы и (7) Продовольственная безопасность и системы производства продовольствия, охватывают разные сектора, при этом новый акцент делается на вопросах безопасности и ресурсов. Глава об океанических системах, посвященная процессам, происходящим в океанических экосистемах, является основным элементом расширенного охвата океанов в ОД5 РГ II.

### Населенные пункты, промышленность и инфраструктура

В трех главах этой группы, а именно (8) Городские районы, (9) Сельские районы и (10) Основные

экономические сектора и услуги, широко охвачены вопросы, касающиеся населенных пунктов и экономической деятельности. При столь большом количестве людей, проживающих в городах и переезжающих в них, городские районы становятся все более важными для понимания проблемы изменения климата.

### Здоровье, благосостояние и безопасность человека

В трех главах в этой группе, а именно (11) Здоровье человека: воздействия, адаптация и сопутствующие выгоды, (12) Безопасность человека и (13) Средства к существованию и бедность, повышенное внимание уделяется людям. В этих главах рассматривается широкий диапазон процессов – от трансмиссивных болезней до конфликтов и миграции. В них дается оценка актуальности местных и традиционных знаний.

### Адаптация

Расширенное рассмотрение вопроса об адаптации является одним из знаковых изменений в ОД5 РГ II. В главах рассматриваются следующие вопросы: (14) Потребности в адаптации и варианты адаптации, (15) Планирование и осуществление адаптации, (16) Возможности, ограничения и пределы для адаптации и (17) Экономические аспекты адаптации. Подобный охват отражает значительное увеличение объема литературы и появление планов по адаптации к изменению климата во многих странах и осуществление конкретных действий в некоторых из них.

### Многосекторальные воздействия, риски, уязвимости и возможности

В трех главах этой группы, а именно (18) Обнаружение и установление причин наблюдаемых воздействий, (19) Возникающие риски и ключевые уязвимости и (20) Пути обеспечения устойчивости к изменению климата: адаптация, смягчение воздействия и устойчивое развитие, собраны материалы из глав как части А, так и части В, с тем чтобы уделить особое внимание аспектам изменения климата, которые возникают только в результате изучения многих примеров разных регионов Земли и деятельности человека во всей ее совокупности. В этих главах содержится комплексное видение трех центральных вопросов, касающихся понимания рисков в условиях изменяющегося климата, а именно того, что является сегодня воздействиями (и насколько определенной является связь с изменением климата), что представляют собой

в перспективе наиболее серьезные риски и каковы возможности для сочетания мер реагирования на изменением климата с другими социальными целями.

Десять глав в части В начинаются с главы (21) Региональный контекст, структурированной таким образом, чтобы помочь читателям понять региональную информацию и воспользоваться ею. Затем следуют главы по девяти мировым регионам: (22) Африка, (23) Европа, (24) Азия, (25) Австралия, (26) Северная Америка, (27) Центральная и Южная Америка, (28) Полярные регионы, (29) Малые острова и (30) Океан (рассмотрение связанных с океаном проблем по субрегионам, включая использование человеком ресурсов океана). Каждая глава в этой части является универсальным ресурсом для региональных заинтересованных сторон, при этом она также вносит вклад в глобальную оценку и строится на ее основе. Характерными особенностями этих глав являются региональные карты изменения климата, которые дополняют Атлас глобальных и региональных климатических проекций Рабочей группы I и в которых определяются ключевые региональные риски. В каждой главе анализируются вопросы и темы, которые являются наиболее актуальными в данном регионе.

Проекты, подготовленные группами авторов, были представлены для двух раундов официального рецензирования экспертами, из которых один был также посвящен рецензированию правительствами. Группы авторов редактировали проекты глав после каждого раунда рецензирования, при этом редакторы-рецензенты занимались обеспечением того, чтобы каждое рецензионное замечание полностью учитывалось и, в случае необходимости, главы корректировались для отражения точек зрения, высказанных в процессе рецензирования. Помимо этого, правительства участвовали в окончательном раунде рецензирования проекта Резюме для политиков. Все проекты глав, рецензионные замечания и ответы авторов имеются онлайн по адресу [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). В рамках всех проектов в отношении вклада РГ II в ОД5 было получено 50 492 замечания от 1 729 отдельных экспертов-рецензентов из 84 стран. Резюме для политиков утверждалось построчно Группой экспертов, и основные главы были приняты на десятой сессии Рабочей группы II МГЭИК и на тридцать восьмой сессии Группы экспертов МГЭИК, проводившей совещание в Йокогаме, Япония, 25-30 марта 2014 г.

### Процесс

Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад МГЭИК был подготовлен в соответствии с

процедурами МГЭИК. Планы глав были обсуждены и определены на обзорном совещании в Венеции в июле 2009 г., а планы для трех вкладов Рабочей группы были утверждены на тридцать первой сессии Группы экспертов в ноябре 2009 г. на Бали, Индонезия. Правительства и организации-наблюдатели МГЭИК назначили экспертов для группы авторов. Группа из 64 координирующих ведущих авторов, 179 ведущих авторов и 66 редакторов-рецензентов была отобрана Бюро РГ II и принята Бюро МГЭИК в мае 2010 г. Вклад в подготовку текста внесли более 400 сотрудничающих авторов, отобранных группами авторов, готовящих определенные главы.

### Выражение признательности

Для работы над ОД5 у Рабочей группы II была замечательная группа авторов. Во многих смыслах эта группа авторов охватывала все научное сообщество, включая ученых, которые проводили исследования и писали исследовательские работы, на которых основана данная оценка, и рецензентов, которые изложили свои мудрые мысли в более чем 50 000 рецензионных замечаний. В то же время данный процесс реально осуществлялся благодаря мастерству, мудрости и преданности 309 человек из 70 стран, которые входили в состав группы координирующих ведущих авторов, ведущих авторов и редакторов-рецензентов РГ II. Эти лица, которых поддерживала талантливая группа ученых, добровольно участвующих в подготовке глав, и которым помогали десятки сотрудничающих авторов, продемонстрировали вдохновенную приверженность обеспечению качества научной работы и общественному служению. Трагическим обстоятельством явилась смерть трех наших наиболее опытных авторов в период написания доклада. Нам очень не хватает ДжоАн Кармин, Эбби Селенджера и Стива Шнайдера.

Огромную пользу принесли нам рекомендации и руководящие указания Бюро Рабочей группы II в следующем составе: Амджад Абдулла (Мальдивские о-ва), Эдуардо Калво Боендиа (Перу), Хосе М. Морено (Испания), Нириволлона Рахолиджао (Мадагаскар), Сергей Семенов (Российская Федерация) и Невилл Смит (Австралия). Бесценным было их понимание региональных ресурсов и проблем.

В течение всего периода подготовки ОД5 мы извлекали огромную пользу благодаря мудрости и аналитическим способностям наших коллег из руководства МГЭИК, особенно председателя МГЭИК Р. К. Пачаури. Все члены Исполнительного комитета МГЭИК эффективно и самоотверженно работали над вопросами, связанными с докладами всех трех

рабочих групп. Мы сердечно благодарим всех членов Исполкома: Р. К. Пачаури, Отмарра Эденхофена, Исмаила Эль Гизули, Така Хираиши, Телму Круг, Хосунга Ли, Рамона Пич Мадруга, Цинь Дахэ, Юбу Сокона, Томаса Стокера и Жана-Паскаля ван Иперселя.

Мы весьма признательны за полное энтузиазма сотрудничество стран, которые принимали наши замечательные рабочие совещания, включая четыре совещания ведущих авторов и десятую сессию Рабочей группы II. Мы весьма признательны за поддержку со стороны правительств Японии, Соединенных Штатов, Аргентины и Словении организации приема совещаний ведущих авторов и правительство Японии за организацию приема сессии по утверждению материалов доклада. Правительство Соединенных Штатов оказало существенную финансовую помощь Группе технической поддержки Рабочей группы II. Особая благодарность руководителям Программы исследований глобального изменения климата, Соединенные Штаты, за организацию финансирования по линии многих исследовательских учреждений.

Мы хотим особенно поблагодарить Секретаря МГЭИК Ренату Крист и персонал Секретариата МГЭИК: Гаetano Леоне, Карлоса Мартин-Нувелла, Джонатана Линна, Брендю Абрар-Милани, Джесбина Байдия, Лауру Биаджиони, Мари Жан Бурер, Анни Куртен, Джудит Эву, Джоэля Фернандеса, Нину Пееву, Софии Шлингеманн, Ами Смит и Верани Забула. Наша благодарность Франсису Хейсу, который выполнял функции сотрудника по обслуживанию конференций во время сессии, посвященной утверждению доклада. Наша благодарность отдельным лицам, которые координировали организацию каждого из совещаний ведущих авторов. Это были Мизуэ Юзурихара и Клэр Саммерс для СВА1, Сэнди Маккракен для СВА2, Рамиру Сауррал для СВА3 и Мойца Дежелак для СВА4. Проведению совещаний ведущих авторов помогли студенты из Японии, Соединенных Штатов, Аргентины и Словении.

Замечательно проявила себя Группа технической поддержки РГ II. Ее члены сочетали в себе обширные научные познания, великолепные технические навыки, высокопрофессиональное видение перспективы, огромную работоспособность и беззаветную преданность своему делу, не говоря уже о замечательной способности компенсировать оплошности и недостатки сопредседателей. Дейв Доккен, Майк Мастрандреа, Кати Мак, Крис Эби, Монализа Чаттерджи, Сэнди Маккракен, Эрик Киссел, Юкка Эстрада, Лесли Уайт, Эрен Билир, Роб Дженова, Бетти Джирма, Эндрю Леви и Патрисия Мастрандреа – все они внесли замечательные вклады в доклад. Помимо этого, существенно помогла делу

работа, которую выполнили Дэвид Ропеик (Часто задаваемые вопросы), Маркос Сеннет (помощник Висенте Барроса), Тери Коррнук (техническое редактирование), Мерилин Андерсон (индекс), Лю Инце (поддержка китайских авторов) и Янак Патак (Отдел коммуникаций ЮНЕП). Содействие организации поездок оказали Кайл Терран, Джит Бонд и Сенди Файкс. Добровольные вклады Джона Келли и Эмбарыша Малпани значительно повысили качество организации ссылок. Великолепно проявили себя в качестве стажеров Катрин Лемми, Ян Спаркман и Даниэл Оливера.

Мы выражаем глубокую личную благодарность нашим семьям и семьям каждого автора и рецензента. Мы знаем, что вам пришлось провести многие поздние вечера и выходные дни вместе с друзьями, родителями и детьми, сидя рядом с компьютером или тихо повторяя слова о еще одной нашей командировке.



Висенте Баррос  
Сопредседатель РГ II МГЭИК



Крис Филд  
Сопредседатель РГ II



## Посвящение



Фотография предоставлена Odd-Steinar Tøllefsen

**Юрий Антониевич Израэль**  
(15 мая 1930 г. – 23 января 2014 г.)

Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад МГЭИК посвящается памяти профессора Юрия Антониевича Израэля – первого председателя Рабочей группы II с 1988 г. по 1992 г. и вице-председателя МГЭИК с 1992 г. по 2008 г. Профессор Израэль был первопроходцем, открывшим двери, через которые тысячи ученых смогли вносить вклад в работу МГЭИК.

В течение своей долгой и выдающейся карьеры профессор Израэль был активным поборником интересов экологических наук, метеорологии, климатологии и международных организаций, особенно МГЭИК и Всемирной Метеорологической Организации. Будучи творческим исследователем и неустанным институциональным организатором, д-р Израэль основал Институт глобального климата и экологии и руководил им в течение более двух десятилетий.

В МГЭИК профессор Израэль играл центральную роль в обеспечении сбалансированной деятельности МГЭИК, связанной с проведением тщательных наблюдений, механизмами и систематическими перспективными оценками на основе использования сценариев. Будучи искренним сторонником эффективного использования выдающихся научных достижений в докладах МГЭИК и широкого участия в их подготовке, д-р Израэль стал создателем многих базовых принципов, обеспечивающих всеобъемлющий и целостный характер докладов МГЭИК.



# **Резюме для политиков**



# Резюме для политиков

## Авторы-составители:

Кристофер Б. Филд (США), Висенте Р. Баррос (Аргентина), Майкл Д. Мастрандреа (США), Катарин Дж. Мак (США), Мохамед А.-К. Абдрабо (Египет), У. Нейл Аджер (СК), Юрий А. Анохин (Российская Федерация), Олег А. Анисимов (Российская Федерация), Дуглас Дж. Эйрент (США), Джонатон Баретт (Австралия), Вирджиния Р. Буркетт (США), Ронгшуо Кай (Китай), Монализа Чаттерджи (США/Индия), Стюарт Дж. Коуэн (Канада), Вольфганг Крамер (Германия/Франция), Пурнамита Дасгупта (Индия), Дэбра Дж. Дэвидсон (Канада), Фатима Дентон (Гамбия), Петра Делл (Германия), Кристин Доу (США), Ясуаки Хиджиока (Япония), Уве Хофф-Гулдберг (Австралия), Ричард Дж. Джоунс (СК), Роджер Н. Джонс (Австралия), Роджер Л. Китчинг (Австралия), Р. Сари Ковац (СК), Джоан Ниманд Ларсен (Исландия), Эрда Лин (Китай), Дэвид Б. Лоубелл (США), Иньдиги Х. Лосада (Испания), Грасиэла О. Магрин (Аргентина), Хосе А. Маренго (Бразилия), Анил Маркандия (Испания), Брюс А. Маккарл (США), Роджер Ф. Маклин (Австралия), Линда О. Мёрнс (США), Гай Ф. Мидгли (Южная Африка), Нобуо Мимура (Япония), Джон Ф. Мортон (СК), Изабель Нианг (Сенегал), Ян Р. Нобл (Австралия), Леонард А. Нёрс (Барбадос), Карен Л. О'Брайен (Норвегия), Тайкан Оки (Япония), Леннарт Олссон (Швеция), Майкл Оппенгеймер (США), Джонатан Т. Оверлек (США), Джой Х. Перейра (Малайзия), Эльвира С. Полошанска (Австралия), Джон Р. Портер (Дания), Ганс-О. Пёртнер (Германия), Майкл Дж. Пратер (США), Роджер С. Пулуарти (США), Энди Райзингер (Новая Зеландия), Аромар Ревин (Индия), Патрисия Ромеро-Ланкао (Мексика), Оливер К. Руппел (Намибия), Дэвид Э. Саттеруайт (СК), Даниэла Н. Шмидт (СК), Жозеф Сеттелло (Германия), Кирк Р. Смит (США), Даити А. Стоун (Канада/Южная Африка/США), Авелино Г. Суарес (Куба), Петра Тшакерт (США), Риккардо Валентини (Италия), Алисия Виллализар (Венесуэла), Рэйчел Уоррен (СК), Томас Дж. Уилбэнкс (США), Пох Пох Вонг (Сингапур), Алистер Вудворд (Новая Зеландия), Гари У. Йохе (США)

## При ссылках на это Резюме для политиков следует указывать:

**МГЭИК**, 2014 г.: Резюме для политиков. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, 1-32 стр. (на английском, арабском, китайском, русском, испанском и французском языках)

# Содержание

<b>ОЦЕНКА И МЕНЕДЖМЕНТ РИСКОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА</b> .....	<b>3</b>
Справочная вставка РП.1. Контекст для оценки .....	4
Справочная вставка РП.2. Термины, важные для понимания Резюме .....	5
Справочная вставка РП.3. Информация о степени определенности в оценочных выводах .....	6
<b>A: НАБЛЮДАЕМЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ, УЯЗВИМОСТЬ И АДАПТАЦИЯ В СЛОЖНОМ И МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ</b> .....	<b>4</b>
A-1. Наблюдаемые воздействия, уязвимость и подверженность .....	4
A-2. Опыт адаптации .....	8
A-3. Контекст принятия решений .....	9
<b>B: БУДУЩИЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ АДАПТАЦИИ</b> .....	<b>11</b>
B-1. Ключевые риски в разных секторах и регионах .....	11
Оценочная вставка РП.1. Воздействие человека на климатическую систему .....	12
B-2. Секторальные риски и потенциал для адаптации .....	14
Оценочная вставка РП.2. Региональные ключевые риски .....	21
B-3. Региональные ключевые риски и потенциал для адаптации .....	25
<b>C: МЕНЕДЖМЕНТ БУДУЩИХ РИСКОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ</b> .....	<b>25</b>
C-1. Принципы эффективной адаптации .....	25
C-2. Способы обеспечения устойчивости к изменению климата и трансформация .....	28
<b>Дополнительный материал</b> .....	<b>30</b>

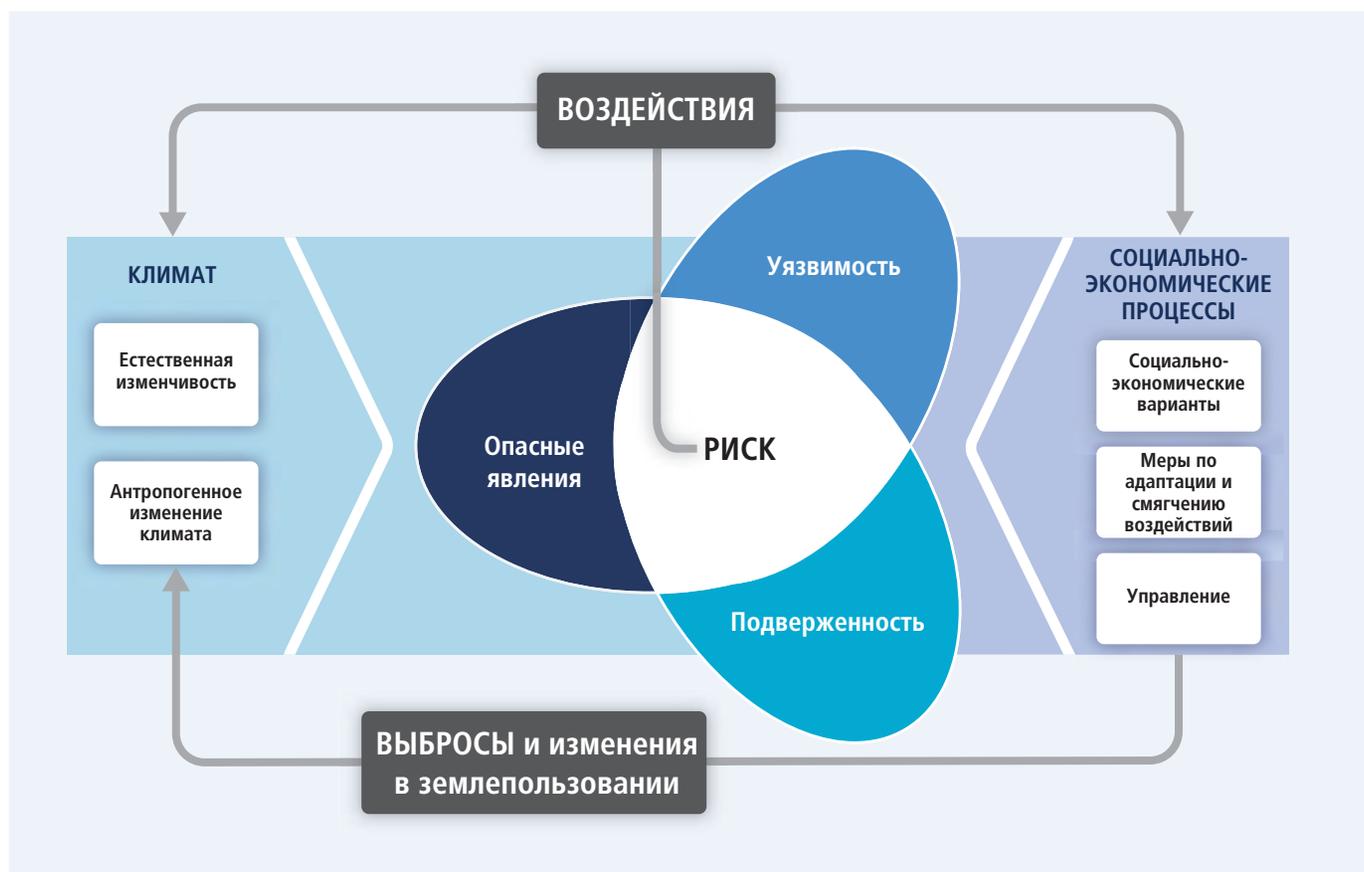
## ОЦЕНКА И МЕНЕДЖМЕНТ РИСКОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Происходит воздействие деятельности человека на климатическую систему<sup>1</sup>, и изменение климата порождает риски для антропогенных и естественных систем (рисунок РП.1). В оценке воздействий, адаптации и уязвимости, содержащейся во вкладе Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад МГЭИК (ОД5 РГ II), определяется то, каким образом характер рисков и потенциальные выгоды смещаются вследствие изменения климата. В нем рассматривается вопрос о том, каким образом посредством адаптации и смягчения воздействий можно осуществлять уменьшение и менеджмент воздействий и рисков, связанных с изменением климата. В докладе приводится оценка потребностей, вариантов, возможностей, ограничений, устойчивости, пределов и других аспектов, связанных с адаптацией.

Изменение климата происходит в рамках сложных взаимодействий и изменяющихся вероятностей различных воздействий. Концентрация внимания на вопросе риска, что является новым в этом докладе, является элементом поддержки процесса принятия решений в контексте изменения климата и дополняет другие элементы доклада. Люди и общество могут воспринимать или ранжировать риски и потенциальные выгоды различным образом сообразно разным ценностям и целям.

По сравнению с предыдущими докладами РГ II, ОД5 РГ II содержит оценки гораздо более значительной базы знаний, основанной на соответствующей научной, технической и социально-экономической литературе. Увеличение объема публикаций способствовало всеобъемлющей оценке более обширного набора тем и секторов, при этом более широко были охвачены такие вопросы, как антропогенные системы, адаптация и океан. См. справочную вставку РП.1.<sup>2</sup>

В разделе А этого резюме дается характеристика наблюдаемых воздействий, уязвимости и подверженности, а также адаптивных мер реагирования, существующих на настоящий день. В разделе В анализируются будущие риски и потенциальные выгоды. В разделе С рассматриваются принципы эффективной адаптации и более широкие взаимодействия



**Рисунок РП.1** | Иллюстрация основных концепций ОД5 РГ II. Риск связанных с климатом воздействий является результатом взаимодействия связанных с климатом опасностей (включая опасные явления и тренды) с уязвимостью и подверженностью антропогенных и естественных систем. Изменения как в климатической системе (слева), так и в социально-экономических процессах, включая адаптацию и смягчение воздействий (справа), являются движущими факторами опасности, подверженности и уязвимости. [19.2, рисунок 19-1]

<sup>1</sup> В ОД5 РГ I делается следующий ключевой вывод: «*Весьма вероятно*, что влияние человека явилось главной причиной потепления, наблюдаемого с середины XX века». [РП ОД5 РГ I, раздел D.3, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9]

<sup>2</sup> 1.1, рисунок 1-1

## Справочная вставка РП.1 | Контекст для оценки

За последние два десятилетия Рабочей группой II МГЭИК были разработаны оценки воздействий, адаптации и уязвимости, связанных с изменением климата. ОД5 РГ II строится на основе вклада РГ II в Четвертый доклад об оценке МГЭИК (ДО4 РГ II), опубликованного в 2007 г., и *Специального доклада по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата (СДЭБ)*, опубликованного в 2012 г. Он следует вкладу Рабочей группы I (ОД5 РГ I).<sup>3</sup>

Число научных публикаций, имеющих для оценки воздействий, адаптации и уязвимости, связанных с изменением климата, более чем удвоилось в период с 2005 г. по 2010 г., при этом особенно быстрыми темпами увеличивается число публикаций, касающихся вопросов адаптации. Увеличился авторский состав публикаций об изменении климата из развивающихся стран, хотя он все еще представляет собой незначительную долю от общего числа авторов.<sup>4</sup>

ОД5 РГ II представлен в виде двух частей (часть А: Глобальные и секторальные аспекты; и часть В: Региональные аспекты), что является отражением расширенной литературной базы и мультидисциплинарного подхода, большей концентрации на последствиях для общества и его мерах реагирования, а также продолжения всеобъемлющего охвата на региональном уровне.

между адаптацией, смягчением воздействий и устойчивым развитием. Справочная вставка РП.2 содержит определения центральных концепций, а в справочной вставке РП.3 представлены термины, используемые для обозначения степени определенности в ключевых выводах. Приведенные в скобках и в сносках ссылки на главы означают поддержку выводов, рисунков и таблиц.

## А: НАБЛЮДАЕМЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ, УЯЗВИМОСТЬ И АДАПТАЦИЯ В СЛОЖНОМ И МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ

### А-1. Наблюдаемые воздействия, уязвимость и подверженность

**В последние десятилетия изменения климата явились причиной воздействий на естественные и антропогенные системы на всех континентах и океанах.** Доказательства воздействий изменения климата наиболее весомы и всесторонни для естественных систем. Установлено, что некоторые воздействия на антропогенные системы также объяснялись<sup>5</sup> изменением климата, при этом вклад изменения климата, отделенный от других влияний, мог быть основным или же незначительным. См. рисунок РП.2. В ОД5 РГ II при установлении причин наблюдаемых воздействий реагирование естественных и антропогенных систем обычно увязывается с наблюдаемым изменением климата, независимо от его причины.<sup>6</sup>

**Во многих регионах изменения в осадках или тающем снеге и льде вызывают изменения гидрологических систем, затрагивающие водные ресурсы в плане их количества и качества (средняя степень достоверности).** В результате изменения климата ледники продолжают сокращаться почти во всем мире (высокая степень достоверности), что сказывается на стоке и водных ресурсах в нижнем течении рек (средняя степень достоверности). Изменение климата вызывает потепление и таяние многолетней мерзлоты в регионах высоких широт и высоко расположенных регионах (высокая степень достоверности).<sup>7</sup>

**Вследствие происходящих изменений климата многие наземные, пресноводные и морские виды изменили свои географические ареалы, сезонную активность, характер миграции, численность и взаимодействие с другими видами (высокая степень достоверности).** См. рисунок РП.2В. Хотя до настоящего времени изменением климата объяснялось недавнее исчезновение лишь нескольких видов (высокая степень достоверности), естественное глобальное изменение климата темпами, более медленными по сравнению с текущим антропогенным изменением климата, стало причиной существенных экосистемных сдвигов и исчезновения видов в последние миллионы лет (высокая степень достоверности).<sup>8</sup>

**Согласно данным множества исследований, охватывающих широкий диапазон регионов и сельскохозяйственных культур, негативные воздействия изменения климата на урожайность культур были скорее более распространенным явлением по сравнению с позитивными воздействиями (высокая степень достоверности).** Меньшее число исследований, показывающих

<sup>3</sup> 1.2-3

<sup>4</sup> 1.1, рисунок 1-1

<sup>5</sup> Термин *установление причин* по-разному используется в РГ I и РГ II. В РГ II при установлении причин

<sup>6</sup> 18.1, 18.3-6

<sup>7</sup> 3.2, 4.3, 18.3, 18.5, 24.4, 26.2, 28.2, таблицы 3-1 и 25-1, рисунки 18-2 и 26-1

<sup>8</sup> 4.2-4, 5.3-4, 6.1, 6.3-4, 18.3, 18.5, 22.3, 24.4, 25.6, 28.2, 30.4-5, вставки 4-2, 4-3, 25-3, СС-CR и СС-MB

## Справочная вставка РП.2 | Термины, важные для понимания Резюме<sup>9</sup>

**Изменение климата:** Изменение климата означает изменение в состоянии климата, которое может быть установлено (например с помощью статистических тестов) через изменения в средних значениях и/или вариабельности его параметров и которое сохраняется в течение длительного периода, обычно десятилетий или больше. Изменение климата может быть вызвано естественными внутренними процессами или внешними воздействиями, такими как модуляции солнечных циклов, извержения вулканов и продолжительные антропогенные изменения в составе атмосферы или в землепользовании. Следует отметить, что в своей статье 1 Рамочная конвенция об изменении климата (РКИКООН) определяет изменение климата следующим образом: «изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени». Таким образом, РКИКООН проводит различие между изменением климата, обусловленным деятельностью человека, изменяющей состав атмосферы, и изменчивостью климата, обусловленной естественными причинами.

**Опасное явление:** Возможное возникновение естественного или вызванного деятельностью человека физического явления или тренда или же физического воздействия, которые могут стать причиной гибели людей, увечий и других последствий для здоровья, материальных убытков и потери имущества, а также причинения ущерба инфраструктуре, средствам к существованию, системам предоставления услуг, экосистемам и экологическим ресурсам. В настоящем докладе термин *опасное явление* обычно означает связанные с климатом физические явления или тренды или их физические воздействия.

**Подверженность:** Нахождение людей, средств к существованию, видов или экосистем, экологических функций, услуг и ресурсов, инфраструктуры или экономических, социальных и культурных активов в местах и условиях, которые могли бы подвергнуться неблагоприятному воздействию.

**Уязвимость:** Склонность или предрасположенность к неблагоприятному воздействию. Понятие уязвимости охватывает разнообразные концепции и элементы, включая чувствительность или восприимчивость к ущербу и отсутствие способности справляться с проблемой и адаптироваться.

**Воздействия:** Эффекты, оказываемые на естественные и антропогенные системы. В настоящем докладе термин *воздействия* используется в первую очередь для обозначения эффектов, оказываемых на естественные и антропогенные системы экстремальными метеорологическими и климатическими явлениями и изменением климата. Воздействия, как правило, означают эффекты, влияющие на жизнь, средства к существованию и здоровье людей, экосистемы, экономику, общество, культуру, услуги и инфраструктуру вследствие взаимодействия изменений климата или опасных климатических явлений, происходящих на определенном отрезке времени, и уязвимости подвергаемого воздействиям общества или системы. Воздействия также означают *последствия и результаты*. Воздействия изменения климата на геофизические системы, включая паводки, засухи и повышение уровня моря, представляют собой подмножество воздействий, именуемых физическими воздействиями.

**Риск:** Возможность последствий, при которых определенная ценность находится под угрозой и при которых конечный результат является неопределенным; при этом признается разнообразие ценностей. Риск часто выражается в виде вероятности наступления опасных явлений или трендов, умноженных на последствия, если эти явления или тренды происходят. Риск является результатом взаимодействия таких факторов, как уязвимость, подверженность и опасность (см. рисунок РП.1). В этом докладе термин *риск* используется в первую очередь для обозначения рисков воздействий изменения климата.

**Адаптация:** Процесс приспособления к существующему или ожидаемому климату и его воздействиям. В антропогенных системах целью адаптации является уменьшение или предотвращение ущерба или использование благоприятных возможностей. В некоторых естественных системах вмешательство человека может способствовать приспособлению к ожидаемому климату и его воздействиям.

**Трансформация:** Изменение базовых атрибутов естественных и антропогенных систем. В рамках этого резюме трансформация может отражать усиленные, измененные или согласованные парадигмы, цели или ценности для содействия адаптации к устойчивому развитию, включая уменьшение масштабов нищеты.

**Устойчивость:** Способность социальных, экономических и экологических систем противостоять опасному явлению или тренду или возмущению, реагируя или реорганизуясь при этом такими способами, благодаря которым эти системы сохраняют свою главную функцию, идентичность и структуру, сохраняя одновременно способность к адаптации, обучению и трансформации.

<sup>9</sup> В Глоссарии ОД5 РГ II даются определения многих терминов, используемых в главах доклада. Являясь отражением прогресса в области науки, некоторые определения отличаются по своей широте и направленности от определений, использованных в Д04 и других докладах МГЭИК.

### Справочная вставка РП.3 | Информация о степени определенности в оценочных выводах<sup>10</sup>

Степень определенности в каждом ключевом выводе оценки основана на типе, объеме, качестве и согласованности доказательств (например данные, понимание механизмов, теория, модели, экспертное заключение) и степени согласия. Для описания доказательств в резюме используются следующие термины: *ограниченные, средней степени или твердые*; для согласия: *низкая, средняя или высокая степень*.

Достоверность обоснованности вывода обобщает оценку доказательств и согласия. Степени достоверности включают пять качественных уровней: *очень низкая, низкая, средняя, высокая и весьма высокая*.

Правдоподобие или вероятность некоторого четко определенного конечного результата, который наступил или наступит в будущем, могут быть описаны количественно посредством следующих терминов: *практически вероятно, вероятность 99-100 %; крайне вероятно, 95-100 %; весьма вероятно, 90-100 %; вероятно, 66-100 %; скорее вероятно, чем нет, > 50-100 %; почти так же вероятно, как и нет, 33-66 %; маловероятно, 0-33 %; весьма маловероятно, 0-10 %; крайне маловероятно, 0-5 %; и исключительно маловероятно, 0-1 %*. Если не указано иное, выводы, характеризуемые показателем правдоподобия, связаны с *высокой или весьма высокой степенью достоверности*. При необходимости, выводы также формулируются в виде констатации фактов без использования количественных показателей неопределенности.

В пунктах этого резюме термины, относящиеся к достоверности, доказательствам или согласию и используемые для ключевого вывода, выделенного жирным шрифтом, действуют в отношении последующих заявлений в рамках данного пункта, если не приведены дополнительные термины.

позитивные воздействия, касаются главным образом регионов в высоких широтах, хотя еще неясным остается вопрос о том, является ли баланс воздействий в этих регионах отрицательным или положительным (*высокая степень достоверности*). Во многих регионах и глобально изменение климата отрицательно сказалось на урожайности пшеницы и кукурузы (*средняя степень достоверности*). Последствия для урожайности риса и соевых бобов оказались меньшими в основных производящих регионах и в глобальном масштабе, при этом по всем имеющимся данным, изменение медианы равнялось нулю; данные для сои были малочисленными по сравнению с другими видами культур. Наблюдаемые воздействия касаются главным образом скорее производственных аспектов продовольственной безопасности, а не доступности или прочих компонентов. См. рисунок РП.2С. После ДО4 несколько периодов быстрого роста цен на продовольствие и зерно, последовавших за экстремальными климатическими явлениями в ключевых производящих регионах, свидетельствуют о чувствительности существующих рынков, среди прочих факторов, к климатическим экстремальным явлениям (*средняя степень достоверности*).<sup>11</sup>

**В настоящее время в целом в мире нагрузка, связанная с ухудшенным здоровьем людей в результате изменения климата, является относительно небольшой по сравнению с эффектами других факторов стресса и не является четко определенной количественно.** В то же время, в некоторых регионах в результате потепления увеличились показатели смертности, связанной с жарой, и уменьшились показатели смертности, связанной с холодом (*средняя степень достоверности*). Локальные изменения температуры и дождей осадков изменили область распространения некоторых передаваемых через воду болезней и переносчиков инфекций (*средняя степень достоверности*).<sup>12</sup>

**Различия в уязвимости и подверженности возникают вследствие неклиматических факторов и неравенства во многих аспектах, которое часто является результатом неравномерных процессов развития (*весьма высокая степень достоверности*). Эти различия формируют дифференцированные риски, возникающие из-за изменения климата.** См. рисунок РП.1. Лица, которые маргинализированы в социальном, экономическом, культурном, политическом, институциональном или ином плане, являются особенно уязвимыми при изменении климата, а также в отношении некоторых мер адаптации и смягчения воздействий (*средняя степень достоверности, высокая согласованность*). Эта повышенная уязвимость редко бывает вызвана одной единственной причиной. Она является скорее продуктом пересекающихся социальных процессов, порождающих неравенство в социально-экономическом статусе и уровне дохода, а также в степени подверженности. Подобные социальные процессы включают, например, дискриминацию на основе пола, класса, этнической принадлежности, возраста и инвалидности.<sup>13</sup>

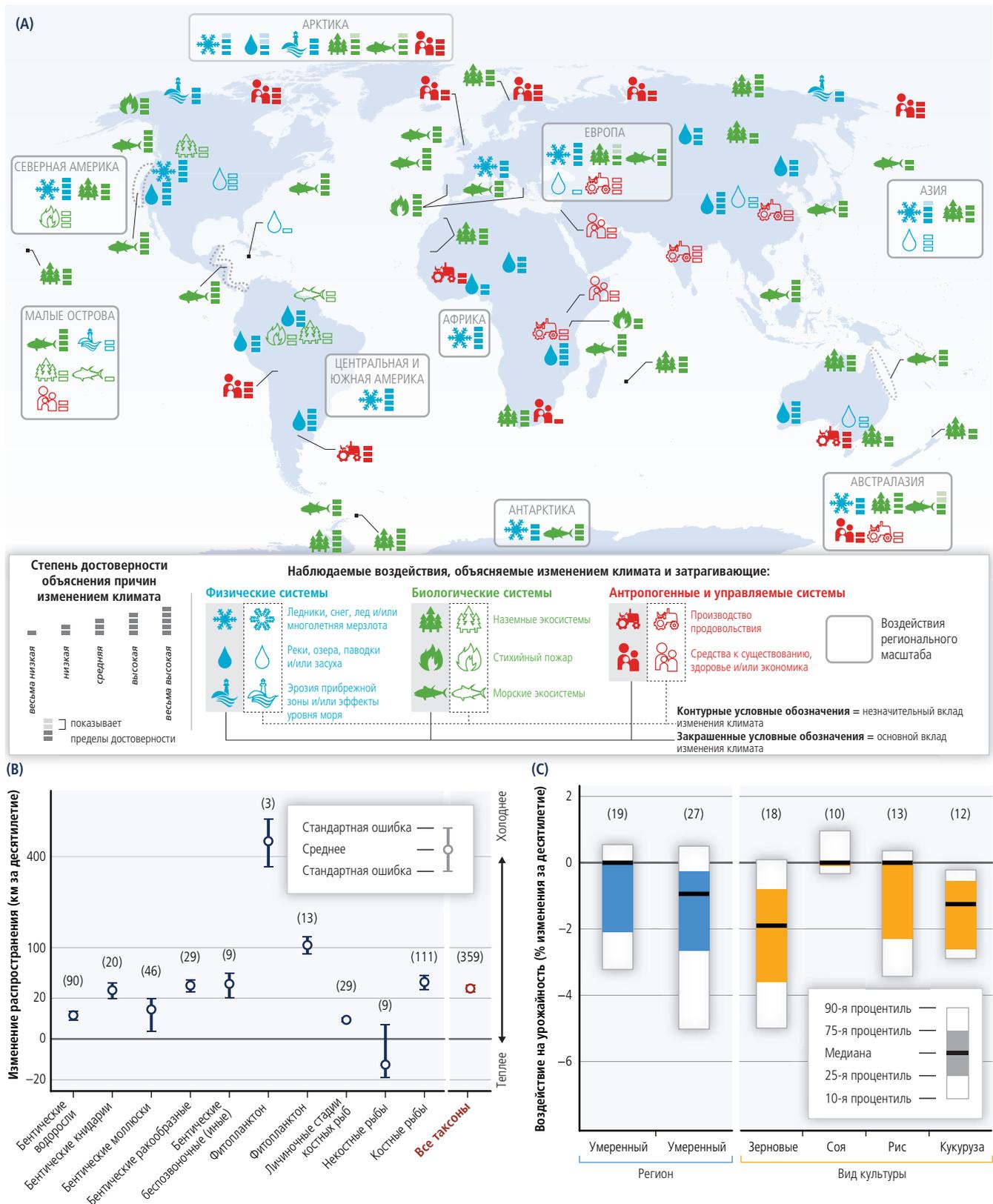
**Воздействия, вызванные недавними экстремальными климатическими явлениями, такими как волны тепла, засухи, паводки, циклоны и стихийные пожары, свидетельствуют о значительной уязвимости и подверженности некоторых экосистем и множества антропогенных систем текущей изменчивости климата (*весьма высокая степень достоверности*).** Последствия подобных климатических экстремальных явлений включают изменение экосистем, сбои в системах производства продовольствия и водоснабжения, причинение ущерба инфраструктуре и поселениям, заболеваемость и смертность, а также последствия

<sup>10</sup> 1.1, вставка 1-1

<sup>11</sup> 7.2, 18.4, 22.3, 26.5, рисунки 7-2, 7-3 и 7-7

<sup>12</sup> 11.4-6, 18.4, 25.8

<sup>13</sup> 8.1-2, 9.3-4, 10.9, 11.1, 11.3-5, 12.2-5, 13.1-3, 14.1-3, 18.4, 19.6, 23.5, 25.8, 26.6, 26.8, 28.4, вставка CC-GC



**Рисунок РП.2** | Широко распространенные воздействия в меняющемся мире. (А) Глобальные типы воздействий в последние десятилетия, объясняемых изменением климата, согласно результатам исследований после Д04. Воздействия показаны в целом диапазоне географических масштабов. Условные обозначения указывают категории объясняемых воздействий, относительный вклад изменения климата (основной или незначительный) в наблюдаемое воздействие, и степень достоверности установления причин. Описания воздействий см. в дополнительной таблице РП.А1. (В) Средние показатели изменения в распространении (км за десятилетие) для морских таксономических групп, согласно данным наблюдений за период 1900-2010 гг. Положительные изменения области распространения соответствуют потеплению (перемещение в ранее более холодные воды, обычно в направлении полюса). Число проанализированных реакций приводится в скобках для каждой категории. (С) Сводка оценок воздействий наблюдаемых изменений климата на урожайность в период 1960-2013 гг. для четырех основных культур в умеренных и тропических регионах с указанием в скобках для каждой категории числа проанализированных данных. [Рисунки 7-2, 18-3 и МВ-2]

для психического здоровья и благосостояния человека. Для стран на всех уровнях развития эти последствия сопряжены с существенной неподготовленностью некоторых секторов к текущей изменчивости климата.<sup>14</sup>

**Связанные с климатом опасные явления усугубляют действие других факторов стресса, при этом часто с отрицательными последствиями для средств к существованию, особенно для живущих в бедности лиц (высокая степень достоверности).**

Связанные с климатом опасные явления непосредственно затрагивают жизнь бедных людей в результате воздействий на средства к существованию, снижения урожайности сельхозкультур или разрушения жилищ, и косвенным образом – в результате, например, повышения цен на продовольствие и отсутствия продовольственной безопасности. К числу наблюдаемых положительных эффектов для бедных и маргинализированных лиц (эти эффекты являются ограниченными и часто косвенными) относятся такие примеры, как диверсификация социальных сетей и сельскохозяйственных практик.<sup>15</sup>

**Насильственный конфликт повышает уязвимость к изменению климата (средняя степень достоверности, высокая степень согласия).** Крупномасштабный насильственный конфликт наносит ущерб активам, которые способствуют адаптации, включая инфраструктуру, институты, природные ресурсы, социальный капитал и возможности зарабатывать на жизнь.<sup>16</sup>

## А-2. Опыт адаптации

На протяжении всей истории люди и общества приспосабливались к климату, изменчивости климата и экстремальным явлениям и справлялись с ними, демонстрируя при этом разные степени успеха. В этом разделе главное внимание уделяется адаптивным реакциям человека на наблюдаемые и ожидаемые воздействия изменения климата, которые могут также касаться более широких задач, связанных с уменьшением риска и вопросами развития.

**Адаптация становится элементом, включаемым в некоторые процессы планирования, при этом осуществление мер реагирования носит более ограниченный характер (высокая степень достоверности).** Инжиниринговые и технологические варианты представляют собой обычно осуществляемые адаптивные меры реагирования, которые часто включаются в рамки существующих программ, таких как менеджмент рисков бедствий и менеджмент водных ресурсов. Все более широкое признание приобретает значимость социальных, институциональных мер, мер, основанных на экосистемах, а также предельных ограничений для адаптации. В вариантах адаптации, принятых на сегодняшний день, большое внимание по-прежнему уделяется дополнительным подстройкам и сопутствующим выгодам, и особый акцент в них начинают делать на таких аспектах, как гибкость и обучение (*доказательства средней степени, средняя степень согласия*). Большинство оценок адаптации ограничивались воздействиями, уязвимостью и планированием адаптации, и лишь в весьма немногих из них давалась оценка процессов осуществления или эффектов адаптационных действий (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*).<sup>17</sup>

**В государственном и частном секторах, а также в рамках сообществ разных регионов, происходит накопление опыта в области адаптации (высокая степень достоверности). Правительства разных уровней начинают разрабатывать планы и программы адаптации и включать соображения, касающиеся изменения климата, в более масштабные планы развития.** Примеры адаптации в разных регионах включают следующее:

- В Африке большинство национальных правительств инициирует системы управления для целей адаптации. Менеджмент рисков бедствий, подстройки в технологиях и инфраструктуре, основанные на экосистемах подходы, основные меры в сфере охраны здоровья населения и диверсификация средств к существованию – все это ведет к уменьшению уязвимости, хотя на сегодняшний день эти усилия носят изолированный характер.<sup>18</sup>
- В Европе политика в области адаптации была принята на всех уровнях правительств, при этом определенное планирование адаптации стало частью менеджмента прибрежной зоны и водных ресурсов, охраны окружающей среды и землеустройства, а также менеджмента риска бедствий.<sup>19</sup>
- В Азии содействие адаптации в некоторых областях оказывается посредством включения мер по адаптации к климату в субнациональное планирование развития, системы раннего предупреждения, комплексный менеджмент водных ресурсов, систему агролесомелиорации и облесение прибрежных зон мангровыми деревьями.<sup>20</sup>
- В Австралазии все более широкое применение получает планирование, связанное с повышением уровня моря, а в южной части Австралии – планирование, связанное с меньшим наличием водных ресурсов. Планирование, связанное с повышением уровня моря, претерпело значительную эволюцию за последние два десятилетия и характеризуется разнообразием подходов, хотя его осуществление все еще носит несогласованный характер.<sup>21</sup>

<sup>14</sup> 3.2, 4.2-3, 8.1, 9.3, 10.7, 11.3, 11.7, 13.2, 14.1, 18.6, 22.3, 25.6-8, 26.6-7, 30.5, таблицы 18-3 и 23-1, рисунок 26-2, вставки 4-2, 25-5, 25-6, 25-8 и СС-СР

<sup>15</sup> 8.2-3, 9.3, 11.3, 13.1-3, 22.3, 24.4, 26.8

<sup>16</sup> 12.5, 19.2, 19.6

<sup>17</sup> 4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3-4, 15.2-5, 17.2-3, 21.3, 21.5, 22.4, 23.7, 25.4, 26.8-9, 30.6, вставки 25-1, 25-2, 25-9 и СС-ЕА

<sup>18</sup> 22.4

<sup>19</sup> 23.7, вставки 5-1 и 23-3

<sup>20</sup> 24.4-6, 24.9, вставка СС-ТС

<sup>21</sup> 25.4, 25.10, таблица 25.2, вставки 25-1, 25-2 и 25-9

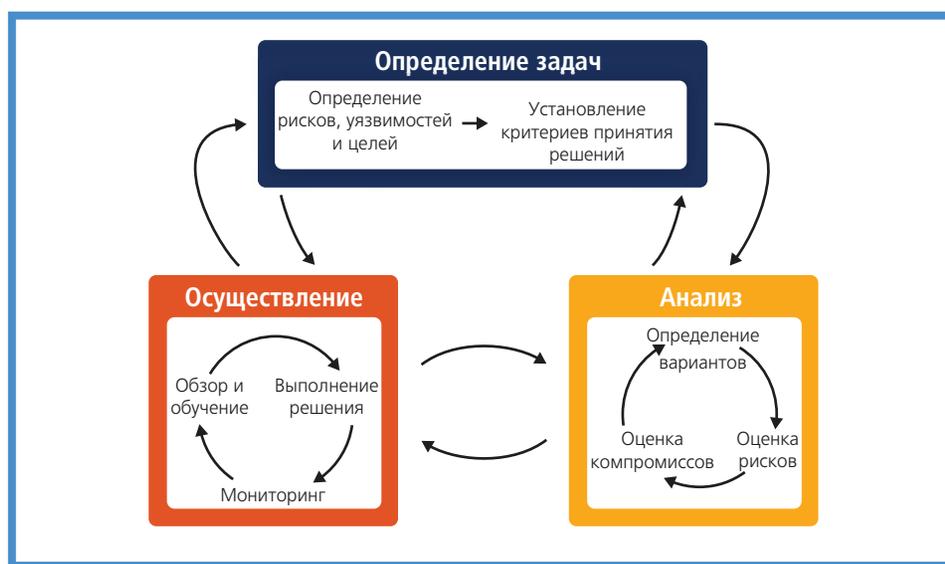
- В Северной Америке правительства занимаются все более активной оценкой адаптации и ее планированием, особенно на муниципальном уровне. Осуществляется определенная активная адаптация с целью защиты долгосрочных инвестиций в сектор энергетики и общественную инфраструктуру.<sup>22</sup>
- В Центральной и Южной Америке осуществляется адаптация на основе экосистем, включая охраняемые территории, соглашения о сохранении окружающей среды и менеджмент природных территорий на уровне местных общин. В рамках сельскохозяйственного сектора в некоторых районах принимаются меры, связанные с использованием стойких сортов культур, выпуском климатических прогнозов и комплексным менеджментом водных ресурсов.<sup>23</sup>
- В Арктике некоторые сообщества приступили к использованию адаптивных стратегий совместного менеджмента и созданию коммуникационной инфраструктуры, сочетая при этом традиционные и научные знания.<sup>24</sup>
- На малых островах, имеющих разнообразные физические и людские характеристики, адаптация на основе местных общин привела к получению более значительных выгод в тех случаях, когда она осуществлялась совместно с другими мероприятиями в области развития.<sup>25</sup>
- На океанах международное сотрудничество и морское пространственное планирование начинают оказывать содействие адаптации к изменению климата, осуществлению которой мешают проблемы, связанные с пространственным масштабом и вопросами управления.<sup>26</sup>

### А-3. Контекст принятия решений

Изменчивость климата и экстремальные климатические явления уже давно имеют важное значение во многих контекстах принятия решений. В настоящее время происходит эволюция во времени связанных с климатом рисков, которая объясняется как изменением климата, так и процессом развития. Этот раздел построен на существующем опыте в области принятия решений и менеджмента рисков. Он создает основу для понимания содержащейся в данном докладе оценки связанных с климатом будущих рисков и потенциальных мер реагирования.

**Реагирование на связанные с климатом риски требует принятия решений в меняющемся мире при наличии постоянной неопределенности относительно тяжести и сроков воздействий изменения климата и ограничений, касающихся эффективности адаптации (высокая степень достоверности).** Итеративный менеджмент рисков является полезной основой для принятия решений в сложных ситуациях, характеризующихся крупномасштабными потенциальными последствиями, сохраняющимися неопределенностями, длительными временными сроками, потенциалом для обучения и множеством меняющихся со временем климатических и неклиматических факторов влияния. См. рисунок РП.3. Оценка по возможности самого широкого диапазона потенциальных воздействий, включая маловероятные, но с масштабными последствиями, является ключом к пониманию выгод и компромиссных вариантов альтернативных действий в области менеджмента рисков. Сложность адаптационных мер в разных масштабах и контекстах означает, что важными компонентами эффективной адаптации являются мониторинг и обучение.<sup>27</sup>

**Выборы вариантов адаптации и смягчения воздействий в краткосрочной перспективе повлияют на риски изменения климата в течение всего XXI века (высокая степень достоверности).** На рисунке РП.4 показана перспективная оценка потепления согласно



**Рисунок РП.3 |** Адаптация к изменению климата как итеративный процесс менеджмента рисков с множеством обратных связей. Данный процесс и его конечные результаты определяются людьми и имеющимися знаниями. [Рисунок 2-1]

<sup>22</sup> 26.7-9

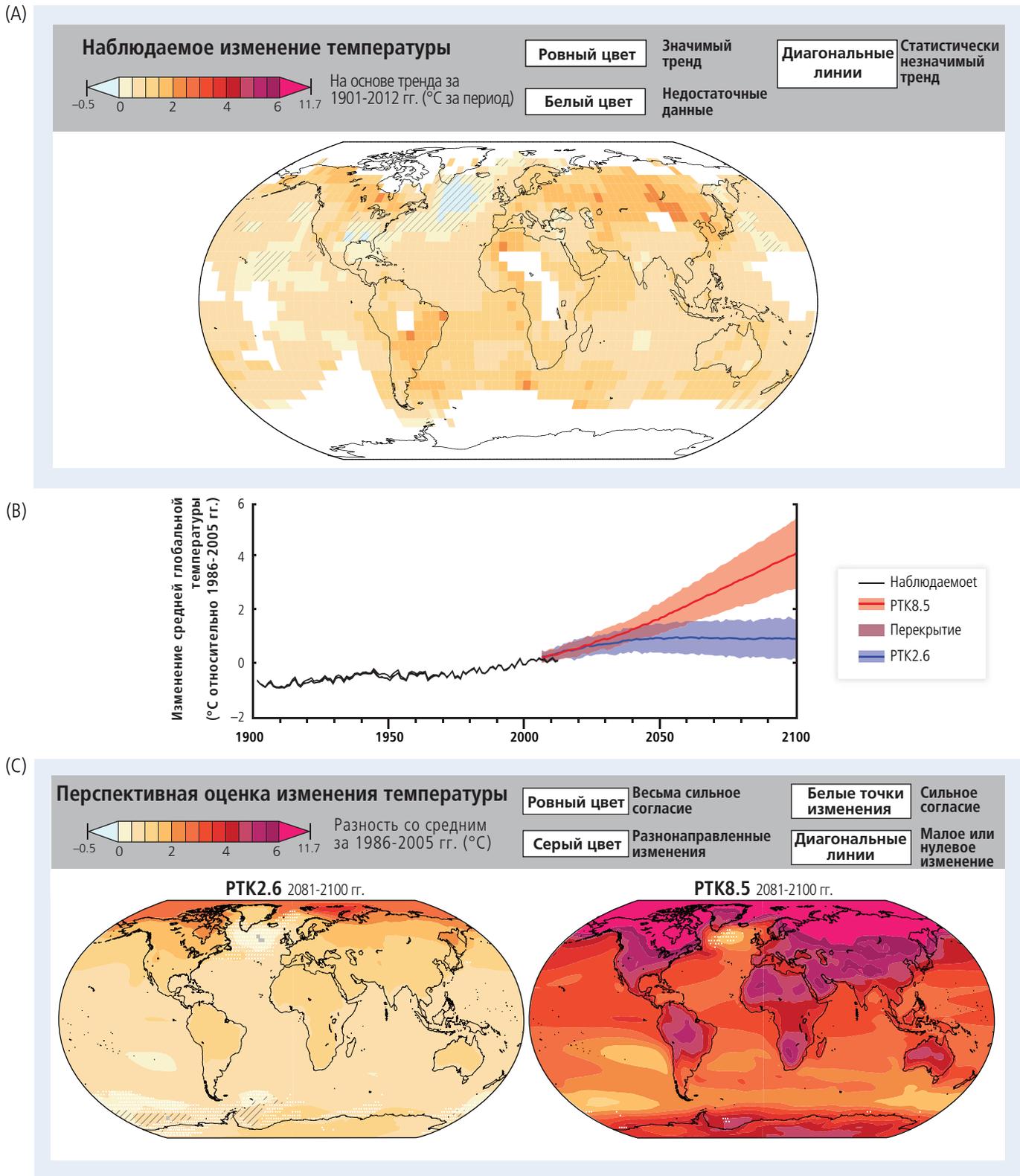
<sup>23</sup> 27.3

<sup>24</sup> 28.2, 28.4

<sup>25</sup> 29.3, 29.6, таблица 29-3, рисунок 29-1

<sup>26</sup> 30.6

<sup>27</sup> 2.1-4, 3.6, 14.1-3, 15.2-4, 16.2-4, 17.1-3, 17.5, 30.6, 22.4, 25.4, рисунок 1-5



**Рисунок РП.4** | Наблюдаемые изменения и перспективные оценки изменений среднегодовой приземной температуры. На этом рисунке показано понимание связанных с климатом рисков в ОД5 РГ II. Он является иллюстрацией изменения температуры, наблюдаемого на сегодняшний день, и дает перспективную оценку потепления согласно сценарию сохранения высоких уровней выбросов и согласно сценарию их резкого сокращения.



#### Рисунок РП.4 Технические детали

(А) Карта наблюдаемого изменения среднегодовой температуры в 1901-2012 гг., составленная, исходя из линейного тренда там, где наличие достаточных данных позволяет дать четкую оценку; другие области показаны белым цветом. Ровными цветами показаны области, где тренды являются значимыми на уровне 10 %. Диагональные линии показывают области, в которых тренды являются незначимыми. Данные наблюдений (диапазон значений в узлах сетки: от -0,53 до 2,50 °С за период) взяты из рисунков РП.1 и 2.21 ОД5 РГ I. (В) Наблюдаемая и ожидаемая в будущем глобальная среднегодовая температура (относительно 1986-2005 гг.) Наблюдаемое потепление с 1850-1900 гг. по 1986-2005 гг. составляет 0,61 °С (5-95-процентный доверительный интервал: 0,55-0,67 °С). Черными линиями показаны оценки температуры по трем наборам данных. Синие и красные линии и затенение показывают среднее по ансамблю и диапазон стандартного отклонения  $\pm 1,64$ , основанные на расчетах СМIP5 по 32 моделям для РТК2.6 и 39 моделям для РТК8.5. (С) Мультимодельные средние перспективные оценки СМIP5 изменений среднегодовой температуры в 2081-2100 гг., согласно РТК2.6 и РТК8.5, относительно уровня периода 1986-2005 гг. Ровные цвета указывают области с очень сильной степенью согласия, где мультимодельное среднее изменение более чем в два раза превышает базовую изменчивость (естественную внутреннюю изменчивость 20-х средних значений) и  $\geq 90$  % моделей согласуются по знаку изменения. Цветами с белыми точками показаны области сильного согласия, где  $\geq 66$  % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, и  $\geq 66$  % моделей согласуются по знаку изменения. Серый цвет показывает области с разнонаправленными изменениями, где  $\geq 66$  % показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, но  $< 66$  % согласуются по знаку изменения. Цветами с диагональными линиями показаны области с малым или нулевым изменением, где  $< 66$  % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, хотя значительное изменение может происходить в более коротких временных масштабах, таких как сезоны, месяцы или дни. В процессе анализа используются модельные данные (диапазон значений в точках сетки для РТК2.6 и 8.5: 0,06-11,71 °С) из рисунка РП.8 ОД5 РГ I, с полным описанием методов во вставке СС-RC. См. также приложение I к ОД5 РГ I. [Вставки 21-2 и СС-RC: 2.4 ОД5 РГ I, рисунки РП.1, РП.7 и 2.21]

сценарию смягчения воздействий низкого уровня выбросов и сценарию высокого уровня выбросов [репрезентативные траектории концентрации (РТК) 2.6 и 8.5], а также наблюдаемые изменения температуры. Выгоды от адаптации и смягчения воздействий получаются в разных временных рамках, которые частично перекрываются. Перспективные оценки повышения глобальной температуры в последующие несколько десятилетий близки для разных сценариях выбросов (рисунок РП.4В).<sup>28</sup> В течение этого близкого периода эволюция рисков будет происходить в соответствии со взаимодействием социально-экономических трендов с изменяющимся климатом. Принимаемые обществом ответные меры, особенно адаптации, будут влиять на краткосрочные последствия. Во второй половине XXI века и в последующий период в разных сценариях выбросов оценки повышения глобальной температуры расходятся (рисунок РП.4В и 4С).<sup>29</sup> В этот далеко отстоящий период риски изменения климата будут зависеть от кратко- и долгосрочной адаптации и смягчения воздействий, а также от путей развития.<sup>30</sup>

**Оценка рисков в ОД5 РГ II основана на доказательствах разных форм. Экспертное суждение используется при обобщении доказательств в оценку рисков.** К формам доказательств относятся, например, эмпирические наблюдения, экспериментальные результаты, основанное на процессах понимание, статистические подходы, а также расчетные и описательные модели. Будущие риски, связанные с изменением климата, существенно различаются в зависимости от вероятных альтернативных вариантов развития, а относительная важность развития и изменение климата варьирует в зависимости от сектора, региона и периода времени (*высокая степень достоверности*). Сценарии являются полезными инструментами для характеристики возможных будущих социально-экономических путей развития, изменения климата и связанных с ним рисков, а также политических последствий. Модельные перспективные оценки климата, лежащие в основе оценок рисков в этом докладе, обычно основаны на РТК (рисунок РП.4), а также на предыдущих сценариях *Специального доклада о сценариях выбросов* (СДСВ) МГЭИК.<sup>31</sup>

**Большими являются неопределенности относительно будущей уязвимости, подверженности и реакции взаимосвязанных антропогенных и естественных систем (*высокая степень достоверности*). Это мотивирует исследование в ходе оценки рисков широкого круга будущих социально-экономических ситуаций.** Понимание будущей изменчивости, подверженности и способности реагирования взаимосвязанных антропогенных и естественных систем является проблематичным из-за ряда взаимодействующих социальных, экономических и культурных факторов, которые не в полной мере изучены на сегодняшний день. Эти факторы включают богатство и его распределение в рамках общества, демографические характеристики, миграцию, доступ к технологии и информации, характерные типы занятости, качество адаптивных реакций, общественные ценности, структуры управления и институты для разрешения конфликтов. Международные аспекты, такие как торговля и отношения между государствами, также являются важными для понимания рисков изменения климата в региональных масштабах.<sup>32</sup>

## В: БУДУЩИЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ АДАПТАЦИИ

В этом разделе описываются будущие риски и более ограниченные потенциальные выгоды в разных секторах и регионах в последующие несколько десятилетий и во второй половине XXI века и последующий период. Рассматривается вопрос о том, каким образом их затрагивают масштаб и темпы изменения климата и выбор социально-экономических путей. В нем также дается оценка возможностей для ослабления воздействий и менеджмента рисков посредством адаптации и смягчения воздействий.

### В-1. Ключевые риски в разных секторах и регионах

Ключевые риски – это потенциально тяжелые последствия, согласно статье 2 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, в которой говорится о «опасном антропогенном воздействии на климатическую

<sup>28</sup> ОД5 РГ I, 11.3

<sup>29</sup> ОД5 РГ I, 12.4, и таблица РП.2

<sup>30</sup> 2.5, 21.2-3, 21.5, вставка СС-RC

<sup>31</sup> 1.1, 1.3, 2.2-3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2, вставка СС-RC; вставка РП 1 ОД5 РГ I

<sup>32</sup> 11.3, 12.6, 21.3-5, 25.3-4, 25.11, 26.2

## Оценочная вставка РП.1 | Воздействие человека на климатическую систему

Влияние человека на климатическую систему является очевидным.<sup>33</sup> Однако определение того, является ли подобное влияние «опасным антропогенным воздействием», согласно формулировке статьи 2 РКИКООН, требует как оценки рисков, так и ценностных суждений. В этом докладе дается оценка рисков в разных контекстах и во времени, обеспечивая, таким образом, основу для суждений относительно уровня изменения климата, при котором риски становятся опасными.

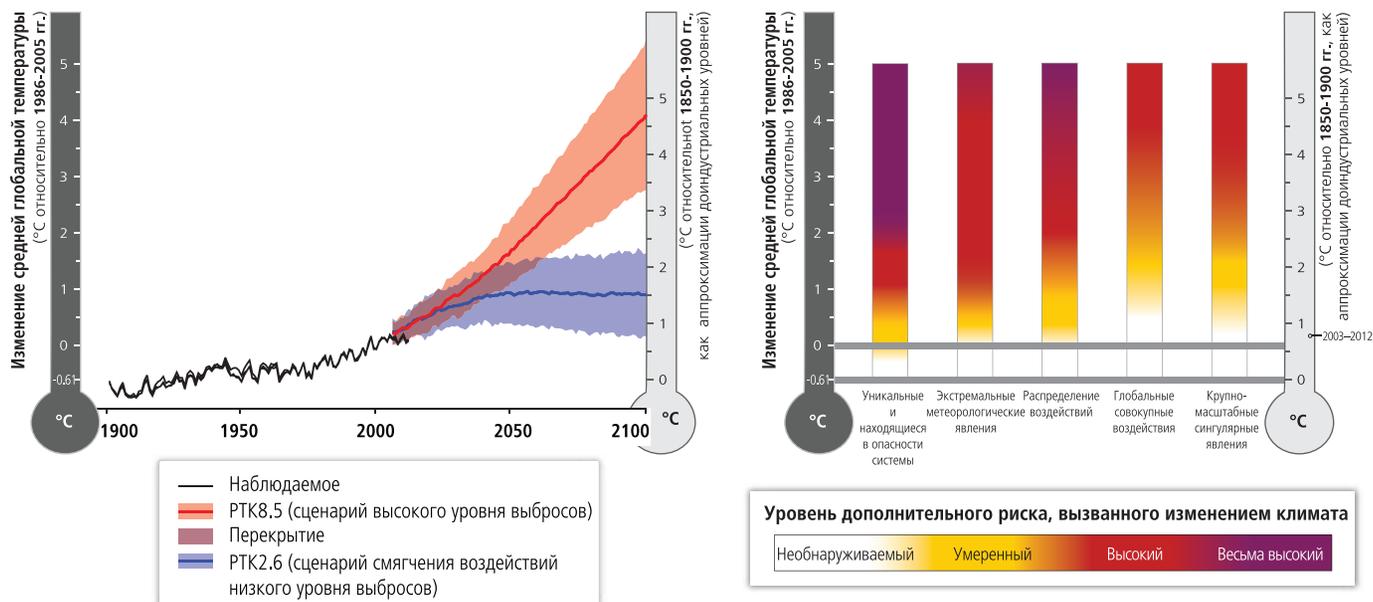
**Основу для обобщения ключевых рисков в разных секторах и регионах составляют пять комплексных причин для озабоченности (ПДО).** ПДО, которые были впервые определены в Третьем докладе об оценке МГЭИК, иллюстрируют последствия потепления и границ адаптации для людей, экономики и экосистем. Они обеспечивают одну из отправных точек для оценки опасного антропогенного вмешательства в климатическую систему. Информация о рисках для каждой ПДО, обновленная на основе оценки, содержащейся в литературе и экспертных суждениях, представлена ниже и на рисунке 1 оценочной вставки РП.1. Все показанные ниже температуры приводятся как изменения средней глобальной температуры относительно уровня 1986-2005 гг. («недавний период»):<sup>34</sup>

- 1) **Уникальные и находящиеся в опасности системы:** некоторые уникальные и находящиеся в опасности системы, включая экосистемы и культуры, уже находятся в условиях риска, связанного с изменением климата (*высокая степень достоверности*). Число подобных систем, которые находятся в условиях риска тяжелых последствий, увеличивается при дополнительном потеплении приблизительно на 1 °C. Многие виды и системы, обладающие ограниченной адаптивной способностью, подвергаются весьма высоким рискам в случае дополнительного потепления на 2 °C, особенно системы арктического морского льда и коралловых рифов.
- 2) **Экстремальные метеорологические явления:** связанные с изменением климата риски, порождаемые такими экстремальными явлениями, как волны тепла, экстремальные осадки и прибрежное наводнение, уже являются умеренными (*высокая степень достоверности*) и становятся высокими в случае дополнительного потепления на 1 °C (*средняя степень достоверности*). Риски, связанные с некоторыми типами экстремальных явлений (например, экстремальная жара), еще больше возрастают при более высоких температурах (*высокая степень достоверности*).
- 3) **Распределение воздействий:** риски распределяются неравномерно и обычно являются более значительными для находящихся в неблагоприятном положении людей и сообществ в странах, находящихся на всех уровнях развития. Риски уже являются умеренными вследствие регионально дифференцированных воздействий изменения климата на, в частности, растениеводство (*средняя-высокая степень достоверности*). Исходя из перспективных оценок, показывающих снижение региональной урожайности культур и наличия водных ресурсов, риски неравномерно распределенных воздействий являются высокими в случае дополнительного повышения температуры более чем на 2 °C (*средняя степень достоверности*).
- 4) **Глобальные совокупные воздействия:** риски глобальных совокупных воздействий являются умеренными в случае дополнительного повышения температуры от 1 до 2 °C, и эти риски являются следствием воздействий как на биоразнообразие Земли, так и общую глобальную экономику (*средняя степень достоверности*). Существенные потери биоразнообразия, сопровождаемые потерями в экосистемных товарах и услугах, приводят к высоким рискам при дополнительном повышении температуры приблизительно на 3 °C (*высокая степень достоверности*). Общий экономический ущерб возрастает с повышением температуры (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*), однако общее число выполненных количественных оценок, касающихся дополнительного потепления приблизительно на 3 °C или выше, незначительно.
- 5) **Крупномасштабные сингулярные явления:** по мере все большего потепления некоторым физическим системам или экосистемам может угрожать риск резких и необратимых изменений. Риски, связанные с такими переломными моментами, становятся умеренными при дополнительном потеплении на величину от 0 до 1 °C, о чем есть ранние предупредительные сигналы: как теплые воды коралловых рифов, так и арктические экосистемы, уже испытывают необратимые сдвиги режимов (*средняя степень достоверности*). Риски возрастают нелинейно, когда температура повышается на величину от 1 до 2 °C в результате дополнительного потепления, и становятся высокими, когда температура превышает 3 °C, из-за потенциальной возможности крупномасштабного и необратимого повышения уровня моря вследствие утраты ледяных щитов. В случае сохраняющегося потепления, превышающего определенное пороговое значение<sup>35</sup>, почти полная потеря Гренландского ледяного щита произойдет через тысячу или более лет и будет способствовать повышению глобального среднего уровня моря почти на 7 м.

<sup>33</sup> РП ОД5 РГ I, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9

<sup>34</sup> 18.6, 19.6; наблюдаемое потепление с 1850-1900 гг. по 1986-2005 гг. составляет 0,61 °C (доверительный интервал 5-95 %: 0,55-0,67 °C). [ОД5 РГ I, 2.4]

<sup>35</sup> Текущие оценки показывают, что это пороговое значение выше, чем величина порядка 1 °C (*низкая степень достоверности*), но меньше величины порядка 4 °C (*средняя степень достоверности*) сохраняющегося глобального среднего потепления по сравнению с доиндустриальными уровнями



**Оценочная вставка РП.1, рисунок 1** | Глобальная перспектива связанных с климатом рисков. Риски, ассоциирующиеся с причинами для озабоченности, показаны справа в порядке возрастания уровня изменения климата. Цветным затенением показан дополнительный риск, вызванный изменением климата, когда уровень температуры достигнут, а затем сохраняется или возрастает. Необнаруживаемый риск (белый цвет) показывает отсутствие каких-либо ассоциированных воздействий, которые обнаруживаются и приписываются изменению климата. Умеренный риск (желтый цвет) показывает, что соответствующие воздействия являются как обнаруживаемыми, так и объясняемыми изменением климата по меньшей мере со *средней степенью достоверности*, и что они также удовлетворяют иным конкретным критериям для ключевых рисков. Высокий риск (красный цвет) указывает на сильные и широко распространенные воздействия при одновременном соответствии иным конкретным критериям для ключевых рисков. Пурпурный цвет, который впервые стал использоваться в этой оценке, означает, что на очень высокий риск указывают все критерии для ключевых рисков. [Рисунок 19-4] Для справки прошлые и будущие значения среднегодовой глобальной приземной температуры показаны слева, как на рисунке РП.4. [Рисунок RC-1, вставка CC-RC; рисунки РП.1 и РП.7 ОД5 РГ I]. Исходя из самого длинного имеющегося набора данных о глобальной приземной температуре, наблюдаемое изменение между средним показателем периода 1850-1900 гг. и справочным периодом ОД5 (1986-2005 гг.) составляет 0,61 °C (доверительный 5-95-процентный интервал: 0,55-0,67 °C) [РП ОД5 РГ I, 2.4]; это значение используется в данном докладе в качестве аппроксимации изменения средней глобальной приземной температуры от доиндустриального периода (до 1750 г.) [Глоссарии ОД5 РГ I и РГ II]

систему». Риски считаются ключевыми при высокой степени опасности или высокой уязвимости стран и систем, подтвержденных этим рискам, или и тех, и других. Идентификация ключевых рисков основана на экспертных суждениях, в которых использовались следующие конкретные критерии: высокая величина, большая вероятность или необратимость воздействий; сроки воздействий; сохраняющиеся уязвимость или подверженность, способствующие возникновению рисков; или ограниченный потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации или смягчения воздействий. Ключевые риски объединены в пять взаимодополняющих и всеохватывающих причин для озабоченности (ПДО) в оценочной вставке РП.1.

**Описанные далее ключевые риски (все они определяются с *высокой степенью достоверности*) распространяются на сектора и регионы. Каждый из этих ключевых рисков ведет к одной или нескольким ПДО.**<sup>36</sup>

- Риск гибели, увечий, плохого здоровья или уничтожения средств к существованию в низменных прибрежных зонах и в малых островных развивающихся государствах и на других малых островах, вызванный штормовыми нагонами, прибрежным наводнением и повышением уровня моря.<sup>37</sup> [ПДО 1-5]
- Риск резкого ухудшения здоровья и дестабилизации средств к существованию для больших групп городского населения, вызванный наводнением в материковой части некоторых регионов.<sup>38</sup> [ПДО 2 и 3]
- Систематические риски, вызванные экстремальными метеорологическими явлениями и ведущие к нарушению функционирования инфраструктурных сетей и жизненно важных систем обслуживания, таких как электроснабжение, водоснабжение, здравоохранение и службы по чрезвычайным ситуациям.<sup>39</sup> [ПОД 2-4]
- Риск смертности и заболеваемости в течение периодов экстремальной жары, особенно для уязвимых групп городского населения и тех, кто работает на открытом воздухе в городских и сельских районах.<sup>40</sup> [ПДО 2 и 3]
- Риск отсутствия продовольственной безопасности и сбоя в функционировании продовольственных систем, связанный с потеплением, засухой, наводнением, изменчивостью осадков и экстремальными осадками, особенно для бедных слоев населения в городских и сельских поселениях.<sup>41</sup> [ПДО 2-4]
- Риск потери средств к существованию на селе и дохода из-за недостаточного доступа к питьевой воде и воде для ирригации, а также снижения продуктивности сельского хозяйства, особенно для фермеров и скотоводов, владеющих минимальным капиталом в полусухих регионах.<sup>42</sup> [ПДО 2 и 3]

<sup>36</sup> 19.2-4, 19.6, таблица 19-4, вставки 19-2 и CC-KR

<sup>37</sup> 5.4, 8.2, 13.2, 19.2-4, 19.6-7, 24.4-5, 26.7-8, 29.3, 30.3, таблицы 19-4 и 26-1, рисунок 26-2, вставки 25-1, 25-7 и CC-KR

<sup>38</sup> 3.4-5, 8.2, 13.2, 19.6, 25.10, 26.3, 26.8, 27.3, таблицы 19-4 и 26-1, вставки 25-8 и CC-KR

<sup>39</sup> 5.4, 8.1-2, 9.3, 10.2-3, 12.6, 19.6, 23.9, 25.10, 26.7-8, 28.3, таблица 19-4, вставки CC-KR и CC-HS

<sup>40</sup> 8.1-2, 11.3-4, 11.6, 13.2, 19.3, 19.6, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, таблицы 19-4 и 26-1, вставки CC-KR и CC-HS

<sup>41</sup> 3.5, 7.4-5, 8.2-3, 9.3, 11.3, 11.6, 13.2, 19.3-4, 19.6, 22.3, 24.4, 25.5, 25.7, 26.5, 26.8, 27.3, 28.2, 28.4, таблица 19-4, вставка CC-KR

<sup>42</sup> 3.4-5, 9.3, 12.2, 13.2, 19.3, 19.6, 24.4, 25.7, 26.8, таблица 19-4, вставки 25-5 и CC-KR

- vii) Риск утраты морских и прибрежных экосистем, биоразнообразия, экосистемных товаров, функций и услуг, которые они обеспечивают в качестве средств к существованию в прибрежных зонах, особенно для занимающихся рыболовством общин в тропиках и в Арктике.<sup>43</sup> [ПДО 1, 2 и 4]
- viii) Риск утраты наземных и материковых водных экосистем, биоразнообразия, экосистемных товаров, функций и услуг, которые они обеспечивают в качестве средств к существованию.<sup>44</sup> [ПДО 1, 3 и 4]

Многие ключевые риски представляют собой особые проблемы для наименее развитых стран и уязвимых сообществ, учитывая их ограниченную способность справляться с этими рисками.

**Возрастающие масштабы потепления повышают вероятность тяжелых, повсеместных и необратимых последствий.** Некоторые риски изменения климата являются значительными в случае превышения доиндустриальных уровней на 1 или 2 °C (как показано в оценочной вставке РП.1). Глобальные риски изменения климата являются высокими-очень высокими, если средняя глобальная температура превышает доиндустриальные уровни на 4 °C или более для любых причин для озабоченности (оценочная вставка РП.1) и включают тяжелые и широко распространенные последствия для уникальных и находящихся в опасности систем, существенное исчезновение видов, большие риски для глобальной и региональной продовольственной безопасности, а также сочетание высокой температуры и влажности, нарушающее нормальную деятельность человека, в том числе при выращивании продовольственных культур или работе на открытом воздухе в некоторых районах в определенные части года (*высокая степень достоверности*). Точные уровни изменения климата, достаточные для создания «переломных моментов» (пороговые значения для резкого и необратимого изменения), остаются неопределенными, однако при повышении температуры возрастает риск, связанный с созданием множества переломных моментов в земной системе в целом или во взаимосвязанных антропогенных и естественных системах (*средняя степень достоверности*).<sup>45</sup>

**Общие риски воздействий изменения климата могут быть уменьшены посредством ограничения темпов и масштабов изменения климата.** Риски существенно снижаются согласно оценочному сценарию с ожидаемой самой низкой температурой (РТК2.6 – низкий уровень выбросов) по сравнению со сценарием с самой высокой температурой (РТК8.5 – высокий уровень выбросов), особенно во второй половине XXI века (*весьма высокая степень достоверности*). Ограничение изменения климата может также уменьшить масштабы адаптации, которая могла бы потребоваться. Согласно оценкам всех сценариев для адаптации и смягчения воздействий сохраняется определенный риск неблагоприятных последствий (*весьма высокая степень достоверности*).<sup>46</sup>

## В-2. Секторальные риски и потенциал для адаптации

Согласно перспективным оценкам, изменение климата увеличит существующие, связанные с климатом, риски и создаст новые риски для естественных и антропогенных систем. Некоторые из этих рисков будут ограничены конкретным сектором или регионом, а другие будут оказывать каскадирующие эффекты. В меньшей степени с изменением климата будут связаны, согласно перспективным оценкам, некоторые потенциальные выгоды.

### Пресноводные ресурсы

**Риски изменения климата, связанные с пресноводными ресурсами, существенно возрастают по мере повышения концентраций парниковых газов (твердые доказательства, высокая степень согласия).** В XXI веке по мере большего потепления произойдет увеличение доли глобального населения, страдающего от скудных водных ресурсов, и доли населения, затронутого крупномасштабными речными паводками.<sup>47</sup>

**Согласно перспективным оценкам, изменение климата в течение XXI века приведет к существенному уменьшению числа возобновляемых источников поверхностных вод и ресурсов подземных вод в большинстве сухих субтропических регионов (твердые доказательства, высокая степень согласия), усиливая таким образом конкуренцию за воду между секторами (ограниченные доказательства, средняя степень согласия).** В соответствии с РТК8.5 в сухих в настоящее время регионах частота повторения засухи, вероятно, возрастет к концу XXI века (*средняя степень достоверности*). В отличие от этого, перспективные оценки показывают, что в высоких широтах произойдет увеличение объема водных ресурсов (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Согласно перспективным оценкам, изменение климата приведет к снижению качества сырой воды и создаст риски для качества питьевой воды, даже при ее традиционной обработке, вследствие взаимодействия следующих факторов: повышение температуры; увеличение отложений наносов и нагрузки питательных веществ и загрязняющих веществ после сильных дождей; повышение концентрации загрязняющих веществ по время засух; и нарушение работы очистных сооружений во время паводков (*средняя степень достоверности, высокая степень согласия*). Адаптивная технология менеджмента водных

<sup>43</sup> 5.3, 6.3, 7.4, 9.3, 19.5-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-4, 29.3, 30.5-7, таблица 19-4, вставки СС-ОА, СС-Р, СС-КР и СС-НС

<sup>44</sup> 4.3, 9.3, 19.3-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-3, таблица 19-4, вставки СС-КР и СС-ВЕ

<sup>45</sup> 4.2-3, 11.8, 19.5, 19.7, 26.5, вставка СС-НС

<sup>46</sup> 3.4-5, 16.6, 17.2, 19.7, 20.3, 25.10, таблицы 3-2, 8.3 и 8.6, вставки 16-3 и 25-1

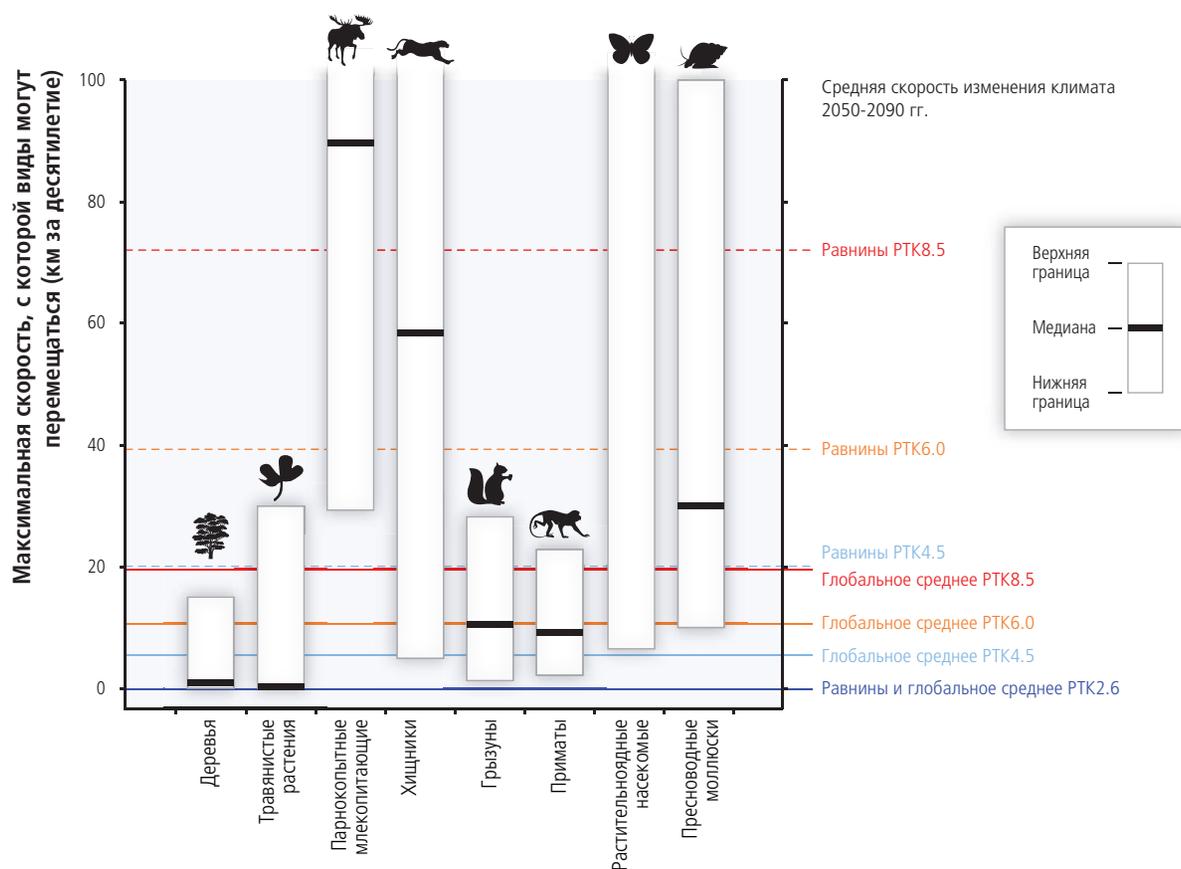
<sup>47</sup> 3.4-5, 26.3, таблица 3-2, вставка 25-8

ресурсов, включая планирование сценария, подходы на основе обучения, а также гибкие и обоснованные решения, могут способствовать формированию устойчивости к неопределенным гидрологическим изменениям и воздействиям, вызванным изменением климата (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*).<sup>48</sup>

## Наземные и пресноводные экосистемы

Согласно перспективным оценкам, из-за изменения климата в течение XXI века и в последующий период значительная часть как наземных, так и пресноводных видов, столкнется с повышенной опасностью исчезновения, особенно в силу взаимодействия изменения климата с другими факторами стресса, такими как изменение среды обитания, чрезмерная эксплуатация, загрязнение и инвазивные виды (*высокая степень достоверности*). Риск исчезновения повышается согласно всем сценариям РТК, причем этот риск увеличивается в соответствии как с масштабами, так и темпами изменения климата. В течение XXI века многие виды не смогут перемещаться в подходящий для них климат при средней и высокой скорости изменения климата (т.е. РТК4.5, 6.0 и 8.5) (*средняя степень достоверности*). Более медленные темпы изменения (т.е. РТК2.6) создадут меньше проблем. См. рисунок РП.5. Некоторые виды адаптируются к новому климату. Сократятся популяции тех видов, которые не могут адаптироваться достаточно быстро, или же эти виды исчезнут частично или полностью в пределах своих ареалов. Меры менеджмента, такие как сохранение генетического разнообразия, содействие миграции и рассредоточение видов, управление режимами нарушений (например пожары, паводки) и уменьшение других стрессов, может уменьшить, но не исключит риски воздействий на наземные и пресноводные экосистемы в результате изменения климата, а также усилить внутреннюю способность экосистем и слагающих их видов адаптироваться к изменяющемуся климату (*высокая степень достоверности*).<sup>49</sup>

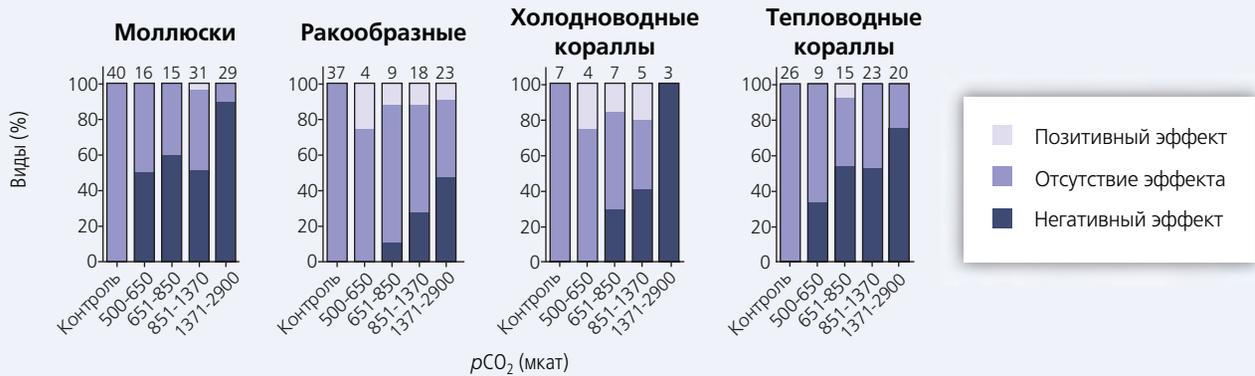
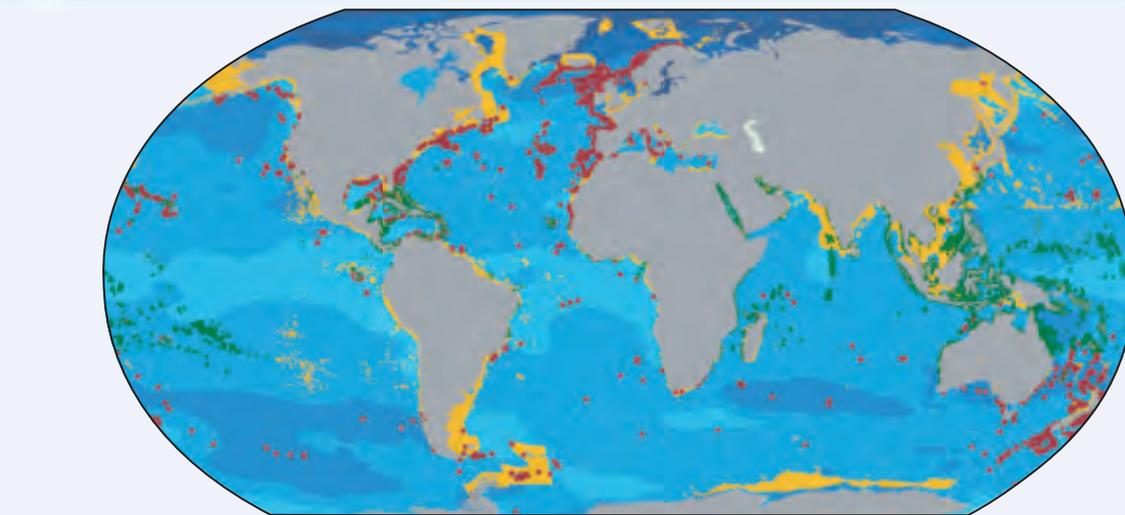
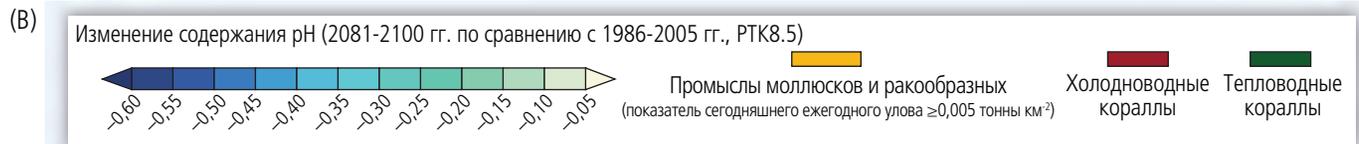
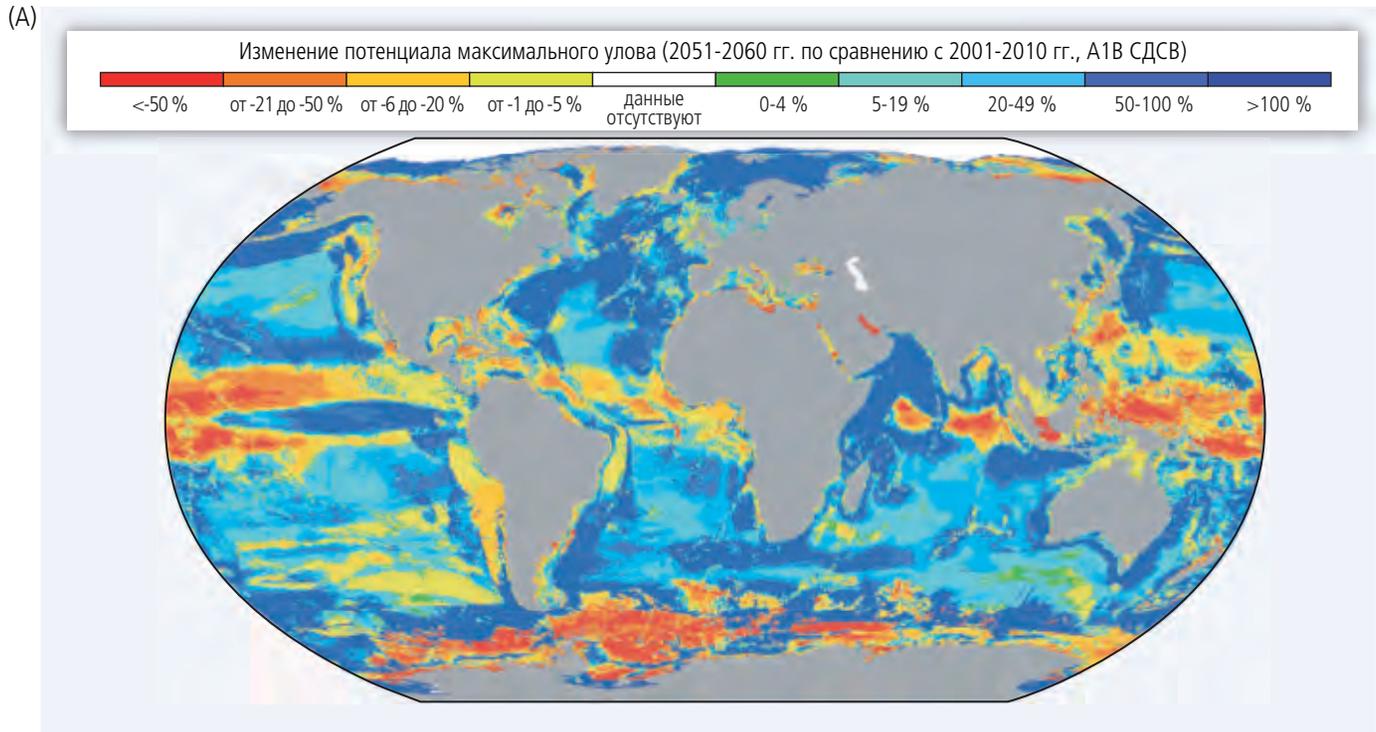
В течение этого столетия величина и скорость изменения климата в условиях сценариев средних-высоких уровней выбросов (РТК4.5, 6.0 и 8.5), порождают высокий риск резких и необратимых изменений регионального масштаба, затрагивающих состав, структуру и функции наземных и пресноводных экосистем, включая водно-болотные угодья (*средняя степень достоверности*). Примерами того, что может явиться результатом существенного воздействия на климат, являются бореальная-тундровая арктическая



**Рисунок РП.5** | Максимальные скорости, с которыми виды могут перемещаться по ландшафтам (на основе данных наблюдений и моделей; вертикальная ось слева), по сравнению со скоростями, с которыми «перемещается» температура, согласно перспективным оценкам, по ландшафтам (скорости изменения климата применительно к температуре; вертикальная ось справа). Воздействия человека, такие как транспортные перевозки или фрагментация среды обитания, могут значительно повысить или уменьшить скорости перемещения. Белыми вставками с черными полосками показаны пределы и медианы максимальных скоростей перемещения для деревьев, растений, млекопитающих, растительноядных насекомых (медиана не оценена) и пресноводных моллюсков. Для РТК2.6, 4.5, 6.0 и 8.5 в период 2050-2090 гг. горизонтальными линиями показана скорость изменения климата - глобальное среднее и для обширных равнин. Предполагается, что виды, максимальные скорости которых находятся ниже соответствующей линии, не смогут «отслеживать» траектории потепления без вмешательства человека. [Рисунок 4-5]

<sup>48</sup> 3.2, 3.4-6, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3, таблица 3-2, таблица 23-3, вставка 25-2, CC-RF и CC-WE; ДО 5 ПГ I, 12.4

<sup>49</sup> 4.3-4, 25.6, 26.4, вставка CC-RF





**Рисунок РП.6** | Риски для рыбных промыслов от изменения климата. (А) Перспективная оценка глобального перераспределения потенциала максимального улова около 1000 вылавливаемых видов рыб и беспозвоночных. Перспективные оценки сравнивают 10-летние средние за 2001-2010 гг. и 2051-2060 гг., используя для этого сценарий А1В СДСВ, не проводя при этом анализ потенциальных воздействий чрезмерного вылова рыбы или закисления океана. (В) Промысловая добыча морских моллюсков и ракообразных (оценочные показатели сегодняшнего ежегодного для улова  $\geq 0,005$  тонны км<sup>2</sup>) и известные местонахождения холодно- и тепловодных кораллов, показанные на глобальной карте с перспективной оценкой распределения закисления океана в условиях РТК8.5 (изменение содержания pH с 1986-2005 гг. по 2081-2100 гг.). [Рисунок РП.8 ОД5 РГ I] На нижней части рисунка дается сравнение чувствительности к закислению океана моллюсков, ракообразных и кораллов, уязвимых видов животных, с указанием социально-экономической актуальности (например, для защиты прибрежной зоны и рыбных промыслов). Число видов, проанализированных в разных исследованиях, приводится по каждой категории повышенной концентрации CO<sub>2</sub>. Для 2010 г. сценарии РТК, подпадающие под каждую категорию парциального давления CO<sub>2</sub>, partial pressure (pCO<sub>2</sub>), являются следующими: РТК4.5 для 500-650 мкат (мкат - приблизительно эквивалент ppm в атмосфере); РТК6.0 для 651-850 мкат; и РТК8.5 для 851-1370 мкат. К 2150 г. РТК8.5 подпадает под категорию 1371-2900 мкат. Контрольная категория соответствует 380 мкат. [6.1, 6.3, 30.5, рисунки 6-10 и 6-14; ОД5 РГ I, вставка РП.1]

система (*средняя степень достоверности*) и леса бассейна Амазонки (*низкая степень достоверности*). Углерод, хранящийся в наземной биосфере (например в торфяниках, многолетней мерзлоте и лесах), может быть выброшен в атмосферу в результате изменения климата, обезлесения и деградации экосистемы (*высокая степень достоверности*). Согласно перспективным оценкам, во многих регионах в XXI веке усилятся гибель деревьев и суходершинность лесов как следствие повышения температур и усиления засух (*средняя степень достоверности*). Суходершинность лесов создает риски для хранения углерода, биоразнообразия, производства древесины, качества воды, комфортабельности жизни и экономической деятельности.<sup>50</sup>

### Прибрежные системы и низменные районы

**В результате повышения уровня моря, которое, согласно перспективным оценкам, произойдет в течение XXI века и в последующий период, прибрежные системы и низменные районы будут во все большей мере испытывать неблагоприятные воздействия, такие как подтопление, прибрежное наводнение и эрозия прибрежной зоны (*весьма высокая степень достоверности*).** Население и имущество, которые, согласно перспективным оценкам, будут подвержены рискам в прибрежной зоне, а также антропогенное давление на прибрежные экосистемы, значительно увеличатся в предстоящие десятилетия вследствие роста населения, экономического развития и урбанизации (*высокая степень достоверности*). Относительные расходы на адаптацию в прибрежной зоне будут весьма различаться между регионами и странами и внутри них в течение XXI века. Ожидается, что некоторые развивающиеся страны, расположенные на малых высотах над уровнем океана, и малые островные государства столкнутся с весьма серьезными воздействиями, которые в некоторых случаях могут сопровождаться расходами в связи с причиненным ущербом и адаптацией в размере нескольких процентных пунктов ВВП.<sup>51</sup>

### Морские системы

**В результате изменения климата, которое, согласно перспективным оценкам, произойдет к середине XXI века и в последующий период, глобальное перераспределение морских видов и уменьшение морского биоразнообразия в чувствительных регионах создаст проблемы для устойчивого поддержания продуктивности рыбных промыслов и других экосистемных услуг (*высокая степень достоверности*).** Пространственные сдвиги морских видов вследствие ожидаемого потепления вызовут инвазии в высоких широтах и обусловят высокие скорости локального исчезновения видов в тропиках и полужамкнутых морях (*средняя степень достоверности*). Согласно перспективным оценкам, видовое богатство и потенциал улова рыбных промыслов увеличатся в среднем в средних и высоких широтах (*высокая степень достоверности*) и уменьшатся в тропических широтах (*средняя степень достоверности*). См. рисунок РП.6А. Согласно перспективным оценкам, дальнейшее ограничение среды обитания видов рыб произойдет в результате постепенного расширения зон с минимальным содержанием кислорода и бескислородных «мертвых зон». Согласно перспективным оценкам, произойдет перераспределение чистой первичной продукции в открытом океане, и к 2100 г. она глобально сократится, согласно всем сценариям РТК. Изменение климата усиливает опасность чрезмерного рыбного промысла и других неклиматических факторов стресса, усложняя таким образом режимы менеджмента морской среды (*высокая степень достоверности*).<sup>52</sup>

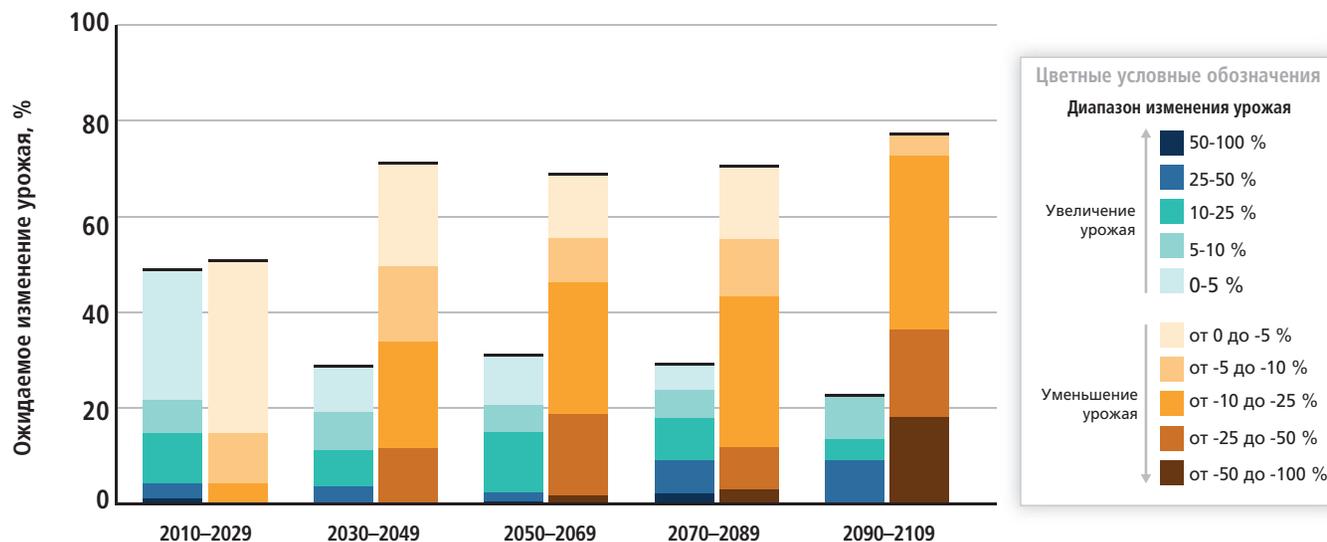
**Согласно сценариям средних-высоких уровней выбросов (РТК4.5, 6.0 и 8.5), закисление океана создает значительные риски для морских экосистем, особенно полярных экосистем и коралловых рифов, связанные с воздействиями на физиологию, поведение и динамику популяций отдельных видов – от фитопланктона до животных (*средняя-высокая степень достоверности*).** Моллюски с высоким содержанием кальция, иглокожие и рифообразующие кораллы являются более чувствительными по сравнению с ракообразными (*высокая степень достоверности*) и рыбами (*низкая степень достоверности*), что имеет потенциально вредные последствия для рыбных промыслов и средств к существованию. См. рисунок РП.6В. Закисление океана действует наряду с другими глобальными изменениями (например, потепление, снижение уровня содержания кислорода) и локальными изменениями (например загрязнение, эвтрофикация) (*высокая степень достоверности*). Одновременно действующие факторы, такие как потепление и закисление океана, могут привести к интерактивным, комплексным и повышенным воздействиям на виды и экосистемы.<sup>53</sup>

<sup>50</sup> 4.2-3, рисунок 4-8, вставки 4-2, 4-3 и 4-4

<sup>51</sup> 5.3-5, 8.2, 22.3, 24.4, 25.6, 26.3, 26.8, таблица 26-1, вставка 25-1

<sup>52</sup> 6.3-5, 7.4, 25.6, 28.3, 30.6-7, вставки СС-МВ и СС-РР

<sup>53</sup> 5.4, 6.3-5, 22.3, 25.6, 28.3, 30.5, вставки СС-СР, СС-ОА и ТР.7



**Рисунок РП.7** | Сводка перспективных оценок изменений урожая сельскохозяйственных культур, вызванных изменением климата в течение XXI века. Рисунок содержит перспективные оценки для разных сценариев выбросов, для регионов с тропическим и умеренным климатом, и для сочетания случаев адаптации и неадаптации. В относительно малом числе исследований рассматривались воздействия на системы выращивания сельскохозяйственных культур применительно к сценариям, в которых средняя глобальная температура повышалась на 4 °C или более. Для пяти временных рамок в краткосрочной и долгосрочной перспективе данные (n=1090) показаны по 20-летним периодам на горизонтальной оси, которая включает среднюю точку для каждого периода будущего, для которого выполняются оценки. Изменения в урожае сельскохозяйственных культур рассчитывались относительно уровней конца XX века. Доли (%) данных разных категорий для каждой из временных рамок дают в сумме 100 %. [Рисунок 7-5]

## Продовольственная безопасность и системы производства продовольствия

**Для основных сельскохозяйственных культур (пшеница, рис и кукуруза), выращиваемых в регионах с тропическим и умеренным климатом, изменение климата без адаптации к нему негативно скажется, согласно перспективным оценкам, на производстве в случае превышения локальной температурой уровней конца XX века на 2 °C или более, хотя в отдельных местах это превышение может оказаться благоприятным (средняя степень достоверности).** Ожидаемые последствия варьируют в зависимости от видов культур и регионов и сценариев адаптации, при этом около 10 % проекций на период 2030-2049 гг. показывают повышение урожая более чем на 10 %, и порядка 10 % проекций показывают снижение урожая более чем на 25 % по сравнению с концом XX века. После 2050 г. риск более тяжелых последствий для урожайности повышается и зависит от уровня потепления. См. рисунок РП.7. Согласно перспективным оценкам, изменение климата приведет к постепенному повышению межгодовой изменчивости в урожаях сельскохозяйственных культур во многих регионах. Эти ожидаемые воздействия будут происходить в контексте быстрого повышения спроса на сельскохозяйственные культуры.<sup>54</sup>

**Все аспекты продовольственной безопасности потенциально затронуты изменением климата, включая доступ к продовольствию, его использование и стабильность цен (высокая степень достоверности).** Перераспределение потенциала улова морских рыбных промыслов в направлении более высоких широт создает риск снижения поставок, дохода и занятости в тропических странах с потенциальными последствиями для продовольственной безопасности (средняя степень достоверности). Повышение глобальной температуры на ~4 °C или более по сравнению с уровнями конца XX века в сочетании с увеличением спроса на продовольствие создаст значительные риски для продовольственной безопасности в глобальном и региональном масштабах (высокая степень достоверности). Риски для продовольственной безопасности являются, как правило, более значительными в районах низких широт.<sup>55</sup>

## Городские районы

**Многие глобальные риски изменения климата сконцентрированы в городских районах (средняя степень достоверности). Меры, которые обеспечивают устойчивость и стимулируют устойчивое развитие, могут глобально ускорить адаптацию к изменению климата.** Тепловой стресс, экстремальные осадки, материковое и прибрежное наводнение, оползни, загрязнение воздуха, засуха и скудные водные ресурсы – все это создает риски в городских районах для людей, имущества, экономики и экосистем (весьма высокая степень достоверности). Риски возрастают для тех, кто не имеет базовой инфраструктуры и обслуживания или живет в низкокачественных жилищах и подверженных рискам местах. Снижение дефицита базового обслуживания,

<sup>54</sup> 7.4-5, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, таблица 7-2, рисунки 7-4, 7-5, 7-6, 7-7 и 7-8

<sup>55</sup> 6.3-5, 7.4-5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, таблица 7-3, рисунки 7-1, 7-4 и 7-7, вставка 7-1

улучшение жилищных условий и строительство устойчивых инфраструктурных систем могли бы значительно снизить уязвимость и подверженность рискам в городских районах. Адаптации на уровне городов благоприятствуют эффективное многоуровневое управление рисками в городах, согласование программ и стимулов, усиление адаптационного потенциала местных правительств и общин, синергия с частным сектором, а также надлежащее финансирование и институциональное развитие (*средняя степень достоверности*). Адаптации также благоприятствуют усиленный потенциал, выражение мнений и влияние групп населения с низким уровнем дохода и уязвимых сообществ, и их партнерство с местными правительствами.<sup>56</sup>

## Сельские районы

**В ближайшей перспективе и последующий период ожидаются серьезные последствия для сельских районов из-за воздействий на доступность водных ресурсов и водоснабжение, продовольственную безопасность и доходы от сельского хозяйства, включая сдвиги районов выращивания продовольственных и непродовольственных сельскохозяйственных культур по всем мире (*высокая степень достоверности*).** Предполагается, что эти воздействия непропорционально затронут благосостояние бедных групп населения в сельских районах, таких как в домашних хозяйствах, вводимых женщинами, и лиц с ограниченным доступом к земле, современным сельскохозяйственным исходным материалам, инфраструктуре и образованию. Дальнейшие адаптации в сфере сельского хозяйства, водных ресурсов, лесного хозяйства и биоразнообразия могут осуществляться по линии программ, учитывающих контексты принятия решений в сельских районах. Торговая реформа и инвестирование могут улучшить доступ к рынку для малых фермерских хозяйств (*средняя степень достоверности*).<sup>57</sup>

## Ключевые экономические сектора и услуги

**Для большинства экономических секторов воздействия таких факторов, как изменения в демографическом составе, возрастной структуре, доходах, технологии, относительных ценах, стиле жизни, нормативном регулировании и управлении, согласно перспективным оценкам, являются значительными по сравнению с воздействиями изменения климата (*средняя степень достоверности, высокая степень согласия*).** Согласно перспективным оценкам, изменение климата приведет к снижению спроса на энергию, необходимую для отопления, и повышению спроса на энергию, необходимую для систем охлаждения в жилом и коммерческом секторах (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Согласно перспективным оценкам, изменение климата по-разному затронет энергетические источники и технологии в зависимости от используемых ресурсов (например водный поток, ветер, инсоляция), технологических процессов (например охлаждение) или местонахождения (например прибрежные районы, поймы). Согласно перспективным оценкам, более суровые и/или частые экстремальные метеорологические явления и/или опасные явления приведут к увеличению потерь и изменчивости потерь в разных регионах. Это приведет к появлению проблем у систем страхования, связанных с предложением доступного страхового покрытия при одновременном увеличении основанного на рисках капитала, особенно в развивающихся странах. Примерами адаптационных мер являются крупномасштабные инициативы по уменьшению рисков в государственном и частном секторах и диверсификация экономической деятельности.<sup>58</sup>

**Глобальные экономические последствия изменения климата с трудом поддаются оценке.** Оценки экономических последствий, полученные за последние 20 лет, варьируют по своему охвату совокупностей экономических секторов и зависят от большого числа предположений, многие из которых являются спорными; многие оценки не учитывают катастрофические изменения, переломные моменты и многие другие факторы.<sup>59</sup> С учетом этих осознанных ограничений неполные оценки глобальных ежегодных экономических потерь вследствие дополнительного повышения температуры на ~2 °C составляют от 0,2 до 2,0 % дохода ( $\pm$  одно стандартное отклонение от среднего значения) (*доказательства средней степени, средняя степень согласия*). Потери, скорее вероятно, чем нет, будут скорее большими, а не меньшими, по сравнению с этим диапазоном (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). Помимо этого имеются большие различия между странами и внутри стран. Темпы потерь ускоряются по мере все большего потепления (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*), однако выполнено еще мало количественных оценок, касающихся дальнейшего повышения температуры приблизительно на 3 °C или выше. Оценки нарастающего экономического воздействия в результате выброса диоксида углерода лежат в пределах от нескольких долларов до нескольких сотен долларов на тонну углерода<sup>60</sup> (*твердые доказательства, средняя степень согласия*). Оценки весьма отличаются друг от друга, в зависимости от предполагаемой функции ущерба и ставки дисконта.<sup>61</sup>

<sup>56</sup> 3.5, 8.2-4, 22.3, 24.4-5, 26.8, таблица 8-2, вставки 25-9 и СС-НС

<sup>57</sup> 9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4, вставка 25-5

<sup>58</sup> 3.5, 10.2, 10.7, 10.10, 17.4-5, 25.7, 26.7-9, вставка 25-7

<sup>59</sup> Оценки потерь в результате бедствий являются заниженными оценками, поскольку многие последствия, такие как утрата человеческих жизней, культурного наследия и экосистемных услуг, с трудом поддаются оценке и выражению в денежных показателях, и таким образом они плохо отражены в оценках потерь. Воздействия на неформальную или недокументированную экономику, а также косвенные экономические эффекты, могут иметь весьма важное значение в некоторых областях и секторах, однако они, как правило, не учитываются в сообщаемых оценках потерь. [СДЭБ, 4.5]

<sup>60</sup> Одна тонна углерода = 3,667 тонны CO<sub>2</sub>

<sup>61</sup> 10.9

## Здоровье человека

**Согласно перспективным оценкам, до середины века изменение климата будет оказывать воздействие на здоровье человека, главным образом усугубляя уже существующие проблемы здоровья (весьма высокая степень достоверности). Как ожидается, в течение XXI века изменение климата приведет к увеличению числа людей с плохим здоровьем во многих регионах, и особенно в развивающихся странах с низким уровнем дохода, по сравнению с базовым показателем, не учитывающим изменение климата (высокая степень достоверности).** Примеры включают большую вероятность увечий, болезней и смертных случаев в результате более интенсивных волн тепла и пожаров (весьма высокая степень достоверности); повышенную вероятность недостаточного питания вследствие сокращения производства продовольствия в бедных регионах (высокая степень достоверности); риски, связанные с потерей трудоспособности и уменьшением производительности труда среди уязвимых групп населения; и все большие риски, связанные с болезнями, передаваемыми через продукты питания и воду (весьма высокая степень достоверности), и болезнями, передаваемыми через переносчиков инфекции (средняя степень достоверности). Позитивные эффекты будут включать, как ожидается, незначительное уменьшение случаев смертности и заболеваемости из-за холодной погоды в некоторых регионах благодаря меньшему числу явлений холодной погоды (низкая степень достоверности), географическим сдвигам в производстве продовольствия (средняя степень достоверности) и меньшей способности переносчиков инфекции передавать некоторые заболевания. Однако глобально в течение XXI века масштабы и тяжесть негативных последствий будут во все большей степени перевешивать, согласно перспективным оценкам, позитивные последствия (высокая степень достоверности). В ближайшей перспективе наиболее эффективными мерами по уменьшению уязвимости людей в плане их здоровья являются программы, в рамках которых осуществляются и совершенствуются базовые мероприятия в области общественного здравоохранения, такие как обеспечение чистой водой и санитарными условиями, гарантированное первичное медицинское обслуживание, включая вакцинацию и службы по охране здоровья детей, усиление потенциала для обеспечения готовности к бедствиям и принятия мер реагирования, а также уменьшение масштабов нищеты (весьма высокая степень достоверности). К 2100 г., по сценарию высокого уровня выбросов РТК8.5, сочетание высокой температуры и влажности в некоторых районах в определенные части года приведет, согласно перспективным оценкам, к нарушению нормальной деятельности человека, включая выращивание продовольственных культур и работу на открытом воздухе (высокая степень достоверности).<sup>62</sup>

## Безопасность человека

**Согласно перспективным оценкам, изменение климата в течение XXI века увеличит масштабы перемещения людей (доказательства средней степени, высокая степень согласия).** Риск перемещения населения возрастает, когда группа населения, не имеющая ресурсов для плановой миграции, испытывают повышенную подверженность экстремальным метеорологическим явлениям как в сельских, так и городских районах, особенно в развивающихся странах с низким уровнем дохода. Расширение возможностей для мобильности может уменьшить уязвимость таких групп населения. Изменения в миграционных структурах могут стать ответной реакцией как на экстремальные метеорологические явления, так и на долгосрочную изменчивость и изменение климата, и миграция может также быть эффективной стратегией адаптации. Существует *низкая степень достоверности* в отношении количественных перспективных оценок изменений в мобильности, что объясняется ее сложным и многопричинным характером.<sup>63</sup>

**Изменение климата может косвенным образом повысить риски насильственных конфликтов в форме гражданской войны или межгруппового насилия в результате усиления хорошо документированных факторов этих конфликтов, таких как нищета и экономические шоки (средняя степень достоверности).** Множество доказательств связывают изменчивость климата с этими формами конфликта.<sup>64</sup>

**Предполагается, что воздействия изменения климата на жизненно важную инфраструктуру и территориальную целостность многих государств окажут влияние на политику в области национальной безопасности (доказательства средней степени, средняя степень согласия).** Например, подтопление территории в результате подъема уровня моря создает риски для целостности территорий малых островных государств и государств с большой протяженностью береговых линий. Некоторые трансграничные воздействия изменения климата, такие как изменения, связанные с морским льдом, совместно используемыми водными ресурсами и морскими рыбными запасами, могут в перспективе усилить соперничество между государствами, однако четко действующие национальные и межправительственные учреждения могут активизировать сотрудничество и разрешать многие из этих спорных вопросов.<sup>65</sup>

## Средства к существованию и нищета

**В течение XXI века воздействия изменения климата замедлят, согласно перспективным оценкам, экономический рост, затруднят уменьшение масштабов нищеты, еще больше ослабят продовольственную безопасность, продлят существование «ловушек нищеты» и создадут новые такие ловушки, причем последние будут особенно характерны для городских районов и возникающих**

<sup>62</sup> 8.2, 11.3-8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6, рисунок 25-5, вставка СС-НС

<sup>63</sup> 9.3, 12.4, 19.4, 22.3, 25.9

<sup>64</sup> 12.5, 13.2, 19.4

<sup>65</sup> 12.5-6, 23.9, 25.9

## Оценочная вставка РП.2 | Региональные ключевые риски

В сопроводительной таблице 1 к оценочной вставке РП.2 освещено несколько репрезентативных ключевых рисков для каждого региона. Ключевые риски были идентифицированы на основе оценки соответствующей научной, технической и социально-экономической литературы, подробно обсуждаемой во вспомогательных разделах главы. Идентификация ключевых рисков была основана на экспертном заключении с использованием следующих конкретных критериев: широкий масштаб, высокая вероятность или необратимость последствий; временные рамки воздействия; постоянная уязвимость или подверженность, способствующие возникновению рисков; или ограниченный потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации или смягчения воздействий.

Для каждого ключевого риска уровни риска оценивались по трем временным рамкам. Для настоящего времени уровни риска оценивались для текущей адаптации и гипотетического высоко адаптированного состояния с выявлением при этом тех мест, где имеются недостатки в существующей адаптации. Для двух будущих временных рамок уровни риска оценивались применительно к продолжению текущей адаптации и высоко адаптированному состоянию, отражающему потенциал и ограничения для адаптации. Уровни риска интегрируют вероятность и последствие в пределах самого широкого возможного диапазона потенциальных конечных результатов, исходя при этом из имеющейся литературы. Эти потенциальные конечные результаты выводятся из взаимодействия между связанными с климатом опасными явлениями, уязвимостью и подверженностью. Каждый уровень риска отражает общий риск, возникающий от действия климатических или неклиматических факторов. Ключевые риски и уровни риска меняются в разных регионах и во времени, при этом учитываются различные пути социально-экономического развития, уязвимость и подверженность опасным явлениям, адаптивная способность и восприятость риска. Уровни рисков необязательно являются сопоставимыми, особенно для разных регионов, поскольку оценка учитывает потенциальные воздействия и адаптацию в разных физических, биологических и антропогенных системах в разнообразных контекстах. Эта оценка рисков признает важность различий в значениях и задачах при интерпретации оцененных уровней риска.

**Оценочная вставка РП.2, таблица 1** | Ключевые региональные риски, вызванные изменением климата, и потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации и смягчения воздействий. Каждый ключевой риск характеризуется в диапазоне от весьма низкого до весьма высокого для трех временных рамок: настоящее время, ближайшая перспектива (в данном случае оценка на 2030-2040 гг.) и долгосрочная перспектива (в данном случае оценка для периода 2080-2100 гг.). В краткосрочном плане перспективные оценки уровней повышения средней глобальной температуры не расходятся существенно в разных сценариях выбросов. В долгосрочной перспективе уровни рисков представлены для двух сценариев повышения средней глобальной температуры (превышение доиндустриальных уровней на 2 °C и 4 °C). Эти сценарии иллюстрируют потенциал для смягчения воздействий и адаптации с целью уменьшения рисков, связанных с изменением климата. Климатические факторы воздействий показаны в виде пиктограмм.

Климатообусловленные факторы воздействий										Уровень риска и потенциал для адаптации	
										Потенциал дополнительной адаптации для уменьшения риска.  Уровень риска при высокой адаптации      Уровень риска при текущей адаптации	
Тренд потепления											
Экстремальная температура											
Тренд засухливости											
Экстремальные осадки											
Осадки											
Снежный покров											
Разрушительный циклон											
Уровень моря											
Закисление океана											
Фертилизация двуокисью углерода											
Африка											
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации				Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации				
Сочетанный стресс для водных ресурсов, испытывающих значительное напряжение в результате чрезмерной эксплуатации и деградации в настоящее время и повышенного спроса в будущем, в сочетании с усиленным стрессом от засухи в подверженных засухе регионах Африки ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [22.3-4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ослабление неклиматических факторов стресса для водных ресурсов.</li> <li>Усиление институциональных возможностей для менеджмента спроса, оценки грунтовых вод, комплексного планирования водных ресурсов-сточных вод и комплексного управления земельными и водными ресурсами.</li> <li>Устойчивое городское развитие.</li> </ul>					Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий		
						Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)					
						Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C				
							4°C				
Снижение продуктивности сельскохозяйственных культур, связанное со стрессом от жары и засухи, в сочетании с сильными неблагоприятными воздействиями на региональные, национальные и домашние средства к существованию и продовольственную безопасность, с учетом также возросшего ущерба от вредных насекомых и болезней и воздействий паводков на инфраструктуры продовольственной системы ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [22.3-4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Технологические ответные меры по адаптации (например устойчивые к стрессу сорта культур, ирригация, усовершенствованные системы наблюдений).</li> <li>Упрощение доступа мелких арендаторов к получению кредита и другим исключительно важным производственным ресурсам, диверсификация средств к существованию.</li> <li>Усиление учреждений на местном, национальном и региональном уровнях с целью поддержки сельского хозяйства (включая системы раннего предупреждения) и ориентированной на гендерный фактор политики.</li> <li>Агрономические ответные меры по адаптации (например агролесомелиорация, рациональное сельское хозяйство).</li> </ul>					Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий		
						Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)					
						Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C				
							4°C				
Изменения области распространения и географических границ заболеваний, передаваемых через переносчиков инфекционных болезней и воду, вызванные изменениями среднего значения и изменчивости температуры и осадков, особенно по краям их области распространения ( <i>средняя степень достоверности</i> ) [22.3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение целей развития, особенно улучшение доступа к безопасной воде и более совершенной санитарии, а также повышение эффективности функций общественного здравоохранения, таких как надзор.</li> <li>Картирование уязвимости и системы раннего предупреждения.</li> <li>Координация между секторами.</li> <li>Устойчивое городское развитие.</li> </ul>					Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий		
						Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)					
						Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C				
							4°C				

Продолжение на следующей стр. →

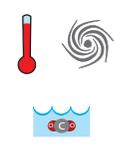
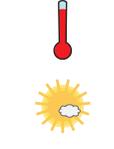
Оценочная вставка РП.2, таблица 1 (продолжение)

Продолжение на следующей стр. →

Европа				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Возросшие экономические потери и число лиц, затронутых наводнением в речных бассейнах и прибрежных зонах, в результате усиления урбанизации, повышения уровня моря, эрозии побережья и пиковых расходов воды в реке (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[23.2-3, 23.7]</p>	<p>Адаптация может предотвратить большинство прогнозируемых видов ущерба (<i>высокая степень достоверности</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Большой опыт в области устойчивых технологий противопаводковой защиты и все больший опыт по восстановлению водно-болотных угодий.</li> <li>• Высокие расходы на усиление противопаводковой защиты.</li> <li>• Потенциальные барьеры для осуществления: спрос на землю в Европе и обеспокоенность проблемами окружающей среды и ландшафта.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий    Средний    Очень высокий</p> <p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>
<p>Возросшие ограничения на воду. Значительное уменьшение наличия воды в результате забора воды из рек и источников грунтовых вод в сочетании с возросшим спросом на воду (например для ирригации, энергетики и промышленности, бытового использования), а также с уменьшением дренажа воды и стока в результате возросшей потребности в испарении, особенно в южной части Европы (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[23.4, 23.7]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Доказанный адаптационный потенциал, созданный благодаря внедрению более эффективных технологий водопользования и стратегий экономии воды (например для ирригации, сельскохозяйственных культур, наземного покрова, отраслей промышленности, бытового использования).</li> <li>• Включение наилучших практик и инструментов управления в планы менеджмента речных бассейнов и комплексный менеджмент водных ресурсов.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий    Средний    Очень высокий</p> <p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>
<p>Возросшие экономические потери и число людей, затронутых экстремальными тепловыми явлениями: воздействие на здоровье и благосостояние, производительность труда, растениеводство, качество воздуха и усиление риска стихийных пожаров в южной части Европы и в северном регионе России (<i>средняя степень достоверности</i>)</p> <p>[23.3-7, таблица 23-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Внедрение систем предупреждения.</li> <li>• Адаптация жилых помещений, рабочих мест, транспорта и энергоинфраструктуры.</li> <li>• Сокращение выбросов для улучшения качества воздуха.</li> <li>• Более эффективная борьба со стихийными пожарами.</li> <li>• Разработка страховых продуктов, защищающих от связанных с погодой колебаний урожайности.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий    Средний    Очень высокий</p> <p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>
Азия				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Усиление речных, прибрежных и городских наводнений, результатом которых является причинение широкомасштабного ущерба инфраструктуре, средствам к существованию и поселениям в Азии (<i>средняя степень достоверности</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уменьшение уязвимости посредством принятия структурных и неструктурных мер, эффективного планирования землепользования и выборочного переселения.</li> <li>• Уменьшение уязвимости жизненно важных инфраструктуры и услуг (например, вода, энергия, обработка отходов, продовольствие, биомасса, мобильность, местные экосистемы, телекоммуникации).</li> <li>• Создание систем мониторинга и раннего предупреждения; меры по выявлению подверженных риску районов, по оказанию помощи уязвимым районам и домашним хозяйствам, а также диверсификации средств к существованию.</li> <li>• Экономическая диверсификация.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий    Средний    Очень высокий</p> <p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>
<p>Возросший риск смертности, связанной с жаркой погодой (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы предупреждения об опасной для здоровья жаре.</li> <li>• Городское планирование, направленное на уменьшение числа островов тепла; совершенствование застроенной окружающей среды; развитие устойчивых к жаре городов.</li> <li>• Новые практики работы, предназначенные для предотвращения теплового стресса у работающих на открытом воздухе лиц.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий    Средний    Очень высокий</p> <p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>
<p>Возросший риск нехватки воды и продовольствия в результате засухи, являющийся причиной недостаточного питания (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Готовность к засухе, включая системы раннего предупреждения и местные стратегии по борьбе с засухой.</li> <li>• Адаптивный/комплексный менеджмент водных ресурсов.</li> <li>• Развитие водной инфраструктуры и водохранилищ.</li> <li>• Диверсификация водных источников, включая повторное использование воды.</li> <li>• Более эффективное использование воды (например усовершенствованные сельскохозяйственные практики, менеджмент ирригации и устойчивое сельское хозяйство).</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий    Средний    Очень высокий</p> <p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>

Оценочная вставка РП.2, таблица 1 (продолжение)

Продолжение на следующей стр. →

Австралия				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Значительное изменение состава сообществ и структуры систем коралловых рифов в Австралии (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[25.6, 30.5, вставки CC-CR и CC-OA]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Способность кораллов адаптироваться естественным образом представляется ограниченной и недостаточной для компенсации неблагоприятных эффектов повышения температур и закисления.</li> <li>Другие возможности сводятся главным образом к уменьшению других стрессов (качество воды, туризм, рыбная ловля) и системами раннего предупреждения; были предложены прямые меры вмешательства, такие как содействие созданию колоний и затенение от света, однако до сих пор не проведено их масштабного тестирования.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Возросшая частота и интенсивность случаев повреждения инфраструктуры и поселений в Австралии и Новой Зеландии (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[Таблица 25.1, вставки 25-8 и 25-9]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Существенный дефицит адаптации в некоторых регионах к существующему риску паводков.</li> <li>Эффективная адаптация включает контрольные механизмы землепользования и переселение, а также защиту от возросшего риска и приспособление к нему с целью обеспечения гибкости.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Усиление рисков для прибрежной инфраструктуры и низменных экосистем в Австралии и Новой Зеландии, наряду с широким распространением ущерба в направлении верхнего предела территории, защищаемой от повышения уровня моря (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[25.6, 25.10, вставка 25.1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Дефицит в некоторых местах адаптации к текущей эрозии прибрежной зоны и риску паводков. Последующие циклы строительства и защиты препятствуют гибким мерам реагирования.</li> <li>Эффективная адаптация включает управление землепользованием и даже переселение, а также защиту и приспособление.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
Северная Америка				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Утрата целостности экосистем, утрата имущества, заболеваемость и смертность людей, вызванные стихийными пожарами, и как результат этого – усиления тренда засушливости и температурного тренда (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[26.4, 26.8, вставка 26-2]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Некоторые экосистемы в большей степени адаптированы к пожарам по сравнению с другими. Руководители лесных хозяйств и муниципальные планировщики все чаще включают меры по защите от пожаров (например, предписанное сжигание, внедрение устойчивой растительности). Институциональный потенциал для поддержки адаптации экосистем является ограниченным.</li> <li>Адаптация поселений людей сдерживается быстрым распространением частной собственности в районах высокого риска и ограниченным адаптивным потенциалом на уровне домашних хозяйств.</li> <li>Агрлесомелиорация может быть эффективной стратегией для уменьшения масштабов почвенно-огневых практик земледелия в Мексике.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Смертность людей, связанная с жаркой погодой (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[26.6, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Кондиционирование воздуха в жилых помещениях (К/В) может эффективно снизить риск. Однако наличие и использование К/В является весьма нестабильным, и оно подвержено полному отключению при нарушениях электроснабжения. Уязвимые группы населения включают спортсменов и работающих на открытом воздухе лиц, для которых К/В является невозможным.</li> <li>Адаптация в масштабе общины и домашних хозяйств обладает потенциалом уменьшения подверженности экстремальной жаре благодаря семейной поддержке, системам раннего предупреждения о наступлении жары, охлаждающим центам, озеленению и поверхностям с высоким альбедо.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Городские наводнения в районах рек и побережья, причиняющие ущерб имуществу и инфраструктуре; нарушение функционирования сети снабжения, экосистем и социальной системы; последствия для общественного здравоохранения; и ухудшение качества воды в результате повышения уровня моря, экстремальных осадков и циклонов (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[26.2-4, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Осуществление менеджмента городской дренажной системы является дорогостоящим и деструктивным для городских районов.</li> <li>Малопроницаемые стратегии с сопутствующими выгодами включают менее непроницаемые поверхности, обеспечивающие большее подпитывание грунтовых вод, зеленую инфраструктуру и создание садов на крышах.</li> <li>В результате повышения уровня моря повышается верхний уровень воды в прибрежных выпускных коллекторах, что препятствует дренажу. Во многих случаях применяются устаревшие стандарты для конструкций водосливных систем, которые необходимо модернизировать для приведения их в соответствие с текущими климатическими условиями.</li> <li>Сохранение водно-болотных угодий, включая мангровые леса, и стратегии планирования землепользования могут ослабить интенсивность паводковых явлений.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>

РП

Оценочная вставка РП.2, таблица 1 (продолжение)

Продолжение на следующей стр. →

Центральная и Южная Америка				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
Наличие воды в полусухих и зависящих от талой воды ледников регионах и Центральной Америке; наводнения и оползни в городских и сельских районах вследствие экстремальных осадков ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [27.3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Комплексный менеджмент водных ресурсов.</li> <li>Менеджмент наводнений в городской и сельской местностях (включая инфраструктуру), системы раннего предупреждения, более точные прогнозы погоды и стока, а также борьба с инфекционными заболеваниями.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
Снижение объема производства и качества продовольствия ( <i>средняя степень достоверности</i> ) [27.3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Создание новых сортов культур, более адаптированных к изменению климата (температуре и засухе).</li> <li>Компенсация воздействий, оказываемых продовольствием худшего качества на здоровье человека и животных.</li> <li>Компенсация экономических воздействий изменений в землепользовании.</li> <li>Укрепление систем и практик традиционных знаний коренных народов.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
Распространение заболеваний, передаваемых переносчиками инфекций, на других высотах и широтах ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [27.3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка систем раннего предупреждения для борьбы с заболеваниями и смягчения их воздействий на основе климатических и других соответствующих исходных элементов. Многие факторы усиливают уязвимость.</li> <li>Разработка программ по расширению сферы первичных услуг общественного здравоохранения.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
<b>Полярные регионы</b>				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
Риски для пресноводных и наземных экосистем ( <i>высокая степень достоверности</i> ) и морских экосистем ( <i>средняя степень достоверности</i> ), вызванные изменениями ледового и снежного покровов, многолетней мерзлоты и состояния пресных вод и океана, затрагивающие качество среды обитания, фенологию и продуктивность видов, а также зависящие от них отрасли экономики [28.2-4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лучшее понимание благодаря научным знаниям и знаниям коренных народов, принятие более эффективных решений и/или внедрения технологических инноваций.</li> <li>Улучшенные мониторинг, регулирование и системы предупреждения, которые обеспечивают безопасное и устойчивое использование экосистемных ресурсов.</li> <li>Охота или вылов иных видов, если это возможно, и диверсификация источников дохода.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
Риски для здоровья и благосостояния жителей Арктики, являющиеся результатом телесных повреждений и болезней, вызываемых изменением физической окружающей среды, отсутствием продовольственной безопасности, качественной и безопасной питьевой воды, а также ущерба инфраструктуре, включая инфраструктуру в районах многолетней мерзлоты ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [28.2-4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Совместная выработка более четких решений, сочетающих науку и технологию со знаниями коренных народов.</li> <li>Улучшенные системы наблюдений, мониторинга и предупреждения.</li> <li>Улучшенные коммуникации, образование и подготовка кадров.</li> <li>Перемещение ресурсных баз, землепользования и/или районов поселения.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
Беспрецедентные проблемы для северных общин, вызванные сложными взаимосвязями между климатическими опасными явлениями и социальными факторами, особенно если темпы изменения климата опережают способность социальных систем к адаптации ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [28.2-4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Совместное принятие более четких решений, сочетающих науку и технологию со знаниями коренных народов.</li> <li>Улучшенные системы наблюдений, мониторинга и предупреждения.</li> <li>Улучшенные коммуникации, образование и подготовка кадров.</li> <li>Адаптивные меры реагирования в рамках совместного менеджмента, разработанные в рамках урегулирования земельных претензий.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
<b>Малые острова</b>				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
Утрата средств к существованию, прибрежных поселений, инфраструктуры, экосистемных услуг и экономической стабильности ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [29.6, 29.8, рисунок 29-4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>На островах существует значительный потенциал для адаптации, однако меры реагирования будут усилены благодаря дополнительным внешним ресурсам и технологиям.</li> <li>Поддержание и совершенствование экосистемных функций и услуг, а также водной и продовольственной безопасности.</li> <li>В будущем ожидается существенное снижение эффективности традиционных общинных стратегий по решению проблем.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
Взаимодействие повышающегося глобального среднего уровня моря в XXI веке с событиями, связанными с уровнями высокой воды, будет угрожать низменным прибрежным районам ( <i>высокая степень достоверности</i> ) [29.4, таблица 29-1; ДО5 РГ I, 13.5, таблица 13.5]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Большая доля прибрежной зоны во всей наземной территории превратит адаптацию в серьезную финансовую и ресурсную проблему для островов.</li> <li>Варианты адаптации включают поддержание и восстановление форм прибрежного рельефа и экосистем, усовершенствованный менеджмент почв и пресноводных ресурсов, а также надлежащие строительные кодексы и модели поселений.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C

Оценочная вставка РП.2, таблица 1 (продолжение)

Океан				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Сдвиг в распространении видов рыб и беспозвоночных и снижение потенциала улова рыбных промыслов в низких широтах, например в зоне экваториального апвеллинга, прибрежных пограничных систем и субтропических циркуляций (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[6.3, 30.5-6, таблицы 6-6 и 30-3, вставка СС-МВ]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Потенциал эволюционной адаптации видов рыб и беспозвоночных к потеплению является ограниченным, о чем свидетельствуют изменения в их распространении, направленные на сохранение температурных условий среды обитания.</li> <li>Возможности адаптации человека: широкомасштабное перемещение рыбных промыслов, имея в виду региональные сокращения потенциала улова (низкие широты) и возможное временное увеличение потенциала улова (высокие широты); гибкий менеджмент, который может реагировать на изменчивость и изменение; повышение устойчивости рыб к тепловому стрессу посредством уменьшения других стрессов, таких как загрязнение и эвтрофикация; увеличение масштабов устойчивой аквакультуры и создание альтернативных средств к существованию в некоторых регионах.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Уменьшение биоразнообразия, обилия рыбных ресурсов и ухудшение защиты побережья коралловыми рифами из-за вызванного жарой увеличения масштабов массового обесцвечивания и гибели кораллов, усугубляемого закислением океана, например в прибрежных пограничных системах и субтропических циркуляциях (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[5.4, 6.4, 30.3, 30.5-6, таблицы 6-6 и 30-3, вставка СС-СР]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Имеются весьма ограниченные доказательства быстрой эволюции кораллов. Некоторые кораллы могут мигрировать в направлении более высоких широт, однако все рифовые системы не в состоянии, как предполагается, успевать за высокими темпами температурных сдвигов.</li> <li>Возможности адаптации человека сводятся к уменьшению других стрессов, главным образом посредством повышения качества воды и ограничения факторов стресса, вызываемого туризмом и рыбным промыслом. Эти адаптации замедлят антропогенные воздействия, вызванные изменением климата, на несколько десятилетий, однако их эффективность будет резко уменьшаться по мере усиления теплового стресса.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Подтопление прибрежной зоны и утрата среды обитания вследствие повышения уровня моря, экстремальных явлений, изменений в осадках и снижения экологической устойчивости, например в прибрежных пограничных системах и субтропических циркуляциях (<i>средняя-высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[5.5, 30.5-6, таблицы 6-6 и 30-3, вставка СС-СР]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Возможности адаптации человека сводятся к уменьшению других стрессов, главным образом посредством уменьшения загрязнения и ограничения факторов давления, вызываемых туризмом, рыбным промыслом, физическим разрушением и неустойчивой аквакультурой.</li> <li>Уменьшение масштабов обезлесения и увеличение масштабов облесения на речных водосборах и в прибрежных зонах для удержания наносов и питательных веществ.</li> <li>Усиление защиты мангровых лесов, коралловых рифов и морской травы и их восстановление для защиты многочисленных экосистемных товаров и услуг, таких как защита побережья, туристические достопримечательности и среда обитания рыб.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>

**горячих точек голода (средняя степень достоверности).** Ожидается, что воздействия изменения климата усугубят нищету в большинстве развивающихся стран и создадут новые «карманы» нищеты в странах с усиливающимся неравенством, причем как в развитых, так и развивающихся странах. В городских и сельских районах бедные домашние хозяйства, которые зависят от получения заработной платы и являются чистыми покупателями продовольствия, будут особенно затронуты, как ожидается, вследствие роста цен на продовольствие, в том числе в регионах, характеризующихся отсутствием какой-либо продовольственной безопасности и высокой степенью неравенства (особенно в Африке), хотя от этой ситуации могут выиграть лица, самостоятельно занятые в сельском хозяйстве. Программы страхования, меры социальной защиты и менеджмент рисков бедствий могут усилить в долгосрочной перспективе устойчивость средств к существованию бедных и маргинализированных слоев населения, если эти программы направлены на ликвидацию нищеты и многостороннего неравенства.<sup>66</sup>

### В-3. Региональные ключевые риски и потенциал для адаптации

Риски будут меняться во времени для разных регионов и групп населения в зависимости от колоссального числа факторов, включая степень адаптации и смягчения воздействий. Подборка ключевых региональных рисков, идентифицированных со *средней-высокой степенью достоверности*, представлена в оценочной вставке РП.2. Расширенное резюме региональных рисков и потенциальных выгод см. в Техническом резюме, раздел В-3, и в ОД5 РГ II, часть В: Региональные аспекты.

## С: МЕНЕДЖМЕНТ БУДУЩИХ РИСКОВ И УСИЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ

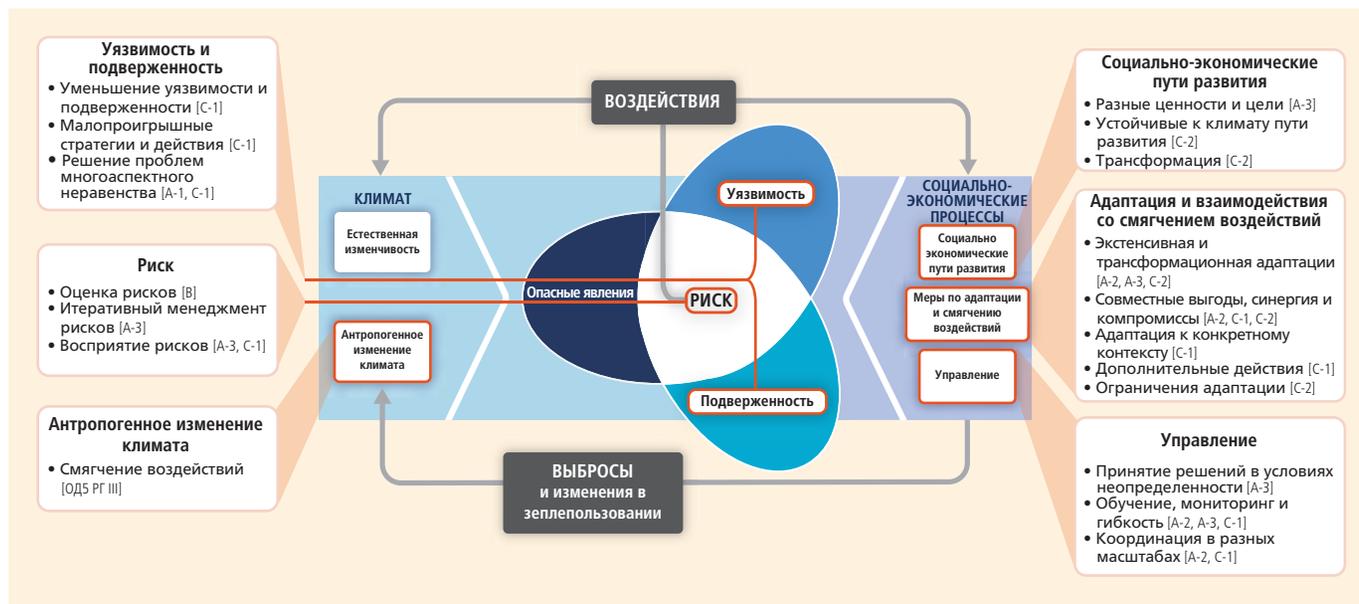
Менеджмент рисков изменения климата требует решений в области адаптации и смягчения воздействий на изменение климата, имеющих последствия для будущих поколений, экономики и окружающей среды. Этот раздел посвящен оценке адаптации как средства для усиления устойчивости и приспособления к воздействиям изменения климата. В нем также рассматриваются пределы адаптации, устойчивые к климату пути развития и роль трансформации. Обзор мер реагирования, касающихся решения проблем риска, связанного с изменением климата, см. на рисунке РП.8.

### С-1. Принципы эффективной адаптации

**Адаптация конкретно привязана к месту и контексту, при этом не существует никого единого подхода к снижению рисков, подходящего для всех условий (высокая степень достоверности).** Эффективные стратегии по снижению рисков и адаптации учитывают динамику уязвимости и подверженности и их связи с социально-экономическими процессами, устойчивым развитием и изменением климата. Конкретные примеры мер реагирования на изменение климата представлены в таблице РП.1.<sup>67</sup>

**Эффективность планирования и осуществления адаптации может быть повышена посредством дополнительных действий на всех уровнях – от действий отдельных лиц до действий правительств (высокая степень достоверности).** Национальные правительства

<sup>66</sup> 8.1, 8.3-4, 9.3, 10.9, 13.2-4, 22.3, 26.8



**Рисунок РП.8 | Пространство решений.** Основные понятия ОД5 РГ II, иллюстрирующие пересекающиеся входные точки и подходы, а также ключевые соображения, при менеджменте рисков, связанных с изменением климата, которые оцениваются в этом докладе и представлены в этом РП. Ссылки в скобках указывают на разделы этого резюме с соответствующими оценочными выводами.

могут координировать усилия местных и субнациональных правительств в области адаптации, например посредством защиты уязвимых групп, поддержки экономической диверсификации, а также посредством предоставления информации, создания политических и правовых основ и оказания финансовой поддержки (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Местные правительства и частный сектор во все большей мере признаются в качестве жизненно важных элементов прогресса в области адаптации, учитывая их роль в расширении масштабов адаптации общин, домашних хозяйств и гражданского общества, а также в менеджменте информации о рисках и финансировании (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*).<sup>68</sup>

**Первым шагом в направлении адаптации к будущему изменению климата является уменьшение уязвимости и подверженности к существующей изменчивости климата (высокая степень достоверности).** Стратегии включают действия с сопутствующими выгодами для других целей. Имеющиеся стратегии и действия могут повысить устойчивость к целому ряду возможных будущих климатов, способствуя при этом улучшению здоровья человека, средств к существованию, повышению социально-экономического благосостояния и качества окружающей среды. См. таблицу РП.1. Включение адаптации в процесс планирования и принятия решений может способствовать синергии с деятельностью в области развития и уменьшения рисков бедствий.<sup>69</sup>

**Планирование и осуществление адаптации на всех уровнях управления зависят от социальных ценностей, целей и восприятий риска (высокая степень достоверности).** Процессу принятия решений может способствовать признание разнообразных интересов, обстоятельств, социально-культурных контекстов и ожиданий. Системы и практики знаний коренных народов, а также местные и традиционные системы и практики, включая целостное восприятие общины и окружающей среды коренными народами, являются основным источником для адаптации к изменению климата, однако они не использовались последовательно в рамках существующих усилий в области адаптации. Включения подобных форм знаний в существующие практики повысит эффективность адаптации.<sup>70</sup>

**Поддержка решений является наиболее эффективной, когда она четко реагирует на контекст и разнообразие видов решений, процессы принятия решений и целевую аудиторию (твердые доказательства, высокая степень согласия).** Организации, занимающиеся сведением воедино научных знаний и процесса принятия решений, включая климатическое обслуживание, играют важную роль в коммуникации, передаче и развитии связанных с климатом знаний, включая практическое применение, взятие обязательств и обмен знаниями (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*).<sup>71</sup>

**Существующие и появляющиеся экономические инструменты могут ускорять адаптацию посредством создания стимулов для предвидения и уменьшения воздействий (средняя степень достоверности).** Эти инструменты включают финансовые партнерства государственного и частного секторов, займы, выплаты за экологические услуги, более совершенное установление цен на ресурсы, сборы и субсидии, нормы и правила, а также механизмы разделения и передачи рисков. Механизмы финансирования рисков в государственном и частном секторах, такие как пулы страхования и рисков, могут способствовать

<sup>67</sup> 2.1, 8.3-4, 13.1, 13.3-4, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2, 17.4, 19.6, 21.3, 22.4, 26.8-9, 29.6, 29.8

<sup>68</sup> 2.1-4, 3.6, 5.5, 8.3-4, 9.3-4, 14.2, 15.2-3, 15.5, 16.2-5, 17.2-3, 22.4, 24.4, 25.4, 26.9-9, 30.7, таблицы 21-1, 21-5 и 21-6, вставка 16-2

<sup>69</sup> 3.6, 8.3, 9.4, 14.3, 15.2-3, 17.2, 20.4, 20.6, 22.4, 24.4-5, 25.4, 25.10, 27.3-5, 29.6, вставки 25-2 и 25-6

<sup>70</sup> 2.2-4, 9.4, 12.3, 13.2, 15.2, 16.2-4, 16.7, 17.2-3, 21.3, 22.4, 24.4, 24.6, 25.4, 25.8, 26.9, 28.2, 28.4, таблица 15-1, вставка 25-7

**Таблица РП.1 | Подходы к менеджменту рисков изменения климата.** Эти подходы следует рассматривать в качестве скорее пересекающихся, а не отдельных, и часто они применяются одновременно. Смягчение воздействий на изменение климата считается существенным элементом менеджмента рисков изменения климата. Оно не рассматривается в этой таблице, поскольку смягчение воздействий на изменение климата является главным элементом ОД5 РГ III. Примеры приводятся без какой-либо специальной последовательности и могут относиться к нескольким категориям. [14.2-3, таблица 14-1]

Пересекающиеся подходы	Категория	Примеры	Ссылка(и) на главу
<p><b>Уменьшение уязвимости и подверженности</b></p> <p>посредством развития, планирования и практик, включающих множество малопроблемных мер</p>	Развитие людей	Улучшенный доступ к образованию, питанию, медицинским учреждениям, энергии, безопасным структурам жилищ и поселений, а также структурам социальной поддержки; уменьшение гендерного неравенства и маргинализации в иных формах.	8.3, 9.3, 13.1-3, 14.2-3, 22.4
	Уменьшение масштабов нищеты	Улучшенный доступ к местным ресурсам и контроль за ними; землепользование; уменьшение рисков бедствий; системы социального обеспечения и социальная защита; схемы страхования.	8.3-4, 9.3, 13.1-3
	Безопасность средств к существованию	Диверсификация дохода, активов и средств к существованию; усовершенствованная инфраструктура; доступ к технологии и процессу принятия решений; расширение полномочий на принятие решений; изменение практик растениеводства, скотоводства и аквакультуры; опора на социальные сети.	7.5, 9.4, 13.1-3, 22.3-4, 23.4, 26.5, 27.3, 29.6, таблица ДМ24-7
	Менеджмент рисков бедствий	Системы раннего предупреждения; картирование опасных явлений и уязвимости; диверсификация водных ресурсов; усовершенствованный дренаж; убежища от паводков и циклонов; строительные кодексы и практики; обработка ливневых и сточных вод; усовершенствования транспортной и дорожной инфраструктуры.	8.2-4, 11.7, 14.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.6, 28.4, вставка 25-1, таблица 3-3
	Менеджмент экосистем	Сохранение водно-болотных угодий и городских зеленых зон; облесение побережья; менеджмент водосборов и водохранилищ; уменьшение других стрессов для экосистем и фрагментации окружающей среды; сохранение генетического разнообразия; управление режимами возмущений; менеджмент природных ресурсов на основе общин.	4.3-4, 8.3, 22.4, таблица 3-3, вставки 4-3, 8-2, 15-1, 25-8, 25-9 и СС-ЕА
	Планирование территорий и землепользования	Обеспечение адекватных жилищ, инфраструктуры и услуг; менеджмент развития в районах, подверженных паводкам и другим высоким рискам; городское планирование и программы обновления; законодательство в области районирования земель; полосы отчуждения; охраняемые районы.	4.4, 8.1-4, 22.4, 23.7-8, 27.3, вставка 25-8
	Структурная/ физическая	<b>Возможности инжиниринга и создания окружающей среды:</b> волнорезы и структуры защиты побережья; противопаводковые дамбы; водохранилища; улучшенный дренаж; убежища от наводнений и циклонов; строительные кодексы и практики; обработка ливневых и сточных вод; улучшение транспортной и дорожной инфраструктуры; плавающие дома, регулирование работы электростанций и электросетей.	3.5-6, 5.5, 8.2-3, 10.2, 11.7, 23.3, 24.4, 25.7, 26.3, 26.8, вставки 15-1, 25-1, 25-2, & 25-8
		<b>Технологические возможности:</b> новые сорта растений и породы скота; технологии и методы традиционных и местных знаний и знаний коренных народов; эффективная ирригация; водосберегающие технологии; опреснение; сохранение сельского хозяйства; предприятия по хранению и сохранению продовольствия; картирование и мониторинг опасных явлений и уязвимости; система раннего предупреждения; изоляция зданий; механическое и пассивное охлаждение; разработка, передача и распространение технологий.	7.5, 8.3, 9.4, 10.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.3, 26.5, 27.3, 28.2, 28.4, 29.6-7, вставки 20-5 и 25-2, таблицы 3-3 и 15-1
		<b>Возможности на основе экосистем:</b> экологическое восстановление; сохранение почв; облесение и лесовосстановление; сохранение и повторная посадка мангровых лесов; зеленая инфраструктура (например затеняющие деревья, зеленые крыши); борьба с чрезмерным выловом рыбы; совместный менеджмент рыбных промыслов; содействие миграции и распространению видов; экологические коридоры; банки семян, банки генов и другие виды сохранения ex situ; менеджмент природных ресурсов на основе общин.	4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 15.4, 22.4, 23.6-7, 24.4, 25.6, 27.3, 28.2, 29.7, 30.6, вставки 15-1, 22-2, 25-9, 26-2, & СС-ЕА
		<b>Услуги:</b> системы социального обеспечения и социальная защита; банки продовольствия и распространение продовольственных излишков; муниципальные службы, включая водоснабжение и санитарии; программы вакцинации; первичные службы общественного здравоохранения; улучшенные службы скорой медицинской помощи.	3.5-6, 8.3, 9.3, 11.7, 11.9, 22.4, 29.6, вставка 13-2
	Институциональная	<b>Экономические возможности:</b> финансовые стимулы; страхование; катастрофические бонды; выплаты за экосистемные услуги; установление цен на воду для поощрения повсеместного снабжения и экономного использования; микрофинансирование; фонды на случай непредвиденных бедствий; переводы денежной наличности; партнерства между государственным и частным секторами.	8.3-4, 9.4, 10.7, 11.7, 13.3, 15.4, 17.5, 22.4, 26.7, 27.6, 29.6, вставка 25-7
		<b>Законы и правила:</b> законодательство в области районирования земель; строительные стандарты и практики; полосы отчуждения; правила и соглашения по водопользованию; законы, способствующие уменьшению рисков бедствий; законы, поощряющие приобретение страховок; установленные положения, касающиеся прав собственности и гарантирования землевладения; охраняемые районы; квоты на рыбную ловлю; патентные пулы и передача технологий.	4.4, 8.3, 9.3, 10.5, 10.7, 15.2, 15.4, 17.5, 22.4, 23.4, 23.7, 24.4, 25.4, 26.3, 27.3, 30.6, таблица 25-2, вставка СС-СР
<b>Национальные и правительственные политика и программы:</b> национальные и региональные планы адаптации, в том числе включение в основную деятельность; субнациональные и местные планы адаптации; экономическая диверсификация; программы модернизации городов; программы муниципального менеджмента воды; планирование бедствий и готовность к ним; комплексный менеджмент водных ресурсов; комплексный менеджмент прибрежной зоны; менеджмент на экосистемной основе; адаптация на основе общин.		2.4, 3.6, 4.4, 5.5, 6.4, 7.5, 8.3, 11.7, 15.2-5, 22.4, 23.7, 25.4, 25.8, 26.8-9, 27.3-4, 29.6, вставки 25-1, 25-2 и 25-9, таблицы 9-2 и 17-1	
Социальная	<b>Возможности образования:</b> повышение осведомленности и интеграция в образование; гендерное равенство в системе образования; информационно-пропагандистские услуги; обмен знаниями коренных народов, традиционными и местными знаниями; исследование совместно организованных действий и социальное обучение; обмен знаниями и обучающие платформы.	8.3-4, 9.4, 11.7, 12.3, 15.2-4, 22.4, 25.4, 28.4, 29.6, таблицы 15-1 и 25-2	
	<b>Информационные возможности:</b> картирование опасных явлений и уязвимости; система раннего предупреждения и реагирования; систематический мониторинг и дистанционное зондирование; климатическое обслуживание; использование климатических наблюдений коренных народов; разработка сценария совместно организованных действий; комплексные оценки.	3.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, 27.3, 28.2, 28.5, 30.6, таблица 25-2, вставка 26-3	
	<b>Поведенческие возможности:</b> подготовка домашних хозяйств и планирование эвакуации; миграция; сохранение почв и водных ресурсов; дренажная очистка ливневых вод; диверсификация средств к существованию; изменение практик растениеводства, скотоводства и аквакультуры; опора на социальные сети.	5.5, 7.5, 9.4, 12.4, 22.3-4, 23.4, 23.7, 25.7, 26.5, 27.3, 29.6, таблица ДМ 24-7, вставка 25-5	
Сферы изменения	<b>Практические:</b> социальные и технические инновации, поведенческие сдвиги или институциональные и управленческие изменения, которые вызывают существенные сдвиги в конечных результатах.	8.3, 17.3, 20.5, вставка 25-5	
	<b>Политические:</b> политические, социальные, культурные и экологические решения и действия, соответствующие уменьшению уязвимости и рисков и содействующие адаптации, смягчению воздействий и устойчивому развитию.	14.2-3, 20.5, 25.4, 30.7, таблица 14-1	
	<b>Личные:</b> индивидуальные и коллективные предположения, мнения, ценности и общемировые взгляды, влияющие на меры реагирования на изменение климата.	14.2-3, 20.5, 25.4, таблица 14-1	

Адаптация, включая дополнительные и трансформационные коррективы

Трансформация

усилению устойчивости, однако без уделения внимания основным концептуальным требованиям; они также могут быть причиной отсутствия стимулов, вызывать нарушение работы рынка и снижать стоимость активов. Правительства часто играют ключевую роль в качестве регулирующих органов, поставщиков услуг или страхователей в случае крайних ситуаций.<sup>72</sup>

**Сдерживающие факторы могут взаимодействовать между собой, препятствуя таким образом планированию и осуществлению адаптации (высокая степень достоверности).** Обычные препятствия для осуществления возникают по следующим причинам: ограниченные финансовые и людские ресурсы; ограниченная интеграция или координация управления; неопределенности в перспективных оценках воздействий; разные восприятия рисков; конкурирующие ценности; отсутствие ключевых лидеров и сторонников адаптации; и ограниченные инструменты для мониторинга эффективности адаптации. К числу других препятствий относятся недостаточные исследования, мониторинг и наблюдения, а также недостаточное финансирование для их поддержания. Недооценка сложного характера адаптации как социального процесса может породить нереалистичные ожидания в отношении достижения предполагаемых конечных результатов адаптации.<sup>73</sup>

**Плохая адаптация может быть результатом плохого планирования, уделения чрезмерного внимания краткосрочным конечным результатами или неспособности полноценного предвидения последствий (доказательства средней степени, высокая степень достоверности).** Плохая адаптация может увеличить уязвимость или подверженность целевой группы в будущем или уязвимость других людей, мест или секторов. Некоторые краткосрочные меры реагирования на возрастающие риски, связанные с изменением климата, могут также ограничить возможности выбора в будущем. Например, усиленная защита подверженных воздействиям активов может привести к постоянной зависимости от дальнейших защитных мер.<sup>74</sup>

**Ограниченные доказательства указывают на разрыв между глобальными потребностями в адаптации и имеющимися для адаптации средствами (средняя степень достоверности).** Существует необходимость в более точной оценке глобальных расходов, финансирования и инвестирования, связанных с адаптацией. Исследования, посвященные оценке глобальной стоимости адаптации, характеризуются нехваткой данных, методов и охвата (высокая степень достоверности).<sup>75</sup>

**Значительные сопутствующие выгоды, синергия и компромиссы существуют между смягчением воздействий и адаптацией, а также между разными адаптационными мерами реагирования; взаимодействия происходят как в регионах, так и между ними (весьма высокая степень достоверности).** Все более активные усилия по смягчению воздействий и адаптации к изменению климата подразумевают большую сложность взаимодействий, особенно в таких точках пересечения таких факторов, как вода, энергетика, землепользование и биоразнообразие, однако по-прежнему ограниченными являются инструменты для понимания и менеджмента этих взаимодействий. Примеры действий с сопутствующими выгодами включают: (i) повышение эффективности энергоиспользования и более чистые источники энергии, дающие возможность сокращать выбросы вредных для здоровья и изменяющих климат загрязнителей воздуха; (ii) сокращение потребления энергии и воды в городских районах посредством озеленения городов и рециркуляции воды; (iii) устойчивое сельское хозяйство и лесное хозяйство; и (iv) защиту экосистем с целью хранения углерода и получения других экосистемных услуг.<sup>76</sup>

## С-2. Способы обеспечения устойчивости к изменению климата и трансформация

Способы обеспечения устойчивости к изменению климата – это пути устойчивого развития, сочетающие адаптацию и смягчение воздействий для ослабления изменения климата и его последствий. Они включают итеративные процессы по обеспечению возможности осуществления и стабильности эффективного менеджмента рисков. См. рисунок РП.9.<sup>77</sup>

**Перспективы способов обеспечения устойчивости к изменению климата в целях устойчивого развития связаны существенным образом с тем, что делается в мире в отношении смягчения изменения климата (высокая степень достоверности).** Поскольку смягчение воздействий снижает темпы, а также масштабы потепления, оно также увеличивает время, имеющееся для адаптации к определенному уровню изменения климата с возможными сроками в несколько десятилетий. Задержка действий по смягчению воздействий может сузить рамки возможностей для способов обеспечения устойчивости к изменению климата в будущем.<sup>78</sup>

**Более значительные темпы и масштабы изменения климата усиливают вероятность превышения пределов адаптации (высокая степень достоверности).** Пределы адаптации наступают в тех случаях, когда невозможными или отсутствующими в данное время являются адаптивные действия, направленные на предотвращение рисков, неприемлемых для стоящих перед действующим лицом задач или для потребностей системы. Вытекающие из базовых ценностей суждения о том, что

<sup>71</sup> 2.1-4, 8.4, 14.4, 16.2-3, 16.5, 21.2-3, 21.5, 22.4, вставка 9-4

<sup>72</sup> 10.7, 10.9, 13.3, 17.4-5, вставка 25-7

<sup>73</sup> 3.6, 4.4, 5.5, 8.4, 9.4, 13.2-3, 14.2, 14.5, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2-3, 22.4, 23.7, 24.5, 25.4, 25.10, 26.8-9, 30.6, таблица 16-3, вставки 16-1 и 16-3

<sup>74</sup> 5.5, 8.4, 14.6, 15.5, 16.3, 17.2-3, 20.2, 22.4, 24.4, 25.10, 26.8, таблица 14-4, вставка 25-1

<sup>75</sup> 14.2, 17.4, таблицы 17-2 и 17-3

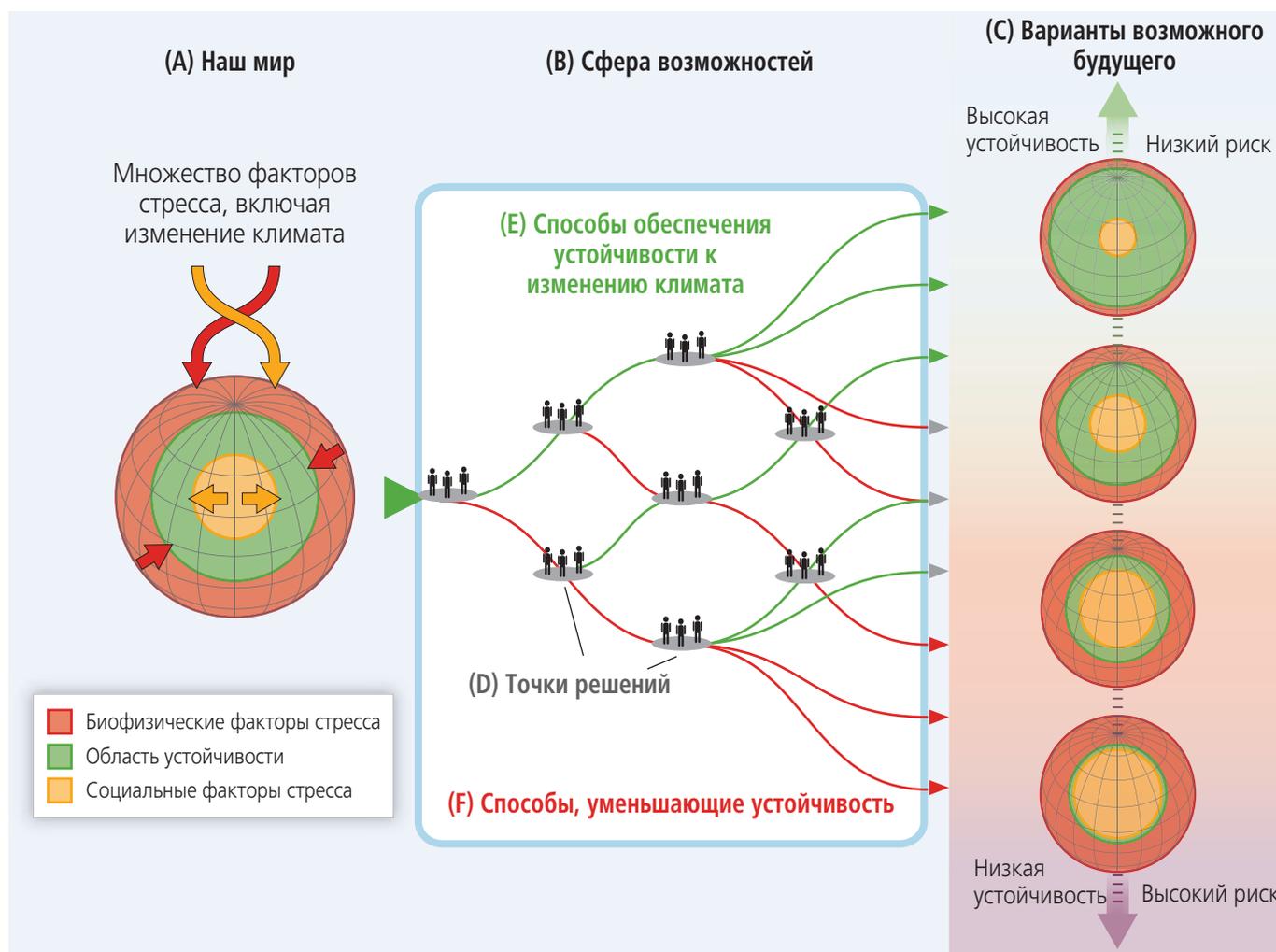
<sup>76</sup> 2.4-5, 3.7, 4.2, 4.4, 5.4-5, 8.4, 9.3, 11.9, 13.3, 17.2, 19.3-4, 20.2-5, 21.4, 22.6, 23.8, 24.6, 25.6-7, 25.9, 26.8-9, 27.3, 29.6-8, вставки 25-2, 25-9, 25-10, 30.6-7, CC-WE и CC-RF

<sup>77</sup> 2.5, 20.3-4

<sup>78</sup> 1.1, 19.7, 20.2-3, 20.6, рисунок 1-5

является неприемлемым риском, могут отличаться друг от друга. Ограничения для адаптации возникают в результате взаимодействия между изменением климата и биофизическими и/или социально-экономическими факторами сдерживания. Со временем могут уменьшиться возможности для того, чтобы воспользоваться позитивной синергией между адаптацией и смягчением воздействий, особенно если превышены пределы для адаптации. В некоторых частях мира недостаточные меры реагирования на возникающие воздействия уже разрушают основу для устойчивого развития.<sup>79</sup>

**Преобразования в рамках экономических, социальных, технологических и политических решений и действий могут стимулировать способы обеспечения устойчивости к изменению климата (высокая степень достоверности).** Конкретные примеры приводятся в таблице РП.1. Сейчас могут осуществляться стратегии и действия, которые обеспечат прогресс способов обеспечения устойчивости к изменению климата в целях устойчивого развития, способствуя в то же время совершенствованию средств к существованию, повышению социального и экономического благосостояния и улучшению ответственного экологического менеджмента. На национальном уровне трансформация считается наиболее эффективной в тех случаях, когда она отражает собственные концепции и подходы страны в отношении достижения устойчивого развития в соответствии с ее национальными обстоятельствами и приоритетами. Считается, что итеративное обучение, аналитические процессы и инновация принесут пользу преобразованиям в целях обеспечения устойчивости.<sup>80</sup>



**Рисунок РП.9 |** Пространство возможностей и способы обеспечения устойчивости к изменению климата. (A) Нашему миру [разделы А-1 и В-1] угрожают многочисленные стрессы, которые отрицательно сказываются на устойчивости по многим направлениям и которые представлены в данном случае просто как биофизические и социальные факторы стресса. Эти факторы включают изменение климата, изменчивость климата, изменения в землепользовании, деградацию экосистем, нищету и неравенство, а также культурные факторы. (B) Пространство возможностей [разделы А-2, А-3, В-2, С-1 и С-2] означает точки решений и способы, ведущие к целому ряду вариантов (C) возможного будущего [разделы С и В-3] с указанием разных уровней устойчивости и риска. (D) Результат точек решения – это действия или бездействие в рамках пространства возможностей, и в своей совокупности они образуют процесс осуществления или неосуществления менеджмента рисков, связанных с изменением климата. (E) Способы обеспечения устойчивости к изменению климата (зеленый цвет) в пределах пространства возможностей ведут к созданию более устойчивого мира посредством адаптивного образования, увеличения научных знаний, эффективной адаптации и мер по смягчению воздействий, а также других выборов, касающихся уменьшения рисков. (F) Способы, ведущие к снижению устойчивости (красный цвет), могут включать недостаточное смягчение воздействий, плохую адаптацию, неспособность обучаться и использовать знания, а также другие действия, снижающие устойчивость; и они могут быть необратимыми в плане вариантов возможного будущего.

<sup>79</sup> 1.1, 11.8, 13.4, 16.2-7, 17.2, 20.2-3, 20.5-6, 25.10, 26.5, вставки 16-1, 16-3 и 16-4

<sup>80</sup> 1.1, 2.1, 2.5, 8.4, 14.1, 14.3, 16.2-7, 20.5, 22.4, 25.4, 25.10, рисунок 1-5, вставки 16-1, 16-4 и ТР.8

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

**Таблица РП.А1** | Наблюдаемые последствия, которые связывают с изменением климата, о которых сообщалось в научной литературе после ДО4. Эти последствия связывают с изменением климата с *очень низкой, низкой, средней или высокой степенью достоверности*, при этом указывается относительный вклад изменения климата в наблюдаемое изменение (основной или незначительный) для естественных и антропогенных систем в восьми главных мировых регионах за последние несколько десятилетий. [Таблицы 18-5, 18-6, 18-7, 18-8, и 18-9]. Отсутствие в таблице дополнительных последствий, связанных с изменением климата, не означает, что такие воздействия не имели место

РП

Африка	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отступление тропических горных ледников в Восточной Африке (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Уменьшение расхода воды в реках Западной Африки (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Потепление поверхности озер и усиление стратификации водного столба в Великих озерах и озере Кариба (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Усилившаяся почвенная засуха в Сахеле с 1970 г., частично более влажные условия с 1990 г. (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [22.2-3, таблицы 18-5, 18-6 и 22-3]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшение плотности деревьев в западной части Сахеля и в полусухой части Марокко, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Сдвиги границ распространения нескольких видов южных растений и животных, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Увеличение числа стихийных пожаров на горе Килиманджаро (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [22.3, таблицы 18-7 и 22-3]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшение числа коралловых рифов в тропических африканских водах, помимо уменьшения, вызванного антропогенными воздействиями (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>Адаптивные меры реагирования на изменение дождевых осадков, предпринимаемые южноафриканскими фермерами, помимо изменений, вызванных экономическими условиями (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Уменьшение числа плодоносящих деревьев в Сахеле (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Более широкое распространение малярии на возвышенностях в Кении, помимо изменений, вызванных вакцинацией, невосприимчивостью к лекарствам, демографическими факторами и средствами к существованию (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Снижение продуктивности рыбных промыслов на Великих озерах и на озере Кариба, помимо изменений, вызванных менеджментом рыбных промыслов и землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [7.2, 11.5, 13.2, 22.3, таблица 18-9]</li> </ul>
Европа	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отступление альпийских, скандинавских и исландских ледников (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Увеличение числа обвалов каменных склонов в западной части Альп (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Изменение экстремальных расходов на реках и наводнения (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [18.3, 23.2-3, таблицы 18-5 и 18-6; ОД5 РГ I, 4.3]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Более раннее появление зелени, распускание листьев и плодоношение деревьев в умеренном и северном климате (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Появление все большего числа колоний чужеродных видов растений в Европе, помимо определенной исходной инвазии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Более ранний прилет мигрирующих птиц в Европе с 1970 г. (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Сдвиг верхней границы лесов в Европе, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Увеличение площади сгоревших лесов в последние десятилетия в Португалии и Греции, помимо некоторого увеличения вследствие землепользования (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [4.3, 18.3, таблицы 18-7 и 23-6]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сдвиг в северном направлении распространения зоопланктона, рыбных популяций, морских птиц и обитающих на дне беспозвоночных из северо-восточной части Атлантики (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Сдвиг в северном направлении и в более глубокие воды распространения многих видов рыб, обитающих в европейских морях (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Изменения фенологии планктона в северо-восточной части Атлантики (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Распространение тепловодных видов в Средиземном море, помимо изменений, вызванных инвазивными видами и антропогенными воздействиями (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [6.3, 23.6, 30.5, таблицы 6-2 и 18-8, вставки 6-1 и СС-МВ]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сдвиг от смертности, вызванной холодной погодой, к смертности, вызванной жарой, в Англии и Уэльсе, помимо изменений в результате подверженности и состояния медицинского обслуживания (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Воздействия на средства к существованию народа саами в северной части Европы, помимо эффектов экономических и социально-политических изменений (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Отсутствие роста урожайности зерновых культур в некоторых странах в последние десятилетия, несмотря на более совершенную технологию (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>Позитивные воздействия на урожайность некоторых сельскохозяйственных культур, главным образом в северной части Европы, помимо повышения урожайности благодаря более совершенной технологии (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>Распространение клещей и вируса катаральной лихорадки у овец в некоторых частях Европы (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [18.4, 23.4-5, таблица 18-9, рисунок 7-2]</li> </ul>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица РП.А1 (продолжение)

<b>Азия</b>	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Деградация многолетней мерзлоты в Сибири, Центральной Азии и на Тибетском плато (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сокращение горных ледников на большей части Азии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение объема имеющейся воды во многих китайских реках, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение стока в четырех реках вследствие сокращения ледников в Гималаях и Центральной Азии (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Более ранние сроки максимального весеннего паводка на реках России (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение влажности почвы в северной, центральной и северо-восточной частях Китая (1950-2006 гг.) (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Деградация поверхностных вод в некоторых частях Азии, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[24.3-4, 28.2, таблицы 18-5, 18-6 и ДМ24-4, вставка 3-1; ОД5 РГ I, 4.3, 10.5]</p>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изменения в фенологии и росте растений во многих частях Азии (более раннее появление зелени), особенно на севере и востоке (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиги в распространении многих видов растений и животных в направлении более высоко расположенных территорий или в северном направлении, особенно в северной части Азии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Инвазия сосен и елей в лиственных сибирских лесах в последние десятилетия (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Распространение кустарников в сибирской тундре (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[4.3, 24.4, 28.2, таблица 18-7, рисунок 4-4]</p>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гибель коралловых рифов в тропических азиатских водах, помимо их гибели, вызванной антропогенными воздействиями (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Расширение границ кораллов в северном направлении в Восточно-Китайском море и западной части Тихого океана, а также хищных видов рыб в Японском море (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг от сардин к анчоусам в западном районе северной части Тихого океана, помимо колебаний, вызванных рыбными промыслами (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение масштабов прибрежной эрозии в арктической Азии (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[6.3, 24.4, 30.5, таблицы 6-2 и 18-8]</p>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Воздействия на средства к существованию групп коренных народов в арктической части России, помимо экономических и социально-политических изменений (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Негативные воздействия на общую урожайность зерновых в Южной Азии, помимо ее увеличения благодаря улучшенной технологии (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Негативные воздействия на общую урожайность зерновых и кукурузы в Китае, помимо ее увеличения благодаря улучшенной технологии (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Более широкое распространение в Израиле передаваемых через воду заболеваний (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[7.2, 13.2, 18.4, 28.2, таблицы 18-4 и 18-9, рисунок 7-2]</p>
<b>Австралия</b>	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значительное уменьшение глубины снега в конце сезона в трех из четырех альпийских районах в Австралии (1957-2002 гг.) (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Значительное уменьшение объема льда и ледникового льда в Новой Зеландии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Усиление гидрологической засухи вследствие регионального потепления в юго-восточной части Австралии (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение притока воды в речные системы в юго-западной части Австралии (с середины 1970-х годов) (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[25.5, таблицы 18-5, 18-6 и 25-1; ОД5 РГ I, 4.3]</p>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изменения в генетике, росте, распространении и фенологии многих видов, в частности птиц, бабочек и растений в Австралии, помимо колебаний, вызванных изменчивым местным климатом, землепользованием, загрязнением и инвазивными видами (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Расширение границ некоторых водно-болотных угодий и уменьшение площади прилегающих к ним лесных массивов в юго-восточной части Австралии (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Расширение границ муссонных тропических лесов за счет саванны и пастбищных земель в северной части Австралии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Начинаясь на несколько недель раньше миграция угрей в реке Вайкато, Новая Зеландия (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[таблицы 18-7 и 25-3]</p>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сдвиги в южном направлении в распространении морских видов вблизи Австралии, помимо изменений, вызванных краткосрочными колебаниями состояния окружающей среды, рыбными промыслами и загрязнением (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение сроков миграции морских птиц в Австралии (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Более масштабное обесцвечивание кораллов в Большом Барьерном рифе и западных австралийских рифах, помимо последствий загрязнения и физических нарушений (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение режимов болезни кораллов в Большом Барьерном рифе, помимо последствий загрязнения (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[6.3, 25.6, таблицы 18-8 и 25-3]</p>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Более ранние сроки созревания винограда в последние десятилетия, помимо более ранних сроков благодаря улучшенному уходу за виноградниками (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг в показателях смертности населения в Австралии в зимний период по сравнению с летним периодом, помимо изменений, вызванных подверженностью влиянию климата и состоянием здравоохранения (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Перемещение или диверсификация сельскохозяйственной деятельности в Австралии, помимо изменений, вызванных политикой, конъюнктурой рынков и краткосрочной изменчивостью климата (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[11.4, 18.4, 25.7-8, таблицы 18-9 и 25-3, вставка 25-5]</p>
<b>Северная Америка</b>	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение ледников в западной и северной частях Северной Америки (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение объема воды в весеннем снежном покрове в западной части Северной Америки (1960-2002 гг.) (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг в сторону более раннего пикового стока в реки с, главным образом, снеговым питанием в западной части Северной Америки (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение объема стока воды в средней, западной и северо-восточной частях США (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[таблицы 18-5 и 18-6; ОД5 РГ I, 2.6, 4.3]</p>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фенологические изменения и сдвиги в распределении видов в направлении более высоко расположенных и северных территорий для множества таксонов (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Возросшая повторяемость стихийных пожаров в субарктических хвойных лесах и тундре (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение региональных показателей гибели деревьев и насекомых в лесах (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Более высокие показатели интенсивности стихийных пожаров, их повторяемости и продолжительности, а также площади территории, пройденной огнем, в лесах в западной части США и северных лесах в Канаде, помимо изменений, вызванных землепользованием и противопожарными мерами (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[26.4, 28.2, таблица 18-7, вставка 26-2]</p>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сдвиги в северном направлении в распределении видов рыб, обитающих в северо-западной части Атлантики (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменения в мидиевых банках вдоль западного побережья США (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение направления миграции и выживаемости лососевых пород рыб в северо-восточной части Тихого океана (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Усиление прибрежной эрозии на Аляске и в Канаде (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[18.3, 30.5, таблицы 6-2 и 18-8]</p>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Воздействия на средства к существованию групп коренных народов в канадской Арктике, помимо последствий экономических и социально-политических изменений (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[18.4, 28.2, таблицы 18-4 и 18-9]</p>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица РП.А1 (продолжение)

Центральная и Южная Америка	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение площади ледников в Андах (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменения экстремального стока реки Амазонка (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение структуры расходов воды в реках в Западных Андах (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Усиление речного руслового стока в суббассейнах реки Ла-Плата, помимо его увеличения, вызванного изменениями в землепользовании (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [27.3, таблицы 18-5, 18-6 и 27-3; ОД РГ I, 4.3]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Большие масштабы гибели деревьев и лесных пожаров в Амазонии (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Деградация и сокращение площади тропических лесов в Амазонии, помимо упомянутых трендов обезлесения и деградации земель (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [4.3, 18.3, 27.2-3, таблица 18-7]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Усиление обесцвечивания кораллов в западной части Карибского бассейна, помимо последствий загрязнения и физических нарушений (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Деградация мангровых лесов на северном побережье Южной Америки, помимо деградации, вызванной загрязнением и землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [27.3, таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Более уязвимые пути использования средств к существованию у фермеров коренного народа аймара в Боливии вследствие нехватки воды, помимо эффектов усиления социального и экономического стресса (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение производительности сельского хозяйства и расширение границ сельскохозяйственных областей в юго-восточной части Южной Америки, помимо повышения производительности благодаря более совершенной технологии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [13.1, 27.3, таблица 18-9]</li> </ul>
Полярные регионы	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уменьшение площади арктического морского льда в летний период (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение объема льда в арктических ледниках (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение протяженности снежного покрова в Арктике (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Широко распространенная деградация многолетней мерзлоты, особенно в южной части Арктики (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Потеря массы льда вдоль побережья Антарктики (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение расхода воды на больших циркумполярных реках (1997-2007 гг.) (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение зимнего минимального речного стока на большей части Арктики (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Повышение температуры озерной воды в 1985-2009 гг. и более длительные свободные от льда сезоны (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Исчезновение термокарстовых озер вследствие деградации многолетней мерзлоты в Арктике. Новые озера образуются в районах ранее мерзлых торфяников (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [28.2, таблицы 18-5 и 18-6; ОД5 РГ I, 4.2-4, 4.6, 10.5]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Увеличение площади кустарникового покрова в тундре в Северной Америке и Евразии (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Продвижение границы арктических деревьев по широте и по высоте (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение площади размножения и размера популяций субарктических птиц вследствие уменьшения подстилающего снежного слоя и/или закустаривания тундры (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Утрата экосистем с подстилающим слоем снега и кочкарной тундры (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Воздействия на животный мир тундры вследствие увеличения слоев льда в снежном покрове после выпадения дождя на снег (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расширение границ распространения видов растений на полуострове Западная Антарктика и ближайших островах за последние 50 лет (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Повышение продуктивности фитопланктона в озерных водах острова Сигни (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [28.2, таблица 18-7]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Усиление эрозии берегов в Арктике (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Негативные воздействия на немигрирующие арктические виды (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Снижение репродукции арктических морских птиц (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сокращение поголовья тюленей и морских птиц в Южном океане (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение толщины раковин фораминифер в южных океанах вследствие закисления океана (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение плотности криля в Шотландском море (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [6.3, 18.3, 28.2-3, таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Воздействие на средства к существованию арктических коренных народов, помимо последствий экономических и социально-политических изменений (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение судоходства в Беренговом проливе (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [18.4, 28.2, таблицы 18-4 и 18-9, рисунок 28-4]</li> </ul>
Малые острова	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Увеличение дефицита воды на Ямайке, помимо его увеличения вследствие водопользования (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [таблица 18-6]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изменение населения тропических птиц на Маврикии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение числа эндемичных видов растений на Гавайях (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Положительный тренд верхней границы произрастания лесов и связанной с ними фауны на возвышенных островах (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [29.3, таблица 18-7]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Усиление обесцвечивания кораллов вблизи многих малых тропических островов, помимо последствий деградации, вызванной рыбным промыслом и загрязнением (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Деградация мангровых лесов, водно-болотных угодий и морской травы вокруг малых островов, помимо деградации, вызванной другими нарушениями (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Усиление паводков и эрозии, вызванной деятельностью человека, естественной эрозии и наносом земли (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Деградация экосистем грунтовых и пресных вод, вызванная вторжением солончаков, помимо деградации, вызванной загрязнением и откачиванием грунтовых вод (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [28.3, таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Усиление деградации прибрежных рыбных промыслов вследствие прямых эффектов и эффектов усиления обесцвечивания коралловых рифов, помимо деградации, вызванной чрезмерным выловом рыбы и загрязнением (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [18.3-4, 29.3, 30.6, таблица 18-9, вставка СС-СR]</li> </ul>

# Техническое резюме



## Техническое резюме

### **Подготовлено под руководством Бюро Рабочей группы II:**

*Амджад Абдулла (Мальдивы), Висенте Р. Баррос (Аргентина), Эдуардо Кальво (Перу), Кристофер Б. Филд (США), Хосе М. Морено (Испания), Нириволлона Рахolidжао (Мадагаскар), Сергей Семенов (Российская Федерация), Нэвиль Смит (Австралия)*

### **Ведущие авторы-координаторы:**

Кристофер Б. Филд (США), Висенте Б. Баррос (Аргентина), Катарин Дж. Мэк (США), Майкл Д. Мастрандреа (США)

### **Ведущие авторы:**

Маартен К. ван Аалст (Нидерланды), У. Нейл Аджер (СК), Дуглас Дж. Эйрент (США), Джонатон Барнетт (Австралия), Ричард А. Беттс (СК), Т. Эрен Билир (США), Йорн Биркман (Германия), Джоанн Кармин (США), Дейв Д. Чади (Тринидад и Тобаго), Эндрю Дж. Челлино (СК), Монализа Чаттерджи (США/Индия), Вольфганг Крамер (Германия/Франция), Дебра Дж. Дэвидсон (Канада), Юка Отсуки Эстрада (США/Япония), Жан-Пьер Гаттузо (Франция), Ясуаки Хиджиока (Япония), Уве Хоеф-Гулдберг (Австралия), Хэ-Цин Хуан (Китай), Григорий Е. Инсаров (Российская Федерация), Роджер Н. Джоунс (Австралия), Р. Сари Ковац (СК), Джоан Наиманд Ларсен (Исландия), Иньиго Х. Лосада (Испания), Хосе А. Маренго (Бразилия), Роджер Ф. Маклин (Австралия), Линда О. Меарнс (США), Рейнхард Мешлер (Германия/Австрия), Джон Ф. Мортон (СК), Изабель Нианг (Сенегал), Тайкан Оки (Япония), Джейн Мукаругвиза Олвоч (Южная Африка), Мэгги Опондо (Кения), Эльвира С. Полошанска (Австралия), Ганс-О. Пёртнер (Германия), Маргарет Хиза Редстиер (США), Энди Рейзингер (Новая Зеландия), Аромар Ревин (Индия), Патрисия Ромеро-Ланкао (Мексика), Даниэла Н. Шмидт (СК), М. Ребекка Шоу (США), Уильям Солецки (США), Даити А. Стоун (Канада/Южная Африка/США), Джон М. Р. Стоун (Канада), Кеннет М. Стржепек (УООН/США), Авелино Г. Суарес (Куба), Петра Тшакерт (США), Риккардо Валентини (Италия), Себастьян Вилланья (Чили), Алисия Вилламизар (Венесуэла), Катарин Е. Винсент (Южная Африка), Рашель Уоррен (СК), Лесли Л. Уайт (США), Томас Дж. Уилбэнкс (США), Пох Пох Вонг (Сингапур), Гари У. Иохе (США), Rachel Warren (UK), Leslie L. White (USA), Thomas J. Wilbanks (USA), Poh Poh Wong (Singapore), Gary W. Yohe (USA)

### **Редакторы-рецензенты:**

Паулина Алдунсе (Чили), Жан-Пьер Ометто (Бразилия), Нириволлона Рахolidжао (Мадагаскар), Казуя Ясухара (Япония)

**При ссылках на это Техническое резюме следует указывать:**

**Филд К. Б., В. Р. Баррос, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, М. ван Аалст, У. Н. Аджер, Д. Дж. Эйрент, Дж. Барнетт, Р. Беттс, Т. Е. Билир, Й. Биркманн, Дж. Мармин, Д. Д. Чади, А. Дж. Чаллинон, М. Чаттерджи, У. Крамер, Д. Дж. Дэвидсон, Й. О. Эстрада, J.-P. Гаттузо, Я. Хиджиока, У. Хоеф-Гулдберг, Х. Ц. Хуан, Г. Е. Инсаров, Р. Н. Джоунс, Р. С. Ковац, П. Ромеро-Ланкао, Д. Н. Ларсен, И. Х. Лосада, Х. А. Маренго, Р. Ф. Маклин, Л. О. Меарнс, Р. Мешлер, Дж. Ф. Мортон, И. Нианг, Т. Оки, Д. М. Олвоч, М. Опондо, Е. С. Полошанска, Г.-О. Пёртнер, М. Г. Редстиер, А. Рейзингер, А. Риви, Д. Н. Шмидт, М. Р. Шоу, В. Солецки, Д. А. Стоун, Д. М. Р. Стоун, К. М. Стржепек, А. Г. Суарес, П. Тшакерт, Р. Валентини, С. Викунья, А. Виллализар, К. Е. Винсен, Р. Уоррен, Л. Л. Уайт, Т. Д. Уилбэнкс, П. П. Вонг и Г. У. Йохе, 2014 г.: Техническое резюме. Содержится в публикации: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Часть А: Глобальные и секторальные аспекты. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мак, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Женова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 35-103 (на английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).**

# Содержание

<b>Оценка и менеджмент рисков изменения климата</b> .....	<b>38</b>
Вставка ТР.1. Контекст для оценки .....	39
Вставка ТР.2. Основные термины для понимания Резюме .....	40
Вставка ТР.3. Информация о степени определенности в оценочных выводах .....	43
<b>A: Наблюдаемые воздействия, уязвимость и адаптация в сложном и меняющемся мире</b> .....	<b>42</b>
A-1. Наблюдаемые воздействия, уязвимость и подверженность .....	42
Вставка ТР.4. Многофакторное неравенство и уязвимость для изменения климата .....	53
A-2. Опыт адаптации .....	54
A-3. Контекст принятия решений .....	58
<b>B: Будущие риски и возможности для адаптации</b> .....	<b>63</b>
B-1. Ключевые риски в разных секторах и регионах .....	65
Вставка ТР.5. Воздействие человека на климатическую систему .....	66
Вставка ТР.6. Последствия значительного повышения температуры .....	69
B-2. Секторальные риски и потенциал для адаптации .....	68
B-3. Региональные риски и потенциал для адаптации .....	81
Вставка ТР.7. Закисление океана .....	82
<b>C: Менеджмент будущих рисков и усиление устойчивости</b> .....	<b>94</b>
C-1. Принципы эффективной адаптации .....	94
C-2. Способы обеспечения устойчивости к изменению климата и трансформация .....	97
Вставка ТР.8. Пределы адаптации и трансформация .....	99
Вставка ТР.9. Взаимозависимость между водой-энергией и продовольствием .....	102

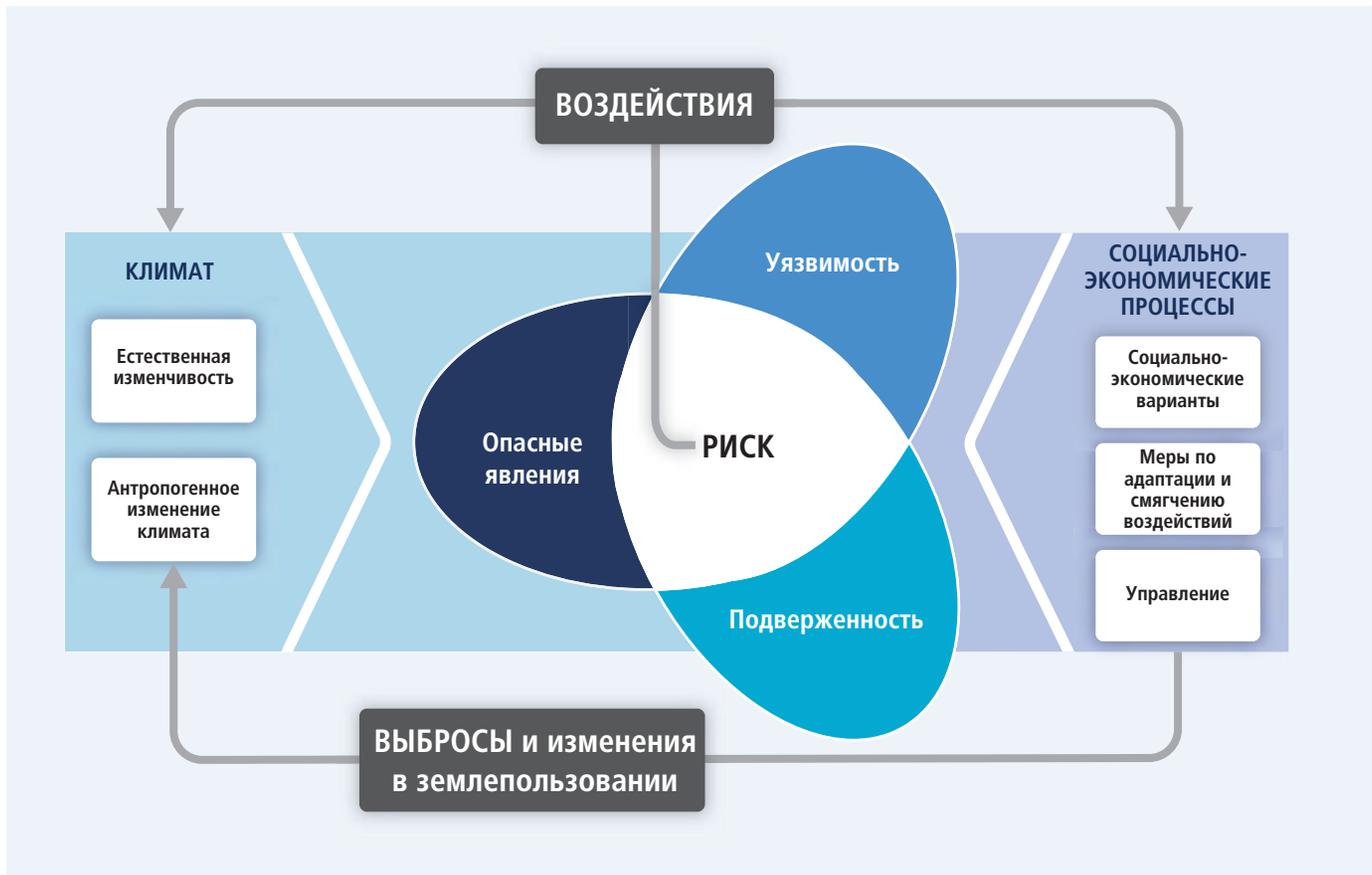
## ОЦЕНКА И МЕНЕДЖМЕНТ РИСКОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Происходит воздействие деятельности человека на климатическую систему (раздел D.3 РП ОД5 РГ I; разделы 2.2, 6.3, 10.3-10.6, 10.9 ОД5 РГ I). Изменение климата порождает риски для антропогенных и естественных систем (рисунок ТР.1). В оценке воздействий, адаптации и уязвимости, содержащейся во вкладе Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад МГЭИК (ОД5 РГ II), определяется то, каким образом характер рисков и потенциальные выгоды смещаются вследствие изменения климата. В нем рассматривается вопрос о том, каким образом посредством адаптации и смягчения воздействий можно осуществлять уменьшение и менеджмент воздействий и рисков, связанных с изменением климата. В докладе проводится оценка потребностей, вариантов, возможностей, ограничений, устойчивости, пределов и других аспектов, связанных с адаптацией. В нем признается, что риски изменения климата будут различаться в зависимости от регионов и групп населения, пространства и времени, а также мириады факторов, включая масштабы адаптации и смягчения воздействий.

Изменение климата происходит в рамках сложных взаимодействий и изменяющихся вероятностей различных воздействий. Концентрация внимания на вопросе риска, что является новым в этом докладе, является элементом поддержки процесса принятия решений в контексте изменения климата и дополняет другие элементы доклада. Люди и общество могут воспринимать или ранжировать риски и потенциальные выгоды различным образом согласно разным ценностям и целям.

По сравнению с предыдущими докладами РГ II ОД5 РГ II содержит оценки гораздо более значительной базы знаний, основанной на соответствующей научной, технической и социально-экономической литературе. Увеличение объема публикаций способствовало всеобъемлющей оценке более обширного набора тем и секторов, при этом более широко были охвачены такие вопросы, как антропогенные системы, адаптация и океан. См. вставку ТР.1.

В разделе А этого резюме дается характеристика наблюдаемых воздействий, уязвимостей и подверженности, а также адаптивных мер реагирования, существующих на настоящий день. В разделе В анализируются будущие

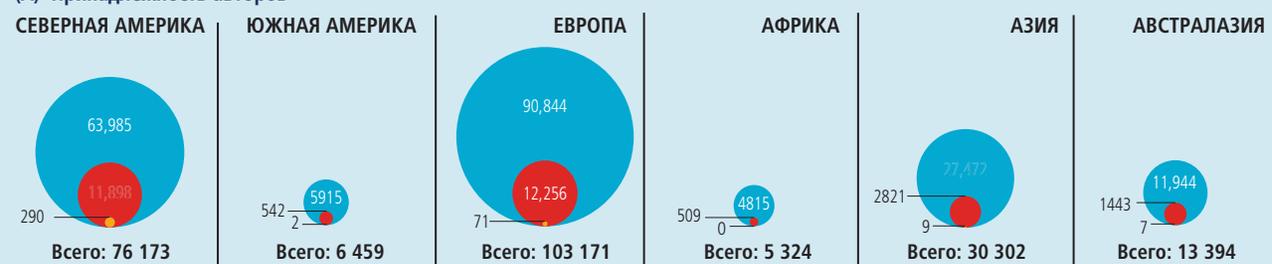


**Рисунок ТР.1** | Иллюстрация основных концепций ОД5 РГ II. Риск связанных с климатом воздействий является результатом взаимодействия связанных с климатом опасностей (включая опасные явления и тренды) с уязвимостью и подверженностью антропогенных и естественных систем. Изменения как в климатической системе (слева), так и в социально-экономических процессах, включая адаптацию и смягчение воздействий (справа), являются движущими факторами опасности, подверженности и уязвимости. [19.2, рисунок 19-1]

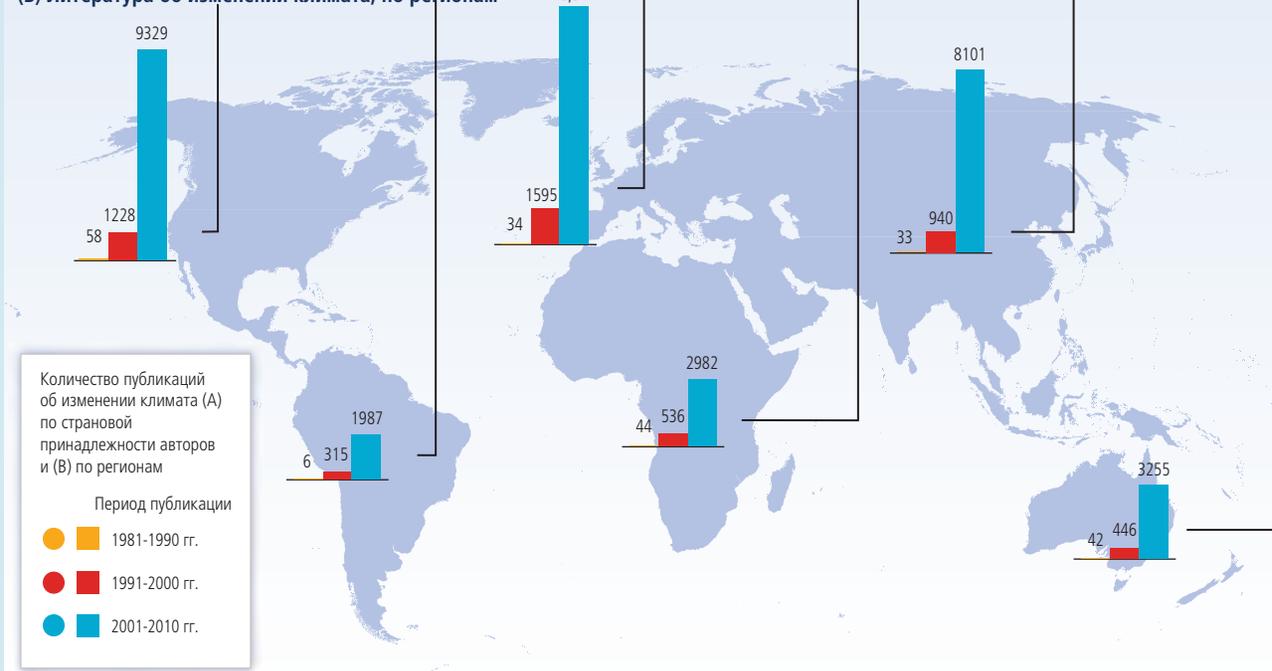
### Вставка ТР.1 | Контекст для оценки

За последние два десятилетия Рабочей группой II МГЭИК были разработаны оценки воздействий, адаптации и уязвимости, связанных с изменением климата. ОД5 РГ II строится на основе вклада РГ II в Четвертый доклад об оценке МГЭИК (ДО4 РГ II), опубликованного в 2007 г., и *Специального доклада по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата (СДЭБ)*, опубликованного в 2012 г. Он следует вкладу Рабочей группы I в ОД5 (ОД5 РГ I). ОД5 РГ II представлен в виде двух частей (часть А: Глобальные и секторальные аспекты; и часть В: Региональные аспекты), что является отражением расширенной литературной базы и мультидисциплинарного подхода, большей концентрации на последствия для общества и его мерах реагирования, а также продолжения всеобъемлющего охвата на региональном уровне. [1.1-1.3]

#### (А) Принадлежность авторов



#### (В) Литература об изменении климата, по регионам



**Вставка ТР.1, рисунок 1 |** Число публикаций об изменении климата, перечисленных в библиографической базе данных Scopus. (А) Число публикаций об изменении климата на английском языке (на июль 2011 г.), обобщенных по страновой принадлежности всех авторов публикаций и распределенных по регионам. Каждая публикация может засчитываться множество раз (т.е. число разных стран в списке принадлежности автора). (В) Число публикаций об изменении климата на английском языке с упоминанием отдельных стран в названии, выдержке или ключевых словах (на июль 2011 г.), распределенных по регионам в десятилетние периоды 1981-1990 гг., 1991-2000 гг. и 2001-2010 гг. Каждая публикация может засчитываться множество раз, если перечисляется несколько стран. [Рисунок 1.1]

Продолжение на следующей стр. →

## Вставка ТР.1 (продолжение)

Число научных публикаций, имеющих для оценки воздействий, адаптации и уязвимости, связанных с изменением климата, более чем удвоилось в период с 2005 г. по 2010 г., при этом особенно быстрыми темпами увеличивается число публикаций, касающихся вопросов адаптации, что позволяет дать более обоснованную оценку, которая поддерживает процесс принятия решений (**высокая степень достоверности**). Аналогичным образом повысилось разнообразие охваченных тем и регионов, равно как и географическое распределение авторов, вносящих вклад в базу знаний для оценок изменения климата (вставка ТР.1, рисунок 1). Увеличился авторский состав публикаций об изменении климата из развивающихся стран, хотя он все еще представляет собой незначительную долю от общего числа авторов. Неравномерное распределение публикаций создает проблему для подготовки всеобъемлющей и сбалансированной глобальной оценки. [1.1, рисунок 1-1]

Адаптация возникла в качестве центральной области в исследованиях изменения климата, в планировании на страновом уровне и в осуществлении стратегий изменения климата (**высокая степень достоверности**). В большом количестве публикаций, включая доклады государственного и частного секторов, говорится об уделении повышенного внимания возможностям адаптации и взаимосвязям между адаптацией, смягчением воздействий и альтернативными путями устойчивого развития. Данная литература свидетельствует о появлении исследований преобразовательных процессов, которые используют синергию между планированием адаптации, стратегиями развития, социальной защитой, а также снижением и менеджментом рисков бедствий. [1.1]

В качестве главной характеристики и инновации оценки МГЭИК основные выводы представлены при помощи определенных и классифицированных терминов, при помощи которых излагается глубина научного понимания, включая неопределенности и области несогласия (вставка ТР.3). Каждый вывод обосновывается отслеживаемым объяснением оценки доказательств и согласия. [1.1, вставка 1-1]

## Вставка ТР.2 | Основные термины для понимания Резюме

Центральные концепции, определенные в глоссарии ОД5 РГ II и используемые во всем данном докладе, используют следующие термины. В соответствии с прогрессом в области науки некоторые определения отличаются по сфере охвата и целенаправленности от определений, использованных в ДО4 и других докладах МГЭИК.

**Изменение климата:** Изменение климата означает изменение состояния климата, которое может быть определено (например с помощью статистических испытаний) через изменения в среднем значении и/или изменчивость его свойств и которое сохраняется в течение длительного периода, обычно десятилетий или больше. Изменение климата может быть вызвано естественными внутренними процессами или внешними воздействиями, такими как модуляции солнечных циклов, извержение вулканов и устойчивые антропологические изменения в составе атмосферы или в землепользовании. Следует иметь в виду, что Рамочная конвенция об изменении климата (РКИКООН) в своей статье 1 определяет изменение климата следующим образом: «... изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы и накладываемая на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени». Таким образом РКИКООН проводит различие между изменением климата, обусловленным деятельностью человека, изменяющей состав атмосферы, и изменчивостью климата, обусловленной естественными причинами.

Продолжение на следующей стр. →

## Вставка ТР.2 (продолжение)

**Опасное явление:** Возможное возникновение естественного или вызванного деятельностью человека физического явления или тренда или же физического воздействия, которые могут стать причиной гибели людей, телесных повреждений или других последствий для здоровья, а также материальных убытков и потери имущества, и причинения ущерба инфраструктуре, средств к существованию, системам предоставления услуг, экосистемам и экологическим ресурсам. В данном докладе термин *опасное явление* обычно означает связанные с климатом физические явления или тренды или их физические воздействия.

**Подверженность:** Нахождение людей, средств к существованию, видов или экосистем, экологических услуг и ресурсов, инфраструктуры или экономических, социальных и культурных активов в местах, которые могли бы подвергаться неблагоприятному воздействию.

**Уязвимость:** Склонность или предрасположенность к неблагоприятному воздействию. Понятие уязвимости охватывает самые разнообразные концепции, включая чувствительность или восприимчивость к ущербу и отсутствие способности справиться с этой проблемой и адаптироваться.

**Воздействия:** Эффекты, оказываемые на естественные и антропогенные системы. В настоящем докладе термин *воздействия* используется в первую очередь для обозначения эффектов, оказываемых на естественные и антропогенные системы экстремальными метеорологическими и климатическими явлениями и изменением климата. Воздействия, как правило, означают эффекты, влияющие на жизнь, средства к существованию, состояние здоровья, экосистемы, экономические, социальные и культурные активы, услуги и инфраструктуру вследствие взаимодействия таких факторов, как изменения климата или опасные климатические явления, происходящие на определенном отрезке времени, и уязвимость подвергаемого воздействиям общества или системы. Воздействия также означают *последствия* и *результаты*. Воздействия изменения климата на географические системы, включая паводки, засухи и повышение уровня моря, представляют собой подмножество воздействий, именуемых физическими воздействиями.

**Риск:** Возможность последствий, при которых определенная ценность находится под угрозой и при которых конечный результат является неопределенным, при этом признается разнообразие ценностей. Риск часто выражается в виде вероятности наступления опасных явлений или трендов, умноженных на последствия, если эти явления или тренды происходят. Риск является результатом взаимодействия таких факторов, как уязвимость, подверженность и опасность (см. рисунок ТР.1). В этом докладе термин *риск* используется в первую очередь для обозначения рисков воздействий изменения климата.

**Адаптация:** Процесс приспособления к существующему или ожидаемому климату и его воздействиям. В антропогенных системах целью адаптации является уменьшение или предотвращение ущерба или использование благоприятных возможностей. В некоторых естественных системах вмешательство человека может способствовать приспособлению к ожидаемому климату и его воздействиям.

*Инкрементальная адаптация:* адаптационные меры, главной целью которых является сохранение сущности и целостности системы или процесса в данном масштабе.

*Трансформационная адаптация:* адаптация, которая изменяет основополагающие характеристики системы сообразно состоянию климата и его воздействиям.

**Трансформация:** Изменение базовых атрибутов естественных и антропогенных систем.

**Устойчивость:** Способность социальных, экономических и экологических систем противостоять опасному явлению или тренду или возмущению, реагируя или реорганизуясь при этом такими способами, благодаря которым эти системы сохраняют свою главную функцию, идентичность и структуру, сохраняя одновременно способность к адаптации, обучению и трансформации.

риски и потенциальные выгоды в разных секторах и регионах, при этом выделяются те места, где выбор имеет значение для снижения рисков посредством смягчения воздействий и адаптации. В разделе С рассматриваются принципы эффективной адаптации и более широкие взаимодействия между адаптацией, смягчением воздействий и устойчивым развитием.

Вставка ТР.2 содержит определения центральных концепций. Для сообщения степени определенности в ключевых выводах в докладе последовательно используются обозначающие степени определенности термины, включенные во вставку ТР.3. Приведенные в скобках ссылки на главы означают поддержку выводов, рисунков и таблиц, содержащихся в этом резюме.

## **А: НАБЛЮДАЕМЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ, УЯЗВИМОСТЬ И АДАПТАЦИЯ В СЛОЖНОМ И МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ**

В этом разделе представлены наблюдаемые эффекты изменения климата, описанные в соответствии с пониманием уязвимости, подверженности и связанных с климатом опасных явлений как факторов, определяющих воздействия. В данном разделе рассматриваются факторы, включая развитие и неклиматические источники стресса, которые влияют на уязвимость и подверженность с учетом оценки чувствительности систем к изменению климата. В этом разделе также определяются проблемы и варианты, основанные на опыте адаптации, обзор того, что мотивировало предыдущие действия в области адаптации в контексте изменения климата и более широких задач. В нем анализируется текущее понимание процесса принятия решений, имеющих отношение к изменению климата.

### **А-1. Наблюдаемые воздействия, уязвимость и подверженность**

**В последние десятилетия изменения климата явились причиной воздействий на естественные и антропогенные системы на всех континентах и океанах.** Это заключение подкрепляется большим числом наблюдений лучшего качества и анализами, проведенными после ДО4. Доказательства воздействий изменения климата наиболее весомы и всесторонни для естественных систем. Некоторые воздействия на антропогенные системы также объяснялись изменением климата, при этом вклад изменения климата, отделенный от других влияний, таких как изменяющиеся социальные и экономические факторы, мог быть основным или же незначительным. Во многих регионах воздействия на естественные и антропогенные системы выявляются сейчас даже при наличии весьма смешивающих факторов, таких как загрязнение или изменения в землепользовании. Резюме наблюдаемых воздействий,

иллюстрирующих более широкие тренды, представленные в этом разделе, см. на рисунке ТР.2 и в таблице ТР.1. Установление причин наблюдаемых воздействий, изложенное в ОД5 РГ II, связывает реакцию естественных и антропогенных систем с наблюдаемым изменением климата, независимо от его причины. Большинство сообщаемых воздействий изменения климата объясняется потеплением и/или сдвигами в режимах осадков. Появляются также доказательства закисления океана. Относительно немногочисленные достоверные исследования установления причин и мета-анализы увязали воздействия в физических и биологических системах с антропогенным изменением климата. [18.1, 18.3-18.6]

**Различия, связанные с уязвимостью и подверженностью, возникают вследствие неклиматических факторов и многофакторных неравенств, которые часто возникают в результате неравномерных процессов развития (*весьма высокая степень достоверности*).** Эти различия определяют дифференциальные риски в результате изменения климата. См. рисунок ТР.1 и вставку ТР.4. Уязвимость и подверженность меняются в зависимости от времени и географических контекстов. Изменения, связанные с нищетой и социально-экономическим статусом, этническим составом, возрастной структурой и управлением, оказали существенное влияние на результаты последних кризисов, связанных с опасными климатическими явлениями. [8.2, 9.3, 12.2, 13.1, 13.2, 14.1 to 14.3, 19.2, 19.6, 26.8, вставка СС-ГС]

**Воздействия недавних связанных с климатом экстремальных явлений, таких как волны тепла, засухи, паводки, циклоны и стихийные пожары, выявили значительную уязвимость и подверженность некоторых экосистем и многих антропогенных систем текущей изменчивости климата (*весьма высокая степень достоверности*).** Воздействия подобных связанных с климатом экстремальных явлений включают изменение экосистем, срыв производства продовольствия и водоснабжения, причинение ущерба инфраструктуре и населенным пунктам, заболеваемость и смертность, а также последствия для психического здоровья и благосостояния людей. Для стран, находящихся на всех уровнях развития, эти воздействия находятся в соответствии с серьезным отсутствием готовности в некоторых секторах к текущей изменчивости климата. Нижеследующие примеры иллюстрируют воздействия экстремальной погоды и климатических явлений, которые наблюдались в разных региональных контекстах:

- в Африке экстремальные погодные и климатические явления, включая засухи и паводки, оказали значительные воздействия на экономические сектора, природные ресурсы, экосистемы, средства к существованию и здоровье человека. Например паводки на реке Замбези в Мозамбике в 2008 г. вызвали перемещение 90 000 человек, а в долине реки Замбези, где приблизительно 1 млн человек

### Вставка TP.3 | Информация о степени определенности в оценочных выводах

В соответствии с директивной запиской для ведущих авторов Пятого оценочного доклада МГЭИК по согласованной трактовке неопределенностей в ОД5 РГ II используются две метрики для информации о степени определенности в ключевых выводах:

- степень определенности вывода, основанная на типе, объеме, качестве и согласованности доказательств (например данные, понимание механизмов, теория, модели, экспертное заключение) и степени согласия. Достоверность выражается в виде количественного показателя;
- определенные количественно меры неопределенности вывода, выраженные в вероятностной форме (на основе статистического анализа данных наблюдений или результатов моделей, или того и другого, и экспертного заключения).

В основе каждого вывода лежит оценка соответствующих доказательств и согласия. Для описания доказательств используются следующие краткие термины: *ограниченные*; *средней степени*; или *твердые*; и *согласия: низкая, средняя или высокая степень согласия*. Эти термины представлены вместе с некоторыми ключевыми выводами. Во многих случаях авторы оценки оценивают также степень достоверности обоснованности вывода, предоставляя обобщенную оценку доказательств и согласия. Степени достоверности включают пять количественных показателей: *очень низкая, низкая, средняя, высокая и весьма высокая*. Во вставке TP.3 рисунка 1 показаны гибкие взаимоотношения между краткими терминами для обозначения доказательств и согласия и метрики достоверности. Для данного доказательства и утверждения о согласии могут использоваться разные степени достоверности, однако возрастающие степени доказательств и степени согласия приведены в соответствие с повышением степени достоверности.



**Вставка TP.3, рисунок 1 |** Заявление о доказательствах и согласии и их связь с достоверностью. Плотность затенения, усиливающаяся к правому верхнему углу, показывает повышение достоверности. Обычно доказательства бывают самыми твердыми, когда имеются многочисленные, согласованные, независимые наборы данных о высококачественных доказательствах. [Рис. 1-3]

Когда авторы оценки определяют правдоподобие или вероятность наступившего в прошлом или наступающего в будущем некоторого четко определенного конечного результата, вывод может включать условия правдоподобия (см. ниже) или более точное представление вероятности. Использование понятия правдоподобия не является альтернативой для использования степени достоверности. При отсутствии иного указания, выводы с использованием понятия правдоподобия связаны с *высокой* или *весьма высокой степенью* достоверности.

Термин	Правдоподобие результата
<i>Практически определенно</i>	вероятность 99-100 %
<i>Крайне вероятно</i>	вероятность 95-100 %
<i>Весьма вероятно</i>	вероятность 90-100 %
<i>Вероятно</i>	вероятность 66-100 %
<i>Скорее вероятно, чем нет</i>	вероятность >50-100 %
<i>Почти так же вероятно, как и нет</i>	вероятность 33-66 %
<i>Маловероятно</i>	вероятность 0-33 %
<i>Весьма маловероятно</i>	вероятность 0-10 %
<i>Крайне маловероятно</i>	вероятность 0-5 %
<i>Исключительно маловероятно</i>	вероятность 0-1 %

При необходимости выводы также формулируются в виде констатаций фактов без использования количественных показателей неопределенности.

В пунктах этого резюме термины, относящиеся к достоверности, доказательствам или согласию и используемые для ключевого вывода, действуют в отношении последующих заявлений в рамках данного пункта, если не приведены дополнительные термины.

[1.1, вставка 1-1]

- живет в страдающих от паводков районах, временное перемещение происходит на постоянной основе. [22.3, 22.4, 22.6];
- недавние паводки в Австралии и Новой Зеландии явились причиной причинения серьезного ущерба инфраструктуре и населенным пунктам, при этом только в Квинсленде погибло 35 человек (2011 г.). В результате волны тепла в штате Виктория (2009 г.) повысилась связанная с жарой смертность, и жара явилась причиной еще более чем 300 случаев смерти, а интенсивные и разрушительные лесные пожары уничтожили более 2000 зданий и вызвали смерть 137 человек. Крупномасштабная засуха в юго-восточной части Австралии (1997-2009 гг.) и во многих частях Новой Зеландии (2007-2009 гг.; 2012-2013 гг.) привела к экономическим потерям (например региональный ВВП в южной части бассейна рек Муррей и Дарлинг был ниже прогнозируемого почти на 5,7 % в 2007-2008 гг., и Новая Зеландия потеряла в 2007-2009 гг. прямую и сельскохозяйственную продукцию на сумму порядка 3,6 млрд новозеландских долларов. [13.2, 25.6, 25.8, таблица 25-1, вставки 25-5, 25-6 и 25-8];

- в Европе экстремальные метеорологические явления оказывают в настоящее время значительные воздействия на множество экономических секторов, а также имеют неблагоприятные последствия для социальной сферы и здравоохранения (*высокая степень достоверности*). [Таблица 23-1];
- в Северной Америке большинство экономических секторов и антропогенных систем были затронуты экстремальной погодой, включая ураганы, наводнения и интенсивные дождевые осадки, и реагировали на них (*высокая степень достоверности*). Явления экстремальной жары приводят в настоящее время к повышению смертности и заболеваемости (*весьма высокая степень достоверности*), при этом они сопровождаются воздействиями, которые меняются в зависимости от возраста, местоположения и социально-экономических факторов (*высокая степень достоверности*). Экстремальные прибрежные штормы стали причиной чрезмерной смертности и заболеваемости, особенно вдоль восточного побережья Соединенных Штатов Америки и побережья заливов как Мексики, так и Соединенных Штатов Америки. Большая часть североамериканских экстремальных метеорологических явлений оказывают в настоящее время значительные воздействия на множество экономических секторов, а также имеют неблагоприятные последствия для социальной сферы и здравоохранения (*высокая степень достоверности*). [Таблица 23-1];

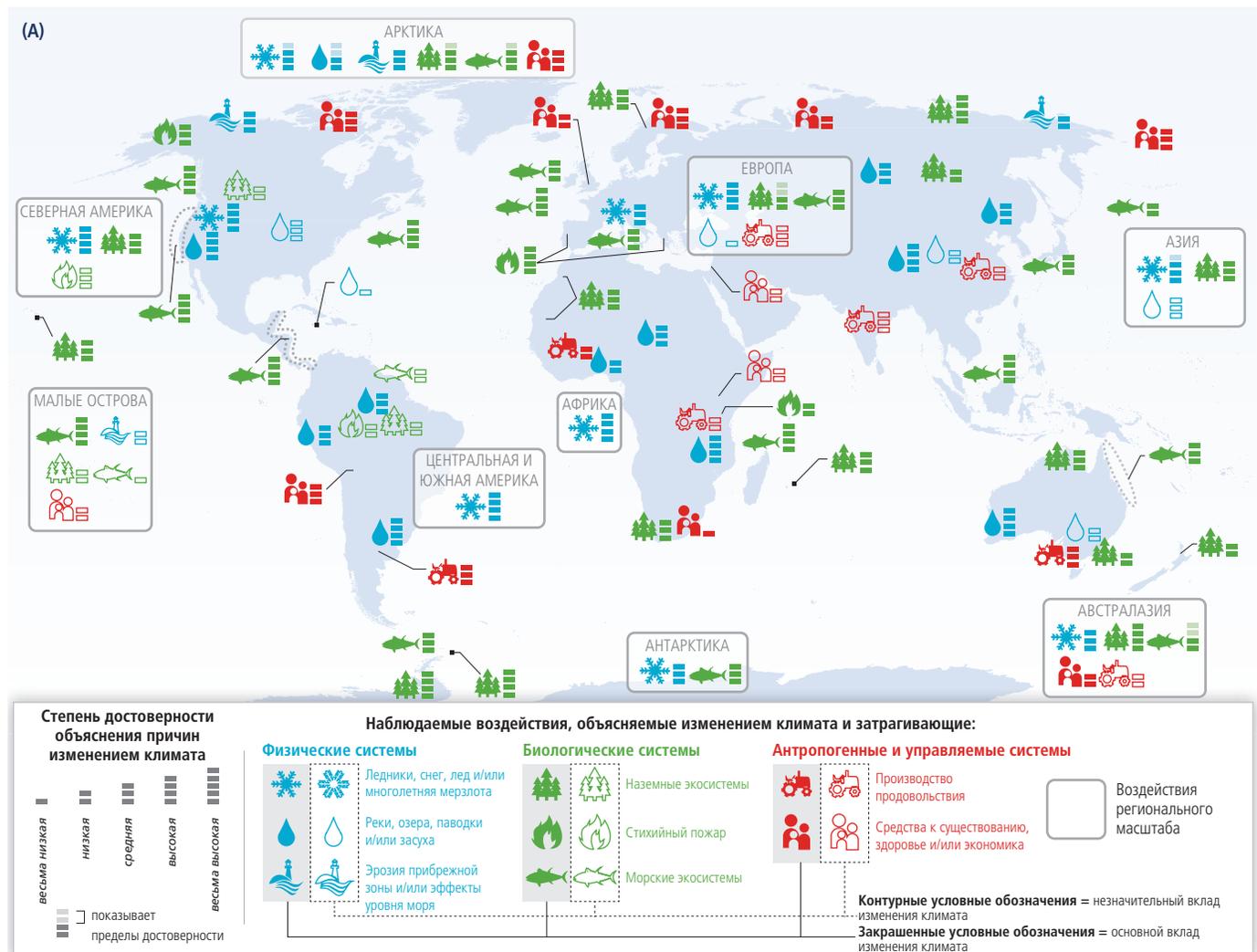
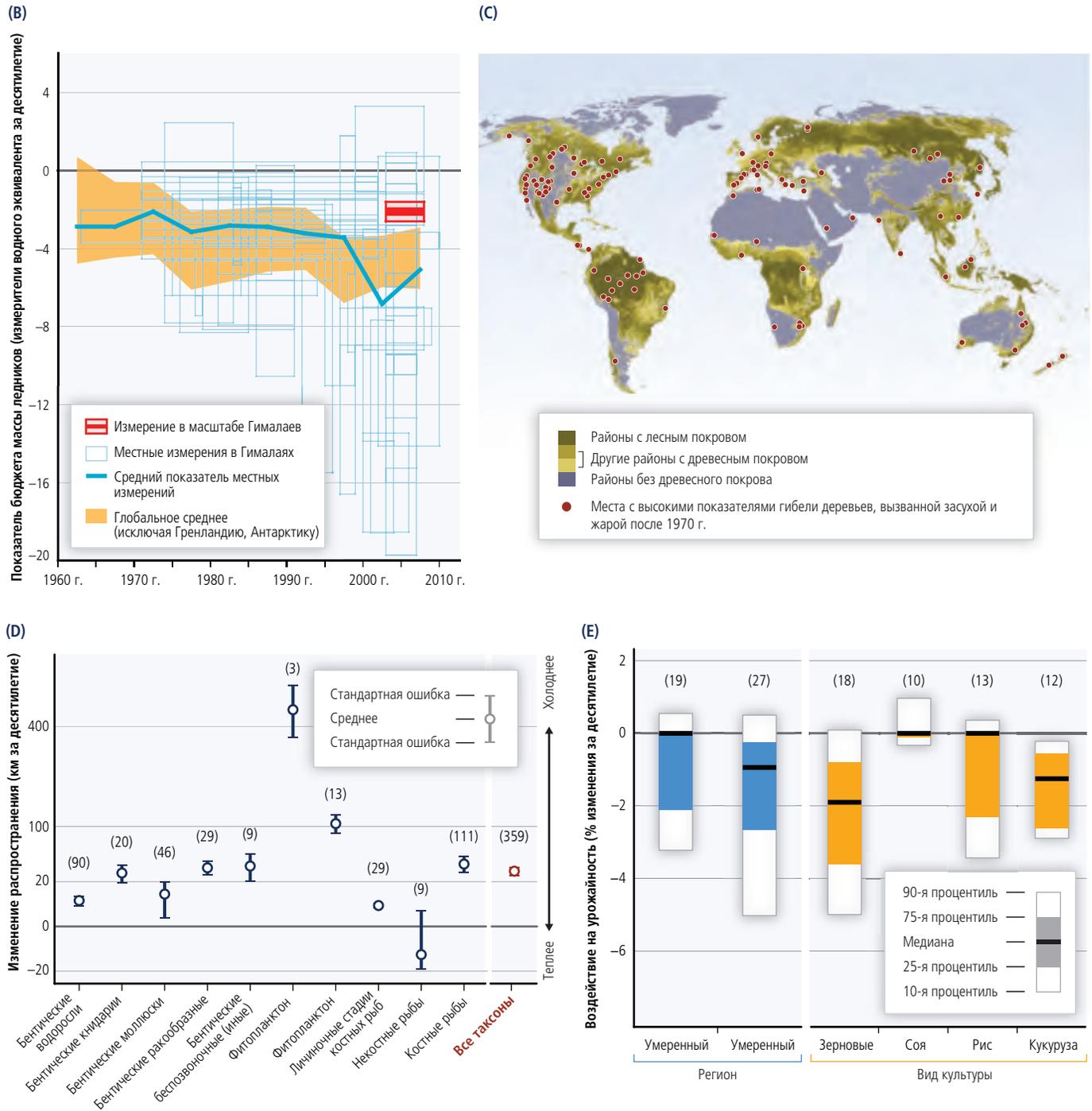


Рисунок ТР.2

Продолжение на следующей стр. →

Рисунок TP.2 (продолжение)



**Рисунок TP.2** | Широко распространенные воздействия в меняющемся мире. (А) Глобальные типы воздействий в последние десятилетия, объясняемых изменением климата, согласно результатам исследований после Д04. Воздействия показаны в целом диапазоне географических масштабов. Условные обозначения указывают категории объясняемых воздействий, относительный вклад изменения климата (основной или незначительный) в наблюдаемое воздействие, и степень достоверности установления причины. Описание воздействий см. в дополнительной таблице TP.1. (B) Изменения массы ледников по данным всех опубликованных измерений для гималайских ледников. Отрицательные значения показывают потерю ледниковой массы. Местные измерения касаются главным образом небольших, доступных гималайских ледников. Показанный голубым цветом прямоугольник, обозначающий каждое местное измерение в Гималаях, центрирован вертикально на его среднем значении, и имеет высоту равную  $\pm 1$  стандартное отклонение для ежегодных измерений, и высоту равную  $\pm 1$  стандартная погрешность для многолетних измерений. Измерение в масштабе Гималаев (красный цвет) проводилось посредством спутниковой лазерной альтиметрии. Для сравнения показаны также глобальные оценки средней массы ледников, взятые из ОД5 РГ I, 4.3, при этом затенение показывает  $\pm 1$  стандартное отклонение. (C) Места крупномасштабной гибели деревьев во всем мире, вызванной засухой и жарой в период 1970-2011 гг. (D) Средние показатели изменения в распространении (км за десятилетие) для морских таксономических групп, согласно данным наблюдений за период 1900-2010 гг. Положительные изменения области распространения соответствуют потеплению (перемещение в ранее более холодные воды, обычно в направлении полюса). Число проанализированных реакций приводится в скобках для каждой категории. (E) Сводка оценок воздействий наблюдаемых изменений климата на урожайность в период 1960-2013 гг. для четырех основных культур в умеренных и тропических регионах с указанием в скобках для каждой категории числа проанализированных данных. [Рисунки 3-3, 4-7, 7-2, 18-3 и MB-2]

TP

риканской инфраструктуры является в настоящее время уязвимой для экстремальных метеорологических явлений (*средняя степень достоверности*), при этом происходит ухудшение состояния водных ресурсов и транспортной инфраструктуры, которые являются особенно уязвимыми (*высокая степень достоверности*). [26.6, 26.7, рисунок 26-2];

- в Арктике экстремальные метеорологические явления имели прямые и косвенные неблагоприятные последствия для здоровья местных жителей (*высокая степень достоверности*). [28.2].

## Пресноводные ресурсы

Во многих регионах меняющиеся осадки или тающий снег и лед вызывают изменения в гидрологических системах, затрагивая водные ресурсы в плане их количества и качества (*средняя степень достоверности*). Ледники продолжают сокращаться практически во всем мире вследствие изменения климата (*высокая степень достоверности*) (например рисунок TP.2B), что отрицательно сказывается на стоке и водных ресурсах в нижнем течении (*средняя степень достоверности*). Изменение климата вызывает потепление и таяние многолетней мерзлоты в регионах высоких широт и в возвышенных регионах (*высокая степень достоверности*).

**Таблица TP.1 |** Наблюдаемые воздействия, которые связывают с изменением климата, о котором сообщалось в научной литературе после Д04. Эти воздействия связывают с изменением климата с *очень низкой, низкой, средней или высокой степенью достоверности*, при этом указывается относительный вклад изменения климата в наблюдаемое изменение (основной или незначительный) в том, что касается естественных и антропогенных систем в восьми главных мировых регионах за последние несколько десятилетий. [Таблицы 18-5-18-9]. Отсутствие в таблице дополнительных воздействий, связанных с изменением климата, не означает, что такие воздействия не имели место.

Африка	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отступление тропических горных ледников в Восточной Африке (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение расхода воды в реках Западной Африки (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Потепление поверхности озер и усиление стратификации водного столба в Великих озерах и озере Кариба (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Усилившаяся почвенная засуха в Сахеле с 1970 г., частично более влажные условия с 1990 г. (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [22.2-3, таблицы 18-5, 18-6 и 22-3]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уменьшение плотности деревьев в западной части Сахеля и в полусухой части Марокко, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиги границ распространения нескольких видов южных растений и животных, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение числа стихийных пожаров на горе Килиманджаро (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [22.3, таблицы 18-7 и 22-3]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уменьшение числа коралловых рифов в тропических африканских водах, помимо уменьшения, вызванного антропогенными воздействиями (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Адаптивные меры реагирования на изменение дождевых осадков, предпринимаемые южноафриканскими фермерами, помимо изменений, вызванных экономическими условиями (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение числа плодоносящих деревьев в Сахеле (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Более широкое распространение малярии на возвышенностях в Кении, помимо изменений, вызванных вакцинацией, невосприимчивостью лекарств, демографическими факторами и средствами к существованию (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Снижение продуктивности рыбных промыслов на Великих озерах и на озере Кариба, помимо изменений, вызванных менеджментом рыбных промыслов и землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [7.2, 11.5, 13.2, 22.3, таблица 18-9]</li> </ul>
Европа	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отступление альпийских, скандинавских и исландских ледников (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение числа обвалов каменистых склонов в западной части Альп (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение экстремальных расходов на реках и наводнения (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [18.3, 23.2-3, таблицы 18-5 и 18-6; ОД5 P1, 4.3]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Более раннее появление зелени, распускание листьев и плодоношение деревьев в умеренном и северном климате (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Появление все большего числа колоний чужеродных видов растений в Европе, помимо определенной исходной инвазии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Более ранний прилет мигрирующих птиц в Европе с 1970 г. (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг верхней границы лесов в Европе, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение площади сгоревших лесов в последние десятилетия в Португалии и Греции, помимо некоторого увеличения вследствие землепользования (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [4.3, 18.3, таблицы 18-7 и 23-6]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сдвиг в северном направлении распространения зоопланктона, рыбных популяций, морских птиц и обитающих на дне беспозвоночных из северо-восточной части Атлантики (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг в северном направлении и в более глубокие воды распространения многих видов рыб, обитающих в европейских морях (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменения фенологии планктона в северо-восточной части Атлантики (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Распространение тепловодных видов в Средиземном море, помимо изменений, вызванных инвазивными видами и антропогенными воздействиями (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [6.3, 23.6, 30.5, таблицы 6-2 и 18-8, вставки 6-1 и СС-МВ]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сдвиг от смертности, вызванной холодной погодой, к смертности, вызванной жарой, в Англии и Уэльсе, помимо изменений в результате подверженности и состояния медицинского обслуживания (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Воздействия на средства к существованию народа саами в северной части Европы, помимо эффектов экономических и социально-политических изменений (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Отсутствие роста урожайности зерновых культур в некоторых странах в последние десятилетия, несмотря на более совершенную технологию (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Позитивные воздействия на урожайность некоторых сельскохозяйственных культур, главным образом в северной части Европы, помимо повышения урожайности благодаря более совершенной технологии (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Распространение клещей и вируса катаральной лихорадки у овец в некоторых частях Европы (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [18.4, 23.4-5, таблица 18-9, рисунок 7-2]</li> </ul>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица ТР.1 (продолжение)

Азия	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Деградация многолетней мерзлоты в Сибири, Центральной Азии и на Тибетском плато (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сокращение горных ледников на большей части Азии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение объема имеющейся воды во многих китайских реках, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение стока в четырех реках вследствие сокращения ледников в Гималаях и Центральной Азии (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Более ранние сроки максимального весеннего паводка на реках России (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение влажности почвы в северной, центральной и северо-восточной частях Китая (1950-2006 гг.) (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Деградация поверхностных вод в некоторых частях Азии, помимо изменений, вызванных землепользованием (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[24.3-4, 28.2, таблицы 18-5, 18-6 и ДМ24-4, вставка 3-1; ОД5 РГ I, 4.3, 10.5]</p>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изменения в фенологии и росте растений во многих частях Азии (более раннее появление зелени), особенно на севере и востоке (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиги в распространении многих видов растений и животных в направлении более высоко расположенных территорий или в северном направлении, особенно в северной части Азии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Инвазия сосен и елей в лиственных сибирских лесах в последние десятилетия (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Распространение кустарников в сибирской тундре (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[4.3, 24.4, 28.2, таблица 18-7, рисунок 4-4]</p>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гибель коралловых рифов в тропических азиатских водах, помимо их гибели, вызванной антропогенными воздействиями (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Расширение границ кораллов в северном направлении в Восточно-Китайском море и западной части Тихого океана, а также хищных видов рыб в Японском море (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг от сардин к анчоусам в западном районе северной части Тихого океана, помимо колебаний, вызванных рыбными промыслами (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение масштабов прибрежной эрозии в арктической Азии (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[6.3, 24.4, 30.5, таблицы 6-2 и 18-8]</p>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Воздействия на средства к существованию групп коренных народов в арктической части России, помимо экономических и социально-политических изменений (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Негативные воздействия на общую урожайность зерновых в Южной Азии, помимо ее увеличения благодаря улучшенной технологии (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Негативные воздействия на общую урожайность зерновых и кукурузы в Китае, помимо ее увеличения благодаря улучшенной технологии (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Более широкое распространение в Израиле передаваемых через воду заболеваний (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[7.2, 13.2, 18.4, 28.2, таблицы 18-4 и 18-9, рисунок 7-2]</p>
Австралия	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значительное уменьшение глубины снега в конце сезона в трех из четырех альпийских районах в Австралии (1957-2002 гг.) (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Значительное уменьшение объема льда и ледникового льда в Новой Зеландии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Усиление гидрологической засухи вследствие регионального потепления в юго-восточной части Австралии (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение притока воды в речные системы в юго-западной части Австралии (с середины 1970-х годов) (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[25.5, таблицы 18-5, 18-6 и 25-1; ОД5 РГ I, 4.3]</p>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изменения в генетике, росте, распространении и фенологии многих видов, в частности птиц, бабочек и растений в Австралии, помимо колебаний, вызванных изменчивым местным климатом, землепользованием, загрязнением и инвазивными видами (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Расширение границ некоторых водно-болотных угодий и уменьшение площади прилегающих к ним лесных массивов в юго-восточной части Австралии (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Расширение границ муссонных тропических лесов за счет саванны и пастбищных земель в северной части Австралии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Начинаясь на несколько недель раньше миграция угрей в реке Вайкато, Новая Зеландия (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[таблицы 18-7 и 25-3]</p>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сдвиги в южном направлении в распространении морских видов вблизи Австралии, помимо изменений, вызванных краткосрочными колебаниями состояния окружающей среды, рыбными промыслами и загрязнением (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение сроков миграции морских птиц в Австралии (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Более масштабное обесцвечивание кораллов в Большом Барьерном рифе и западных австралийских рифах, помимо последствий загрязнения и физических нарушений (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение режимов болезни кораллов в Большом Барьерном рифе, помимо последствий загрязнения (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[6.3, 25.6, таблицы 18-8 и 25-3]</p>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Более ранние сроки созревания винограда в последние десятилетия, помимо более ранних сроков благодаря улучшенному уходу за виноградниками (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг в показателях смертности населения в Австралии в зимний период по сравнению с летним периодом, помимо изменений, вызванных подверженностью влиянию климата и состоянию здравоохранения (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Перемещение или диверсификация сельскохозяйственной деятельности в Австралии, помимо изменений, вызванных политикой, конъюнктурой рынков и краткосрочной изменчивостью климата (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[11.4, 18.4, 25.7-8, таблицы 18-9 и 25-3, вставка 25-5]</p>
Северная Америка	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение ледников в западной и северной частях Северной Америки (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Уменьшение объема воды в весеннем снежном покрове в западной части Северной Америки (1960-2002 гг.) (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Сдвиг в сторону более раннего пикового стока в реки с, главным образом, снеговым питанием в западной части Северной Америки (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение объема стока воды в средней, западной и северо-восточной частях США (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[таблицы 18-5 и 18-6; ОД5 РГ I, 2.6, 4.3]</p>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фенологические изменения и сдвиги в распределении видов в направлении более высоко расположенных и северных территорий для множества таксонов (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Возросшая повторяемость стихийных пожаров в субарктических хвойных лесах и тундре (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Увеличение региональных показателей гибели деревьев и насекомых в лесах (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>• Более высокие показатели интенсивности стихийных пожаров, их повторяемости и продолжительности, а также площади территории, пройденной огнем, в лесах в западной части США и северных лесах в Канаде, помимо изменений, вызванных землепользованием и противопожарными мерами (<i>средняя степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[26.4, 28.2, таблица 18-7, вставка 26-2]</p>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сдвиги в северном направлении в распределении видов рыб, обитающих в северо-западной части Атлантики (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменения в мидиевых банках вдоль западного побережья США (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Изменение направления миграции и выживаемости лососевых пород рыб в северо-восточной части Тихого океана (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>• Усиление прибрежной эрозии на Аляске и в Канаде (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[18.3, 30.5, таблицы 6-2 и 18-8]</p>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Воздействия на средства к существованию групп коренных народов в канадской Арктике, помимо последствий экономических и социально-политических изменений (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul> <p>[18.4, 28.2, таблицы 18-4 и 18-9]</p>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица ТР.1 (продолжение)

Центральная и Южная Америка	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сокращение площади ледников в Андах (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Изменения экстремального стока реки Амазонка (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Изменение структуры расходов воды в реках в Западных Андах (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Усиление речного руслового стока в суббассейнах реки Ла-Плата, помимо его увеличения, вызванного изменениями в землепользовании (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [27.3, таблицы 18-5, 18-6 и 27-3; ОД РГ I, 4.3]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Большие масштабы гибели деревьев и лесных пожаров в Амазонии (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>Деградация и сокращение площади тропических лесов в Амазонии, помимо упомянутых трендов обезлесения и деградации земель (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [4.3, 18.3, 27.2-3, таблица 18-7]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Усиление обесцвечивания кораллов в западной части Карибского бассейна, помимо последствий загрязнения и физических нарушений (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Деградация мангровых лесов на северном побережье Южной Америки, помимо деградации, вызванной загрязнением и землепользованием (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [27.3, таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>Более уязвимые пути использования средств к существованию у фермеров коренного народа аймара в Боливии вследствие нехватки воды, помимо эффектов усиления социального и экономического стресса (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Увеличение производительности сельского хозяйства и расширение границ сельскохозяйственных областей в юго-восточной части Южной Америки, помимо повышения производительности благодаря более совершенной технологии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [13.1, 27.3, таблица 18-9]</li> </ul>
Полярные регионы	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшение площади арктического морского льда в летний период (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Уменьшение объема льда в арктических ледниках (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Уменьшение протяженности снежного покрова в Арктике (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Широко распространенная деградация многолетней мерзлоты, особенно в южной части Арктики (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Потеря массы льда вдоль побережья Антарктики (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Увеличение расхода льда на больших циркумполярных реках (1997-2007 гг.) (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Увеличение зимнего минимального речного стока на большей части Арктики (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Повышение температуры озерной воды в 1985-2009 гг. и более длительные свободные от льда сезоны (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Исчезновение термокарстовых озер вследствие деградации многолетней мерзлоты в Арктике. Новые озера образуются в районах ранее мерзлых торфяников (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [28.2, таблицы 18-5 и 18-6; ОД5 РГ I, 4.2-4, 4.6, 10.5]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличение площади кустарникового покрова в тундре в Северной Америке и Евразии (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Продвижение границы арктических деревьев по широте и по высоте (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Изменение площади размножения и размера популяций субарктических птиц вследствие уменьшения подстилающего снежного слоя и/или закустаривания тундры (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Утрата экосистем с подстилающим слоем снега и кочкарной тундры (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Воздействия на животный мир тундры вследствие увеличения слоев льда в снежном покрове после выпадения дождя на снег (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Расширение границ распространения видов растений на полуострове Западная Антарктика и ближайших островах за последние 50 лет (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Повышение продуктивности фитопланктона в озерных водах острова Сигни (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [28.2, таблица 18-7]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Усиление эрозии берегов в Арктике (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Негативные воздействия на немигрирующие арктические виды (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Снижение репродукции арктических морских птиц (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Сокращение поголовья тюленей и морских птиц в Южном океане (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Уменьшение толщины раковин фораминифер в южных океанах вследствие закисления океана (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Уменьшение плотности криля в Шотландском море (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [6.3, 18.3, 28.2-3, таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>Воздействие на средства к существованию арктических коренных народов, помимо последствий экономических и социально-политических изменений (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Увеличение судоходства в Беренговом проливе (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [18.4, 28.2, таблицы 18-4 и 18-9, рисунок 28-4]</li> </ul>
Малые острова	
Снег и лед, реки и озера, паводки и засуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличение дефицита воды на Ямайке, помимо его увеличения вследствие водопользования (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [таблица 18-6]</li> </ul>
Наземные экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Изменение населения тропических птиц на Маврикии (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Уменьшение числа эндемичных видов растений на Гавайях (<i>средняя степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Положительный тренд верхней границы произрастания лесов и связанной с ними фауны на возвышенных островах (<i>низкая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата) [29.3, таблица 18-7]</li> </ul>
Эрозия побережья и морские экосистемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Усиление обесцвечивания кораллов вблизи многих малых тропических островов, помимо последствий деградации, вызванной рыбным промыслом и загрязнением (<i>высокая степень достоверности</i>, основной вклад изменения климата)</li> <li>Деградация мангровых лесов, водно-болотных угодий и морской травы вокруг малых островов, помимо деградации, вызванной другими нарушениями (<i>весьма низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>Усиление паводков и эрозии, помимо эрозии, вызванной деятельностью человека, естественной эрозии и наносом земли (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата)</li> <li>Деградация экосистем грунтовых и пресных вод, вызванная вторжением солончаков, помимо деградации, вызванной загрязнением и откачиванием грунтовых вод (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [28.3, таблица 18-8]</li> </ul>
Производство продовольствия и средства к существованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>Усиление деградации прибрежных рыбных промыслов вследствие прямых эффектов и эффектов усиления обесцвечивания коралловых рифов, помимо деградации, вызванной чрезмерным выловом рыбы и загрязнением (<i>низкая степень достоверности</i>, незначительный вклад изменения климата) [18.3-4, 29.3, 30.6, таблица 18-9, вставка СС-СР]</li> </ul>

сти). Нет никаких доказательств того, что частота пересыхания поверхностных и грунтовых вод изменилась за последние несколько десятилетий, хотя воздействия засухи усилились главным образом вследствие повышенного спроса на воду. [3.2, 4.3, 18.3, 18.5, 24.4, 25.5, 26.2, 28.2, таблицы 3-1 и 25-1, рисунки 18-2 и 26-1]

### Наземные и пресноводные экосистемы

Многие наземные и пресноводные виды растений и животных сдвинули свои географические границы и сезонные циклы жизни и изменили свою численность в ответ на изменение климата, наблюдаемое в последние десятилетия, и это происходит с ними сейчас во многих регионах (**высокая степень достоверности**). Причины повышенной гибели деревьев, наблюдаемой во многих местах во всем мире, объяснялись изменением климата в некоторых регионах (рисунок TP.2C). Повышение частоты и интенсивности возмущений экосистем, таких как засухи, штормовой ветер, пожары и нашествия вредителей, были выявлены во многих частях мира, и в некоторых случаях их причины объяснялись изменением климата (**средняя степень достоверности**). Хотя недавнее изменение климата способствовало исчезновению некоторых видов центральноамериканских земноводных (**средняя степень достоверности**), причины исчезновения наземных видов, наблюдаемые в самое последнее время, не были связаны с изменением климата (**высокая степень достоверности**). [4.2, 4.4, 18.3, 18.5, 22.3, 25.6, 26.4, 28.2, рисунок 4-10, вставки 4-2, 4-3, 4-4 и 25-3]

### Прибрежные системы и низменные районы

Прибрежные системы являются особенно уязвимыми для изменений в уровне моря и температуре океана, а также в закислении океана (**весьма высокая степень достоверности**). Причины обесцвечивания кораллов и сдвигов границ ареалов видов объяснялись изменениями в температуре океана. Для многих других изменений в прибрежных системах воздействия изменения климата с трудом поддаются идентификации, учитывая наличие других факторов, связанных с деятельностью человека (например изменения в землепользовании, развитие прибрежных районов, загрязнение) (**твердые доказательства, высокая степень согласия**). [5.3-5.5, 18.3, 25.6, 26.4, вставка 25-3]

### Морские системы

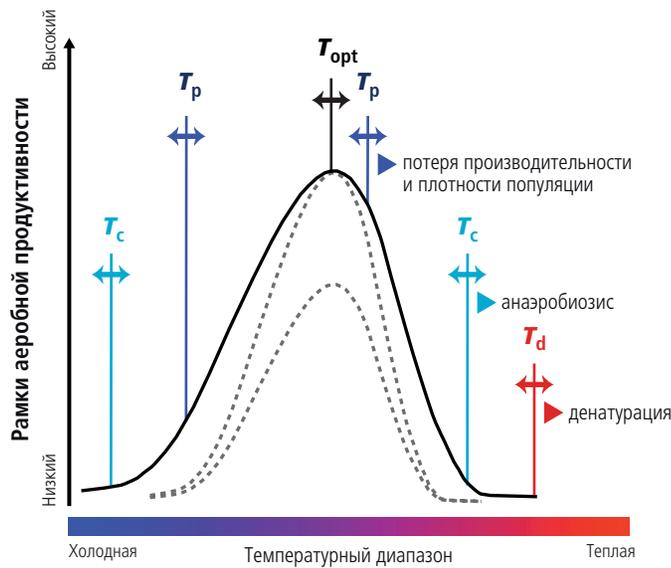
Потепление вызвало и будет продолжать вызывать сдвиги в популяции, географическом распределении, режимах миграции и сроках сезонных циклов жизни морских видов (**весьма высокая степень достоверности**), и параллельно будет происходить уменьшение максимальных

размеров тела (**средняя степень достоверности**). Результатом этого были и будут в дальнейшем меняющиеся взаимодействия между видами, включая конкуренцию и динамику популяций хищника и жертвы (**высокая степень достоверности**). Многочисленные наблюдения за последние десятилетия во всех океанических бассейнах показывают, с учетом отслеживания климатических трендов, изменения в глобальном масштабе, включая крупномасштабные сдвиги в распространении видов (**весьма высокая степень достоверности**) и изменение состава экосистем (**высокая степень достоверности**) в многодесятилетних временных масштабах. Многие рыбы, беспозвоночные и фитопланктон сдвинули границы своего распространения и/или плотности популяции в направлении полюса и/или более глубоких и холодных вод (рисунок TP.2D). Некоторые тепловодные кораллы или их рифы отреагировали на потепление замещением видов, обесцвечиванием и уменьшением кораллового покрытия, что стало причиной утраты среды обитания. Немногочисленные наблюдения на местах, проведенные до настоящего времени, свидетельствуют о том, что эти биологические реакции объясняются антропогенным закислением океана, поскольку во многих местах эти реакции еще не выходят за пределы их естественной изменчивости, и на них могут повлиять негативно действующие местные или региональные факторы. См. также вставку TP.7. Естественное глобальное изменение климата темпами, более медленными, нежели текущее антропогенное изменение климата, вызвало существенные экосистемные сдвиги, включая возникновение и исчезновение видов в течение последних миллионов лет. [5.4, 6.1, 6.3-6.5, 18.3, 18.5, 22.3, 25.6, 26.4, 30.4, 30.5, вставки 25-3, CC-OA, CC-CR и CC-MB]

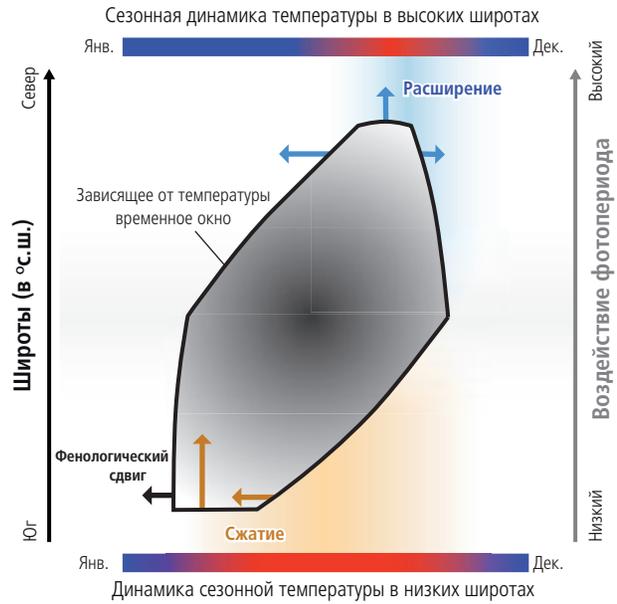
Уязвимость большинства морских организмов для потепления определяется их физиологией, которая регулирует их ограниченные температурные диапазоны и соответственно их температурную чувствительность (**высокая степень достоверности**). См. рисунок TP.3. Температура определяет географическое распространение многих видов и их реакции на изменение климата. Сдвиги средних и экстремальных температур изменяют среду обитания (например морское лед и прибрежная среда обитания) и вызывают изменения в плотности популяций видов в результате их исчезновения в определенных местах и расширение или сдвиги границ распространения вдоль широт до сотен километров за десятилетие (**весьма высокая степень достоверности**). Хотя и происходит генетическая адаптация (**средняя степень достоверности**), ограниченной является способность фауны и флоры уравновешивать происходящее температурное изменение или следовать его темпам (**низкая степень достоверности**). [6.3, 6.5, 30.5]

Зоны с минимальным содержанием кислорода постепенно распространяются на тропические части Тихого, Атлантического и Индийского океанов вследствие ухудшения вентили-

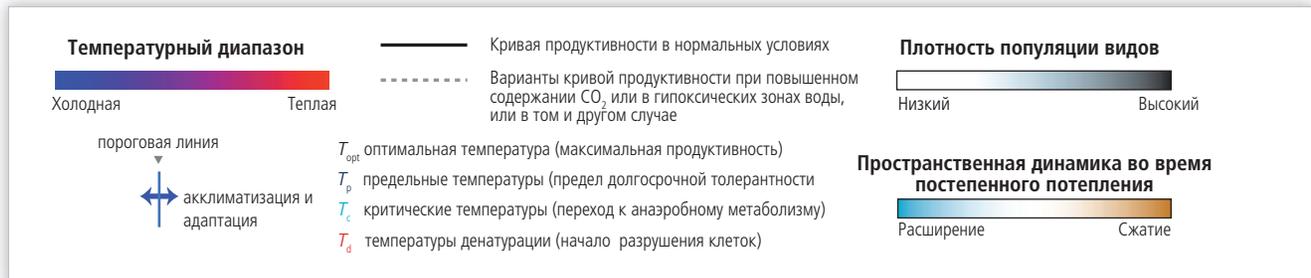
**(А) Температурные окна для животных: пределы и акклиматизация**



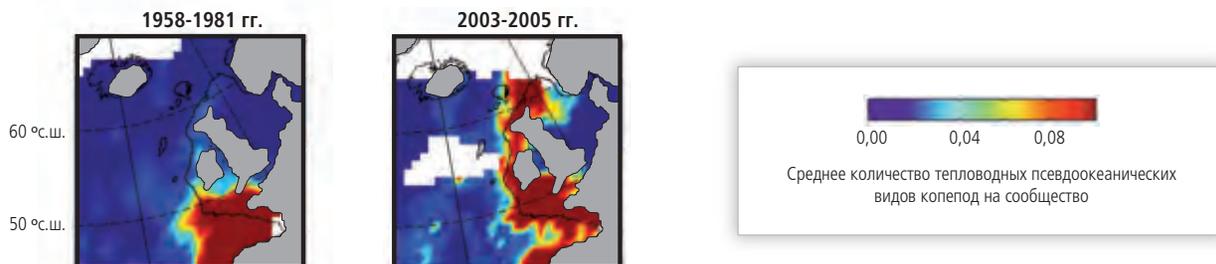
**(В) Пространственная динамика во время постепенного потепления**



ТР



**(С)**



**Рисунок ТР.3** | Температурная специализация видов (А), на которую влияют другие факторы, такие как кислород, вызывает сдвиги в распространении в результате потепления (В), например распространение тепловодных видов в северном направлении в северо-восточной части Атлантического океана (С). Эти изменения в распространении зависят от физиологии конкретных видов и экологии. Далее приводится подробное описание каждого рисунка: (А) диапазон температурной толерантности и уровней продуктивности организма описаны посредством кривой его продуктивности. Любая продуктивность (например нагрузка, рост, репродуктивность) бывает наивысшей при оптимальной температуре ( $T_{opt}$ ) и снижается при более низких или более высоких температурах. Превышение температурных пороговых значений ( $T_p$ ) означает переход к ограниченной во времени толерантности, а более экстремальные изменения температуры приводят к выходу за пределы пороговых значений, что вызывает нарушения метаболизма ( $T_c$ ) и, в конечном итоге, приводит к началу разрушения клеток ( $T_d$ ). Эти пороговые значения для отдельных видов могут сдвигаться (горизонтальные стрелки) в пределах до периода между летом и зимой (сезонная акклиматизация) или когда данный вид адаптируется к более холодному или более теплу климату в течение ряда поколений (эволюционная адаптация). При повышенных уровнях  $CO_2$  (закисление океана) или низком содержании кислорода температурные окна сужаются (прерывистые серые кривые). (В) Во время потепления климата определенный вид движется или перемещается в направлении нормальных для него температур, результатом чего является, как правило, сдвиг биографических пределов обитания в направлении полюса (на примере северного полушария). Многоугольник очерчивает пределы распространения в пространстве и сезонном времени; плотность серого цвета показывает плотность популяции. (С) Долгосрочные изменения в среднем количества тепловодных псевдоокеанических видов копепоид в северо-восточной части Атлантического океана в период 1958-2005 гг. [Рисунки 6-5, 6-7 и 6-8]

ции и растворимости  $O_2$  в более стратифицированных океанах при более высоких температурах (**высокая степень достоверности**). В сочетании с деятельностью человека, благодаря которой повышается продуктивность прибрежных систем, происходит увеличение числа и размера гипоксичных областей («мертвых зон»). Уси-

ление гипоксии на региональном уровне порождает переходы к толерантной к гипоксии биоте и сокращает ареал обитания интересных в коммерческом плане видов, что имеет последствия для рыбных промыслов. [6.1, 6.3, 30.3, 30.5, 30.6; ОД5 РГ I, 3.8]

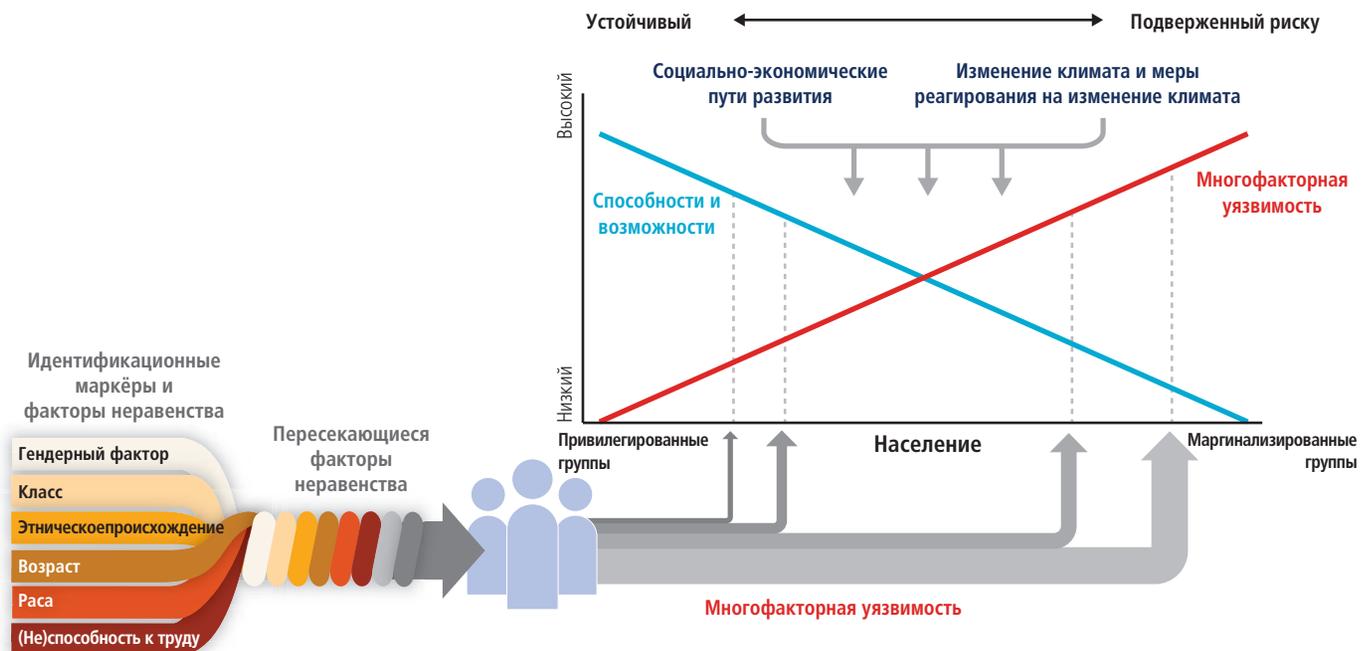
Продовольственная безопасность и системы производства продовольствия

Исходя из данных многочисленных исследований, охватывающих широкий диапазон регионов и сельскохозяйственных культур, негативные воздействия изменения климата на урожайность культур были более обычным явлением по сравнению с позитивными воздействиями (**высокая степень достоверности**). Меньшее число исследований, показывающих позитивные воздействия, связано главным образом с регионами высоких широт, хотя еще не ясно, был бы баланс воздействий в этих регионах отрицательным или положительным. Изменение климата отрицательно сказалось на урожайности пшеницы и кукурузы во многих регионах и на глобальном общем показателе (**средняя степень достоверности**). Эффекты, оказанные на урожайность риса и соевых бобов, были менее значительными в большинстве производственных регионов и в глобальном масштабе при медианном нулевом изменении по всем имеющимся данным, при этом количество данных по соевым бобам меньше по сравнению с данными по другим культурам. Наблюдаемые воздействия касаются главным образом скорее производственных аспектов продовольственной безопасности, а не вопросов доступа или других компонентов продовольственной безопасности. См. рисунок TP2.E. После ДО4 несколько периодов быстрого роста цен на продовольствие и зерновые после экстремальных климатических явлений в ключевых производственных регионах свидетельствуют о чувствительности существующих рынков к экстремальным климатическим явлениям, входящим в число других факторов (**средняя степень достоверности**). Урожайность культур характеризуется значительной негативной чувствительностью

к экстремальным дневным температурам порядка 30 °C в течение всего вегетационного периода (**высокая степень достоверности**). CO<sub>2</sub> оказывает стимулирующие эффекты на урожайность в большинстве случаев, а повышенное содержание тропосферного озона оказывает разрушительные воздействия. Взаимодействия между CO<sub>2</sub> и озоном, средней температурой, экстремальными явлениями, состоянием погоды и азотом носит нелинейный характер и с трудом поддаются предсказанию (**средняя степень достоверности**). [7.2, 7.3, 18.4, 22.3, 26.5, рисунки 7-2, 7-3 и 7-7, вставка 25-3]

Городские районы

В городских районах проживает более половины мирового населения, в них находится большинство существующих в мире построек и осуществляется наибольший объем экономической деятельности. Значительная доля населения и экономической деятельности, подвергаемых риску в результате изменения климата, находится в городских районах, и высокая доля глобальных выбросов парниковых газов образуется как следствие деятельности в городах и их жителей. Города состоят из сложных взаимозависимых систем, которые могут быть использованы для оказания поддержки адаптации к изменению климата, осуществляемой эффективными городскими правительствами, получающими поддержку в рамках совместного многоуровневого управления (**средняя степень достоверности**). Это может способствовать синергии с инвестированием в инфраструктуру и ее обслуживанием, менеджментом землепользования, созданием средств к существованию и защитой экосистемных услуг. [8.1, 8.3, 8.4]



Вставка TP.4, рисунок 1 | Многофакторная уязвимость, определяемая пересекающимися факторами неравенства. Уязвимость повышается, когда сокращаются способности и возможности людей для адаптации к изменению климата и корректировки мер реагирования на изменение климата. [Рисунок 13-5]

Быстрая урбанизация или рост больших городов в развивающихся странах сопровождались расширением весьма уязвимых городских сообществ, живущих в неофициальных поселениях, многие из которых находятся на земле, подверженной воздействию экстремальной погоды (**средняя степень достоверности**). [8.2, 8.3]

## Сельские районы

Изменение климата в сельских районах будет происходить в контексте многих важных экономических и социальных трендов, а также трендов в области землепользования (**весьма высокая степень достоверности**). В разных регионах абсолютная численность сельского населения достигла или достигнет пиковых значений в последующие несколько десятилетий. Доля сельского населения, зависящего от сельского хозяйства, варьируется в разных регионах, однако повсеместно характеризуется ее уменьшением. Показатели нищеты в сельских районах выше общих показателей нищеты, однако снижаются также более резко, и снижаются доли населения, живущего в условиях экстремальной нищеты в сельских районах: в обоих случаях исключением является субсахарский регион Африки, где эти показатели повышаются. Ускорение темпов глобализации в результате миграции, трудовых связей, региональной и международной торговли, а также новых информационных и коммуникационных технологий, приводит к экономическому преобразованию в сельских районах развивающихся и развитых стран. [9.3, рисунок 9-2]

Что касается сельских домашних хозяйств и общин, то доступ к земле и природным ресурсам, гибко работающим местным учреждениям, знаниям и информации, а также стратегиям, связанным со средствами к существованию, могут способствовать обеспечению устойчивости к изменению климата (**высокая степень достоверности**). Особенно в развивающихся странах сельские жители подвержены многочисленным неклиматическим факторам стресса, включая недостаточное инвестирование в сельское хозяйство, проблемы с политикой в области землепользования и природных ресурсов, а также процессы деградации окружающей среды (**весьма высокая степень достоверности**). В развитых странах происходят важные сдвиги в направлении многочисленных видов использования сельских районов, особенно в том, что касается использования территории для целей отдыха и новых сельскохозяйственных программ, основанных на сотрудничестве множества заинтересованных сторон, целевое использование многих секторов и переход от политики, основанной на получении субсидий, к политике, основанной на привлечении инвестирования. [9.3, 22.4, таблица 9-3]

## Ключевые экономические сектора и услуги

Экономические потери вследствие экстремальных метеорологических явлений возросли в глобальном масштабе

главным образом из-за увеличения богатства и подверженности, при этом возможное влияние оказывается изменением климата (**низкая степень достоверности** в объяснении причин изменением климата). Наводнение может являться причиной крупных экономических издержек как с точки зрения воздействия (например разрушение капитала, дезорганизация), так и адаптации (например строительство сооружений, защитное инвестирование) (**твердые доказательства, высокая степень согласия**). С середины XX столетия социально-экономические потери от наводнений возросли в первую очередь вследствие большей подверженности и уязвимости (**высокая степень достоверности**). [3.2, 3.4, 10.3, 18.4, 23.2, 23.3, 26.7, рисунок 26-2, вставка 25-7]

## Здоровье человека

В настоящее время всемирная проблема плохого здоровья людей, связанная с изменением климата, является относительно незначительной по сравнению с эффектами других факторов стресса, и она не получило четкой количественной оценки. Однако в результате потепления в некоторых регионах наблюдалось повышение смертности, связанной с жарой, и уменьшение смертности, связанной с холодной погодой (**средняя степень достоверности**). Местные изменения в температуре и дождевых осадках изменили схему распространения некоторых передаваемых через воду болезней и переносчиков инфекции (**средняя степень достоверности**). [11.4-11.6, 18.4, 25.8]

Здоровье людей чувствительно реагирует на сдвиги в метеорологических режимах и другие аспекты изменения климата (**весьма высокая степень достоверности**). Эти эффекты действуют непосредственным образом вследствие изменений в температуре и осадках, а также в наступлении таких явлений, как волны тепла, паводки, засухи и пожары. Ущерб здоровью может быть причинен косвенным образом в результате нарушений экологического равновесия, таких как гибель посевов, меняющиеся разновидности переносчиков инфекции, или в результате социальных мер реагирования на изменение климата, таких как перемещение групп населения после длительной засухи. Изменчивость температур сама по себе является фактором риска, помимо влияния средних температур на связанные с жарой случаи смерти. [11.4, 28.2]

## Безопасность человека

Проблемы уменьшения уязвимости и мер по адаптации являются особенно актуальными в регионах, которые характеризовались значительными трудностями в области управления (**высокая степень достоверности**). Насильственный конфликт повышает уязвимость к изменению климата (**среднее количество доказательств, высокая степень согласия**). Крупномасштабный насиль-

## Вставка ТР.4 | Многофакторное неравенство и уязвимость для изменения климата

Люди, которые маргинализированы в социальном, экономическом, культурном, политическом, институциональном или ином плане, являются особенно уязвимыми для изменения климата, а также для определенной адаптации и мер по смягчению воздействий (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). Эта повышенная уязвимость редко бывает вызвана единственной причиной. Скорее это продукт пересекающихся социальных процессов, результатом которых является неравенство в социально-экономическом статусе и доходе, а также в степени подверженности. Такие социальные процессы включают, например, дискриминацию на основе пола, классовой принадлежности, расы/этнической принадлежности, возраста и (не)способности к труду. См. вставку ТР.4, рисунок 1, на предыдущей странице. Для понимания различных способностей и возможностей отдельных лиц, домашних хозяйств и общин требуется наличие знаний об этих пересекающихся социальных факторах, которые могут определяться конкретным контекстом и группироваться разными способами (например классовая и этническая принадлежность в одном случае, пол и возраст – в другом случае). Лишь небольшое количество исследований отображает полный спектр этих пересекающихся социальных процессов и то, каким образом они формируют многофакторную уязвимость для изменения климата.

Примеры воздействий и рисков изменения климата и мер реагирования на изменение климата, определяемых факторами неравенства (*доказательств средней степени, высокая степень согласия*):

- Привилегированные члены общества могут извлечь выгоду из воздействий изменения климата и стратегий реагирования, учитывая их мобильность в мобилизации ресурсов и доступ к ним, а также властные полномочия, что часто используется в ущерб другим лицам. [13.2, 13.3, 22.4, 26.8]
- Разные воздействия на мужчин и женщин возникают в результате разных ролей в обществе, того, каким образом эти роли поощряются или ограничиваются другими факторами неравенства, восприятий риска и характера реагирования на опасные явления. [8.2, 9.3, 11.3, 12.2, 13.2, 18.4, 19.6, 22.4, вставка СС-ГС]
- После того как происходит наводнение, регистрируются случаи гибели лиц как мужского, так и женского пола, а наступление этих случаев усугубляется социально-экономическим неравенством, видом занятости, а также культурными традициями, согласно которым предполагается принятие мер по спасению жизней. Хотя женщины являются в целом более чувствительными к тепловому стрессу, сообщается о большем числе мужчин-работников, которые скончались главным образом в результате исполнения обязанностей, связанных с работой на открытом воздухе и в помещениях. [11.3, 13.2, вставка СС-ГС]
- Часто на женщин, выполняющих обязанности работников и обеспечивающих уход лиц, возлагаются дополнительные обязанности в результате экстремальных метеорологических явлений и изменения климата, а также принятие мер реагирования (например переселение мужчин), хотя при этом они сталкиваются с большими психологическими и эмоциональными стрессами, худшим питанием, пагубными последствиями для психического здоровья вследствие перемещения, а в некоторых случаях – более частыми случаями бытового насилия. [9.3, 9.4, 12.4, 13.2, вставка СС-ГС]
- Дети и престарелые лица часто подвергаются большему риску вследствие ограниченной мобильности, подверженности инфекционным заболеваниям, меньшей калорийности питания и социальной изоляции. Хотя взрослые лица и более старшие дети в большей степени страдают от некоторых чувствительных к климату заболеваний, передаваемых переносчиками инфекций, таких как лихорадка денге, маленькие дети с большей вероятностью погибнут или значительно пострадают от инфекционных диарейных заболеваний и паводков. Престарелые лица страдают от непропорционального физического вреда и смертности в результате теплового стресса, засух и стихийных пожаров. [8.2, 10.9, 11.1, 11.4, 11.5, 13.2, 22.4, 23.5, 26.6]
- В большинстве городских районов группы населения с низким доходом, включая мигрантов, сталкиваются со значительными рисками изменения климата вследствие низкокачественных, небезопасных и скученных жилищ, неадекватной инфраструктуры и отсутствия предоставления медицинского обслуживания, служб скорой помощи, подверженности паводкам, а также неадекватности мер по уменьшению рисков бедствий. [8.1, 8.2, 8.4, 8.5, 12.4, 22.3, 26.8]
- Лица, находящиеся в неблагоприятном положении из-за их расы или этнического происхождения, особенно в развитых странах, подвергаются большему ущербу в результате теплового стресса, часто вследствие низкого экономического статуса и плохого состояния здоровья, а также перемещения после экстремальных явлений. [11.3, 12.4, 13.2]
- Средства к существованию и стиль жизни коренных народов, скотоводов и рыбаков, который часто зависит от наличия природных ресурсов, характеризуются значительной чувствительностью к изменению климата и программам в области изменения климата, особенно тем, которые маргинализируют их знания, ценности и виды деятельности. [9.3, 11.3, 12.3, 14.2, 22.4, 25.8, 26.8, 28.2]
- Находящиеся в неблагоприятном положении группы населения, не имеющие доступа к земле и работе, включая возглавляемые женщинами домашние хозяйства, как правило получают меньшую выгоду от механизмов реагирования на изменение климата (например Механизм чистого развития (МЧР), сокращение выбросов, обусловленных обезлесением и деградацией лесов (СВОД+), крупномасштабное приобретение земель для производства биотоплива и планируемые проекты сельскохозяйственной адаптации). [9.3, 12.2, 12.5, 13.3, 22.4, 22.6]

ственный конфликт наносит ущерб активам, которые способствуют адаптации, включая инфраструктуру, учреждения, природные ресурсы, социальный капитал и наличие возможностей для средств к существованию. [12.5, 19.2, 19.6]

### Средства к существованию и нищета

Связанные с климатом опасные явления усугубляют действия других факторов стресса, часто с негативными последствиями для средств к существованию, особенно для людей, живущих в условиях нищеты (**высокая степень достоверности**). Связанные с климатом опасные явления затрагивают жизни бедных людей непосредственно в результате воздействий на средства к существованию, уменьшения урожайности сельскохозяйственных культур или разрушения домов, а также косвенно в результате, например, повышения цен на продовольствие и все большее отсутствие продовольственной безопасности. Городские и сельские бомжи, которые сталкиваются с множеством лишений, могут перейти в состояние хронической нищеты в результате экстремальных явлений или серии явлений в тех случаях, когда они неспособны восстановить свое утраченное имущество (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). В число наблюдаемых ограниченных и часто косвенных позитивных эффектов для бедных и маргинализированных лиц, входят такие примеры, как диверсификация социальных сетей и сельскохозяйственных практик. [8.2, 8.3, 9.3, 11.3, 13.1-13.3, 22.3, 24.4, 26.8]

**Средства к существованию коренных народов в Арктике изменились в результате изменения климата, ставшего причиной воздействий на продовольственную безопасность и традиционные и культурные ценности (средняя степень достоверности)**. Появляются свидетельства воздействий изменения климата на средства к существованию коренных народов в других регионах. [18.4, таблица 18-9, вставка 18-5]

### А-2. Опыт адаптации

В процессе исторического развития люди и общество приспосабливались к климату, изменчивости климата и экстремальным явлениям и справлялись с ними, достигая при этом разных степеней успеха. Этот раздел посвящен главным образом адаптивным реакциям людей на наблюдаемые и прогнозируемые воздействия изменения климата, которые могут также касаться более широких задач в области уменьшения рисков и развития.

Адаптация становится неотъемлемым элементом определенных процессов планирования при более ограниченном осуществлении мер реагирования (**высокая степень до-**

**стоверности**). Спроектированные и технологические варианты являются общепринятыми осуществляемыми адаптивными мерами реагирования, которые часто включаются в существующие программы, такие как менеджмент рисков бедствий и менеджмент водных ресурсов. Все большим пониманием характеризуется значение социальных, институциональных и экосистемных мер, а также степень ограничений для адаптации. В принятых на сегодняшний день вариантах адаптации по-прежнему акцентируются постепенные корректировки и совместные выгоды, и в них начинают уделять внимание вопросам гибкости и обучения (*доказательства средней степени, средняя степень согласия*). [4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3, 15.2-15.5, 17.2, 17.3, 22.4, 23.7, 25.4, 25.10, 26.8, 26.9, 27.3, 30.6, вставки 25-1, 25-2, 25-9 и СС-ЕА]

**Большинство оценок адаптации ограничивались вопросами воздействий, уязвимости и планирования адаптации, при этом лишь в весьма немногих оценках определялось значение процессов осуществления или эффектов адаптационных действий (доказательства средней степени, высокая степень согласия)**. Показатели уязвимости определяют, количественно оценивают и взвешивают аспекты уязвимости по разным региональным единицам, однако методы толкования показателей являются субъективными, в них часто отсутствует прозрачность и их трудно интерпретировать. Существуют противоречивые мнения относительно выбора метрик адаптации, учитывая разные значения, которыми характеризуются потребности и результаты, многих из которых невозможно охватить сопоставимым образом посредством метрик. Наиболее полезные для понимания политики показатели – это показатели, которые отслеживают не просто процесс и осуществление, но также и ту степень, в которой достигаются целевые результаты. Все более широко используются многометрические оценки, включая риск и неопределенность, что является эволюцией по сравнению с предыдущей концентрацией внимания на анализе экономической эффективности и определении «наилучших экономических адаптаций» (**высокая степень достоверности**). Оценки адаптации, больше всего подходящий для обеспечения эффективных мер по адаптации, часто включают как оценки «сверху вниз» биофизических изменений климата, так и оценки уязвимости «снизу вверх», предназначенные для местных решений глобально определяемых рисков и конкретных решений. [4.4, 14.4, 14.5, 15.2, 15.3, 17.2, 17.3, 21.3, 21.5, 22.4, 25.4, 25.10, 26.8, 26.9, вставка СС-ЕА]

**В государственном и частном секторах, а также в рамках общин, происходит накопление опыта в области адаптации в разных регионах (высокая степень достоверности)**. Правительства на разных уровнях начинают разработку планов и программ в области адаптации, а также сведение во едино соображений по поводу изменения климата в рамках

более широких планов развития. Ниже приводятся примеры адаптации в разных регионах и контекстах:

- Адаптация в городах уделяла главное внимание менеджменту рисков бедствий на уровне города, например системам раннего предупреждения и инвестициям в инфраструктуру; адаптации на основе экосистем и «зеленым крышам»; повышению эффективности системы управления обработкой ливневых и сточных вод; городскому и пригородному сельскому хозяйству, повышающему степень продовольственной безопасности; усилению социальной защиты; и жилью, которое характеризуется хорошим качеством, доступностью и хорошим расположением (*высокая степень достоверности*). [8.3, 8.4, 15.4, 26.8, вставки 25-9, СС-UR и СС-EA]
- Увеличивается количество публикаций о практиках адаптации в сельских районах как развитых, так и развивающихся стран, включая документацию о практическом опыте в области сельского хозяйства, водных ресурсов, лесного хозяйства и биоразнообразия и, в меньшей степени, рыболовных промыслов (*весьма высокая степень достоверности*). Государственные программы, направленные на оказание поддержки принятию решений в отношении адаптации в сельских районах, существуют в развитых и, во все большей мере, в развивающихся странах, и имеются также примеры адаптации на частном уровне, осуществляемой отдельными лицами, компаниями и неправительственными организациями (НПО) (*высокая степень достоверности*). Ограничения для адаптации, особенно характерные для развивающихся стран, являются результатом отсутствия доступа к кредитам, земле, водным ресурсам, технологии, рынкам, информации, а также отсутствия понимания необходимости изменений. [9.4, 17.3, таблицы 9-7 и 9-8]
- В Африке большинство национальных правительств приступает к реализации систем управления в целях адаптации (*высокая степень достоверности*). Благодаря прогрессу в области национальных и субнациональных программ и стратегий было начато включение проблем адаптации в основные направления секторального планирования, однако меняющиеся институциональные системы еще не могут эффективно координировать диапазон реализуемых инициатив в области адаптации. Менеджмент рисков бедствий, корректировки технологий и инфраструктуры, экосистемные подходы, основные меры в области общественного здравоохранения, а также диверсификация средств к существованию – всё это снижает уязвимость, хотя предпринимаемые на сегодняшний день усилия являются разрозненными. [22.4]
- В Европе политика в области адаптации разрабатывалась на уровне международной (ЕС), национальной и местной систем управления, при этом имеется ограниченный объем систематической информации о ходе текущего осуществления или эффективности (*высокая степень достоверности*). Некоторые элементы планирования адаптации были включены в менеджмент прибрежных зон и водных ресурсов, в деятельность по охране окружающей среды и землеустройство, а также в менеджмент риска бедствий. [23.7, вставки 5-1 и 23-3]
- В Азии адаптация облегчается в некоторых районах благодаря включению мер по адаптации к климату в основные направления субнационального планирования развития, системы раннего предупреждения, комплексный менеджмент водных ресурсов, агролесоводство и деятельность по восстановлению мангровых лесов в прибрежных зонах (*высокая степень достоверности*). [24.4-24.6, 24.9, вставка СС-ТС]
- В Австралазии стало широко применяться планирование с учетом повышения уровня моря, а в южной части Австралии – планирование, учитывающее меньший объем доступных водных ресурсов. Планирование с учетом повышения уровня моря претерпело значительную эволюцию за последние два десятилетия и характеризуется разнообразием подходов, хотя его осуществление по-прежнему носит частичный характер (*высокая степень достоверности*). Адаптивная способность, как правило, является высокой во многих антропогенных системах, однако процесс осуществления сталкивается с серьезными ограничениями, особенно в том, что касается трансформационных мер реагирования на местном и общинном уровнях. [25.4, 25.10, таблица 25-2, вставки 25-1, 25-2 и 25-9]
- В Северной Америке правительства занимаются оценкой и планированием инкрементальной адаптации, особенно на муниципальном уровне (*высокая степень достоверности*). Определенная активная адаптация происходит в целях защиты долгосрочных инвестиций в сектор энергетики и государственную инфраструктуру. [26.7-26.9]
- В Центральной и Южной Америке происходит адаптация на основе экосистем, включая охраняемые территории, соглашения об охране и общинный менеджмент природных зон (*высокая степень достоверности*). В некоторых районах в сельскохозяйственном секторе используются устойчивые сорта культур, климатические прогнозы и комплексный менеджмент водных ресурсов. [27.3]
- В Арктике некоторые общины стали использовать стратегии адаптивного совместного менеджмента и коммуникационную инфраструктуру, сочетая при этом традиционные и научные знания (*высокая степень достоверности*). [28.2, 28.4]
- На малых островах, которые характеризуются разнообразными физическими и антропогенными отличительными признаками, адаптация на основе общины зарекомендовала себя в качестве средства, позволяющего получать более значительные выгоды в тех случаях, когда она осуществляется совместно с другими видами деятельности в области

**Таблица TP.2** | Иллюстративные примеры опыта в области адаптации, а также подходов к уменьшению уязвимости и повышению устойчивости. На действия по адаптации могут влиять изменчивость климата, экстремальные явления и изменение климата, а также подверженность и уязвимость в масштабе менеджмента рисков. Многие примеры и тематические исследования демонстрируют наличие множества составляющих на уровне общин или конкретных регионов в пределах страны. Именно в этом пространственном масштабе четко проявляются сложные взаимосвязи между уязвимостью, подверженностью и изменением климата. [Таблица 21-4]

Системы раннего предупреждения о жаре	
Подверженность и уязвимость	Факторы, влияющие на подверженность и уязвимость, включают возраст, предыдущее состояние здоровья, уровень активности на открытом воздухе, социально-экономические факторы, такие как нищета и социальная изоляция, доступ к системе охлаждения и ее использование, и поведенческая адаптация населения, эффекты городских островов тепла и городская инфраструктура. [8.2.3, 8.2.4, 11.3.3, 11.3.4, 11.4.1, 11.7, 13.2.1, 19.3.2, 23.5.1, 25.3, 25.8.1, таблица РП.1 СДЭБ]
Климатическая информация в глобальном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Весьма вероятно</i> уменьшение числа холодных дней и ночей и увеличение числа теплых дней и ночей в глобальном масштабе с 1951 г. по 2010 г. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> <li>• <i>Средняя степень достоверности</i> того, что продолжительность и повторяемость теплых периодов, включая волны тепла, глобально увеличились с 1950 г. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b> <i>практически определено, что в большинстве мест будет больше случаев экстремальных жарких температур и меньше случаев экстремальных холодных температур, поскольку происходит повышение глобальной средней температуры, в том, что касается событий, определяемых как экстремальные как в суточном, так и сезонном временных масштабах.</i> [ОД5 РГ I, 12.4.3]</p>
Климатическая информация в региональном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Вероятно</i>, что повторяемость волн тепла увеличилась с 1950 г. в значительных частях Европы, Азии и Австралии. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> <li>• <i>Средняя степень достоверности</i> общего усиления волн тепла и теплых периодов в Северной Америке с 1960 г. Недостаточные доказательства для оценки или определения пространственно меняющихся трендов волн тепла или теплых периодов в Южной Америке и в большей части Африки. [Таблица 3-2 СДЭБ; ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Вероятно</i>, что к концу XXI века, согласно репрезентативной траектории концентраций 8.5 (РТК 8.5), в большинстве материковых регионов происходящее сейчас в течение 20 лет явление высокой температуры будет повторяться как минимум дважды, и во многих регионах будет происходить каждые 2 года или ежегодно, в то время как наблюдаемое сейчас в течение 20 лет явление низкой температуры станет исключительно редким. [ОД5 РГ I, 12.4.3]</li> <li>• <i>Весьма вероятны</i> более частые и/или более продолжительные волны тепла или теплые периоды на большей части материковых районов. [ОД5 РГ I 12.4.3]</li> </ul>
Описание	Системы раннего предупреждения о волнах тепла/угрозе для здоровья являются инструментами для предотвращения негативных воздействий на здоровье во время волн тепла. Прогнозы погоды используются для предсказания ситуаций, связанных с повышенной смертностью или заболеваемостью. Компоненты эффективных систем предупреждения о волнах тепла и угрозе для здоровья включают идентификацию метеорологических ситуаций, которые пагубно воздействуют на здоровье человека, мониторинг прогнозов погоды, сообщение о волне тепла и превентивные меры реагирования, целевые оповещения уязвимых групп населения, а также оценку и проверку системы для повышения эффективности в условиях меняющегося климата. Системы предупреждения о волнах тепла были запланированы и широко применялись, например в Европе, Соединенных Штатах Америки, Азии и Австралии. [11.7.3, 24.4.6, 25.8.1, 26.6, вставка 25-6]
Более широкий контекст	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы предупреждения о волнах тепла/угрозе для здоровья могут сочетаться с другими элементами плана по охране здоровья, например с наращиванием потенциала для поддержки сообществ, которым угрожает наибольший риск; поддержкой и финансированием медицинского обслуживания и с распространением информации о здоровье населения.</li> <li>• В Африке, Азии и других местах системы раннего предупреждения использовались для сообщения предупреждений о разнообразных рисках, связанных с голодом и продовольственной безопасностью; наводнениями и другими связанными с погодой опасными явлениями; подверженностью загрязнению воздуха в результате пожаров; и вспышками трансмиссивных и передаваемых через пищу болезней, а также для снижения этих рисков. [7.5.1, 11.7, 15.4.2, 22.4.5, 24.4.6, 25.8.1, 26.6.3, вставка 25-6]</li> </ul>
Восстановление мангровых лесов для снижения рисков наводнений и защиты береговых линий от штормового нагона	
Подверженность и уязвимость	Потеря мангровых лесов усиливает подверженность береговых линий воздействию штормового нагона, эрозии побережья, интрузии морских вод и тропических циклонов. Подверженные воздействию инфраструктура, средства к существованию и люди являются уязвимыми для связанного с подверженностью ущерба. Особенно уязвимыми могут быть развивающиеся районы в прибрежной зоне, такие как малые острова. [5.4.3, 5.5.6, 29.7.2, вставка СС-ЕА]
Климатическая информация в глобальном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Вероятно</i> увеличение масштаба экстремальных явлений, связанных с высоким уровнем моря, с 1970 г., что объясняется главным образом повышением среднего уровня моря. [ОД5 РГ I, 3.7.5]</li> <li>• <i>Низкая степень достоверности</i> в отношении долгосрочных (столетних) изменений в активности тропических циклонов после того, как были учтены произошедшие изменения в возможностях для наблюдений. [ОД5 РГ I, 2.6.3]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Весьма вероятно</i>, существенное увеличение числа будущих экстремальных явлений, связанных с уровнем моря, к 2050 г. и 2100 г. [ОД5 РГ I, 13.7.2]</li> <li>• В XXI веке <i>вероятно</i> что глобальная повторяемость тропических циклонов либо уменьшится, либо останется в основном неизменной. <i>Вероятно</i>, произойдет увеличение как глобальной максимальной средней скорости ветра тропических циклонов, так и показателей дождевых осадков. [ОД5 РГ I 14.6]</li> </ul>
Климатическая информация в региональном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b> изменение уровня моря относительно суши (относительный уровень моря) может существенно отличаться от изменения глобального среднего уровня моря вследствие изменений в распределении воды в океане и вертикального движения суши. [ОД5 РГ I, 3.7.3]</p> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Низкая степень достоверности</i>, перспективных оценок штормовой активности и связанных с ней штормовых нагонов в конкретных регионах. [ОД5 РГ I, 13.7.2]</li> <li>• Проекция региональных изменений уровня моря достигает значений до 30 % выше глобального среднего значения в Южном океане и вокруг Северной Америки и от 10 до 20 % выше глобального среднего значения в экваториальных регионах. [ОД5 РГ I, 13.6.5]</li> <li>• <i>Скорее вероятно, чем нет</i>, существенное увеличение повторяемости наиболее интенсивных тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана и в Северной Атлантике. [ОД5 РГ I, 14.6]</li> </ul>
Описание	Восстановление и реабилитация мангровых лесов осуществлялись в ряде мест (например Вьетнам, Джибути и Бразилия) для снижения рисков прибрежных наводнений и защиты береговых линий от штормового нагона. Восстановленные мангровые леса подтвердили свою способность уменьшать высоту волны и, таким образом, снижать вызываемые волной ущерб и эрозию. Они защищают отрасль аквакультуры от причиняемого штормом ущерба и сдерживают интрузию соленых вод. [2.4.3, 5.5.4, 8.3.3, 22.4.5, 27.3.3]
Более широкий контекст	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассмотрен «малопроигрышный» вариант, способствующий устойчивому развитию, совершенствованию средств к существованию и благосостоянию человека посредством повышения продовольственной безопасности и снижения рисков от наводнений, интрузии соленых вод, причиняемого волнами ущерба и эрозии. Восстановление и реабилитация мангровых лесов, а также болотных угодий или дельт – это адаптация на основе экосистем, которая повышает качество экосистемных услуг.</li> <li>• Синергия со смягчением воздействий, учитывая тот факт, что мангровые леса являются крупными хранилищами углерода.</li> <li>• Хорошо интегрированная адаптация на основе экосистем может быть более экономически эффективной и устойчивой по сравнению с неинтегрированными подходами на основе физического инжиниринга. [5.5, 8.4.2, 14.3.1, 24.6, 29.3.1, 29.7.2, 30.6.1, 30.6.2, таблица 5-4, вставка СС-ЕА]</li> </ul>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица ТР.2 (продолжение)

Адаптация на основе сообщества и традиционные практики в контекстах малых островов	
Подверженность и уязвимость	При малой территории суши, часто низменном побережье, концентрации сообществ людей и инфраструктуры в прибрежных зонах малые острова являются особенно уязвимыми для повышающегося уровня моря и таких воздействий, как наводнение, интрузия соленых вод и изменение береговой линии. [29.3.1, 29.3.3, 29.6.1, 29.6.2, 29.7.2]
Климатическая информация в глобальном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Вероятно увеличение масштаба экстремальных явлений, связанных с высоким уровнем моря, с 1970 г., что объясняется главным образом повышением среднего уровня моря. [ОД5 РГ I, 3.7.5]</li> <li>Низкая степень достоверности в отношении долгосрочных (столетних) изменений в активности тропических циклонов после того, как были учтены произошедшие изменения в возможностях для наблюдений. [ОД5 РГ I, 2.6.3]</li> <li>С 1950 г. число случаев выпадения сильных осадков над сушей, вероятно, увеличилось в большем количестве регионов по сравнению с тем количеством регионов, в которых это число уменьшилось. [ОД5 РГ I, 2.6.2]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Весьма вероятно существенное увеличение числа будущих экстремальных явлений, связанных с уровнем моря, к 2050 г. и 2100 г. [ОД5 РГ I, 13.7.2]</li> <li>В XXI веке вероятно, что глобальная повторяемость тропических циклонов либо уменьшится, либо останется в основном неизменной. Вероятно, произойдет увеличение как глобальной максимальной средней скорости ветра тропических циклонов, так и показателей дождевых осадков. [ОД5 РГ I, 14.6]</li> <li>Что касается краткосрочных выпадений осадков, то в глобальном плане, вероятно, сдвиг к более интенсивным отдельным штормам и уменьшение числа слабых штормов. [ОД5 РГ I, 12.4.5]</li> </ul>
Климатическая информация в региональном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b> изменение уровня моря относительно суши (относительный уровень моря) может существенно отличаться от изменения глобального среднего уровня моря вследствие изменений в распределении воды в океане и вертикального движения суши. [ОД5 РГ I, 3.7.3]</p> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Низкая степень достоверности, перспективных оценок штормовой активности и связанных с ней штормовых нагонов в конкретных регионах. [ОД5 РГ I, 13.7.2]</li> <li>Проекция региональных изменений уровня моря достигает значений до 30 % выше глобального среднего значения в Южном океане и вокруг Северной Америки и от 10 до 20 % выше глобального среднего значения в экваториальных регионах. [ОД5 РГ I, 13.6.5]</li> <li>Скорее вероятно, чем нет, существенное увеличение повторяемости наиболее интенсивных тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана и в Северной Атлантике. [ОД5 РГ I, 14.6]</li> </ul>
Описание	Традиционные технологии и навыки могут быть актуальными для адаптации к климату в контекстах малых островов. На Соломоновых островах соответствующие традиционные практики включают поднятие на более высокий уровень бетонных полов, чтобы они сохранялись сухими во время случаев выпадения сильных осадков, а также строительство домов с низкими аэродинамическими характеристиками с использованием пальмовых листьев в качестве крыши, с тем чтобы избежать опасности, создаваемой летящими во время циклонов обломками. Эти практики основаны на представлениях о том, что традиционные методы строительства характеризуются большей устойчивостью к экстремальной погоде. На Фиджи после циклона «Ами» в 2003 г. взаимная поддержка и разделение рисков стали центральным направлением для осуществления адаптации на основе сообщества, при этом не пострадавшие домашние хозяйства ведут лов рыбы с целью поддержки хозяйств, домам которых был причинен ущерб. Жизненно важное значение для успеха инициатив в области адаптации в островных сообществах, таких как сообщества на Фиджи или Самоа, могут иметь консультации в рамках сообществ между заинтересованными сторонами и секторами с привлечением широкого числа участников, а также наращивание потенциала с учетом традиционных практик. [29.6.2]
Более широкий контекст	<ul style="list-style-type: none"> <li>Такие понятия, как личная эффективность и адаптивная способность, при решении проблемы климатического стресса могут иметь важное значение для определения устойчивости и поиска полезных решений.</li> <li>Например подчеркивалась актуальность принципов адаптации на основе общины для островных сообществ как фактора, способствующего планированию и осуществлению адаптации, с уделением при этом главного внимания расширению возможностей и обучению в ходе практической работы, решая при этом местные приоритетные задачи и действуя на основе использования местных знаний и потенциала. Адаптация на уровне общин может включать меры, охватывающие разные сектора, а также технологические, социальные и институциональные процессы, при этом признается, что технология само по себе является лишь одним из компонентов успешной адаптации. [5.5.4, 29.6.2]</li> </ul>
Адаптивные подходы к защите от паводков в Европе	
Подверженность и уязвимость	Увеличившаяся подверженность людей и имущества в районах риска паводков способствовала причинению большего ущерба в результате паводков за последние десятилетия. [5.4.3, 5.4.4, 5.5.5, 23.3.1, вставка 5-1]
Климатическая информация в глобальном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Вероятно увеличение масштаба экстремальных явлений, связанных с высоким уровнем моря, с 1970 г., что объясняется главным образом повышением среднего уровня моря. [ОД5 РГ I, 3.7.5]</li> <li>С 1950 г. число случаев выпадения сильных осадков над сушей, вероятно, увеличилось в большем количестве регионов по сравнению с тем количеством регионов, в которых это число уменьшилось. [ОД5 РГ I, 2.6.2]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Весьма вероятно, что для всех сценариев РТК усредненное во времени значение глобального среднего повышения уровня моря в течение XXI века превзойдет значение, которое наблюдалось в 1971-2010 гг. [ОД5 РГ I, 13.5.1]</li> <li>Что касается краткосрочных выпадений осадков, то в глобальном плане, вероятно, сдвиг к более интенсивным отдельным штормам и уменьшение числа слабых штормов. [ОД5 РГ I, 12.4.5]</li> </ul>
Климатическая информация в региональном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Вероятно повышение повторяемости или интенсивности сильных осадков в Европе с некоторыми сезонными и/или региональными вариациями. [ОД5 РГ I, 2.6.2]</li> <li>Увеличение количества сильных осадков зимой после 1950-х годов в некоторых районах северной части Европы (средняя степень достоверности). Увеличение количества сильных осадков после 1950-х годов в некоторых западных и центральных частях Европы и в европейской части России, особенно зимой (средняя степень достоверности). [Таблица 3.2 СДЭБ]</li> <li>Повышение среднего уровня моря с региональными вариациями, за исключением Балтийского моря, где относительный уровень моря понижается вследствие движения земной коры. [5.3.2, 23.2.2]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Над большинством земельных массивов в средних широтах экстремальные осадки будут, весьма вероятно, более интенсивными при более теплых условиях в мире. [ОД5 РГ I, 12.4.5]</li> <li>Общее увеличение осадков в северной части Европы и их уменьшение в южной части Европы (средняя степень достоверности). [23.2.2]</li> <li>Увеличение экстремальных осадков в северной части Европы в течение всех сезонов, особенно зимой, и в Центральной Европе, за исключением лета (высокая степень достоверности). [23.2.2; таблица 3-3 СДЭБ]</li> </ul>
Описание	Несколько правительств прилагали амбициозные усилия для решения проблемы риска паводков и повышения уровня моря в предстоящие столетия. В Нидерландах правительственные рекомендации включают «мягкие» меры для предотвращения использования земли в целях развития, с тем чтобы обеспечить возможность для более обширного речного наводнения; постоянной защиты побережья посредством восстановления пляжей; и обеспечения необходимых политических, административных, правовых и финансовых ресурсов. Действуя в рамках многоэтапного процесса, английское правительство также разработало обширные планы адаптации, с тем чтобы привести в порядок и усовершенствовать противопаводковые защитные сооружения для защиты Лондона от будущих штормовых нагонов и речных паводков. Были проанализированы пути для обеспечения разных вариантов и решений по адаптации, учитывая при этом возможное повышение уровня моря, с проведением постоянного мониторинга факторов, влияющих на принятие решений, основанных на информации о рисках. [5.5.4, 23.7.1, вставка 5-1]
Более широкий контекст	<ul style="list-style-type: none"> <li>Голландский план считается сменой парадигмы, и в нем рассматривается вопрос о защите побережья посредством «работы с природой» и обеспечением «пространства для реки».</li> <li>Английский план включает итеративные, адаптивные решения, зависящие от возможного повышения уровня моря, при этом возможно принятие многочисленных и разнообразных мер в течение последующих 50-100 лет в целях снижения риска до приемлемых уровней.</li> <li>В городах Европы и в других местах отмечалось важное значение сильного политического руководства или государственных лидеров при осуществлении успешных действий по адаптации. [5.5.3, 5.5.4, 8.4.3, 23.7.1, 23.7.2, 23.7.4, вставки 5-1 и 26-3]</li> </ul>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица ТР.2 (продолжение)

Индексное страхование сельскохозяйственного производства в Африке	
Подверженность и уязвимость	Восприимчивость к отсутствию продовольственной безопасности и истощение производственных активов фермеров вследствие неурожая. Плохое распространение страхования из-за отсутствия или слабо развитых рынков страхования или суммы выплат страховой премии. Наиболее маргинализированны и неимущие лица могут иметь ограниченные возможности для того, чтобы быть в состоянии выплачивать страховые взносы. [10.7.6, 13.3.2, вставка 22-1]
Климатическая информация в глобальном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Весьма вероятно</i> уменьшение числа холодных дней и ночей и увеличение числа теплых дней и ночей в глобальном масштабе с 1951 г. по 2010 г. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> <li>• <i>Средняя степень достоверности</i> того, что продолжительность и повторяемость теплых периодов, включая волны тепла, глобально увеличились с 1950 г. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> <li>• С 1950 г. число случаев выпадения сильных осадков над сушей, <i>вероятно</i>, увеличилось в большем количестве регионов по сравнению с тем количеством регионов, в которых это число уменьшилось. [ОД5 РГ I, 2.6.2]</li> <li>• <i>Низкая степень достоверности</i> в отношении наблюдаемого в глобальном масштабе тренда засухи или сухой погоды (отсутствие дождевых осадков). [ОД5 РГ I, 2.6.2]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практически определено, что в большинстве мест будет больше случаев экстремальных жарких температур и меньше случаев экстремальных холодных температур, поскольку происходит повышение глобальной средней температуры, в том, что касается событий, определяемых как экстремальные как в суточном, так и сезонном временных масштабах. [ОД5 РГ I, 12.4.3]</li> <li>• Прогнозируемое уменьшение влажности почвы и повышение риска сельскохозяйственной засухи в масштабе от регионального до глобального, вероятно, в засушливых в настоящее время регионах, и они прогнозируются с <i>средней степенью достоверности</i> к концу этого века, согласно сценарию РТК 8.5. [ОД5 РГ I, 12.4.5]</li> <li>• Что касается краткосрочных выпадений осадков, то в глобальном плане, вероятно, сдвиг к более интенсивным отдельным штормам и уменьшение числа слабых штормов. [ОД5 РГ I, 12.4.5]</li> </ul>
Климатическая информация в региональном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Средняя степень достоверности</i> в отношении увеличения повторяемости теплых дней и уменьшения повторяемости холодных дней и ночей в южной части Африки. [Таблица 3-2 СДЭКС]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Вероятно</i> высыхание поверхности земли в южной части Африки к концу XXI века, согласно РТК 8.5 (<i>высокая степень достоверности</i>). [ОД5 РГ I 12.4.5]</li> <li>• <i>Вероятно</i> увеличение числа теплых дней и ночей и уменьшение числа холодных дней и ночей во всех регионах Африки (<i>высокая степень достоверности</i>)</li> </ul> <p>Увеличение числа теплых дней является наибольшим летом и осенью (<i>средняя степень достоверности</i>). [Таблица 3-3 СДЭБ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Вероятно</i> более частые и/или продолжительные волны тепла и теплые периоды в Африке (<i>высокая степень достоверности</i>). [Таблица 3-3 СДЭБ]</li> </ul>
Описание	Механизм, недавно введенный в действие на экспериментальной основе в ряде сельских мест, включая Малави, Судан и Эфиопию, а также Индию. В тех случаях, когда физические условия достигают конкретного, заранее определенного критического значения, при котором ожидаются существенные потери, а именно погодные условия, такие как чрезмерно большое или малое общее количество дождевых осадков или пиковые значения температуры, осуществляет выплата страховых сумм. [9.4.2, 13.3.2, 15.4.4, вставка 22-1]
Более широкий контекст	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Страхование на основе погодных индексов считается хорошо подходящим для сельскохозяйственного сектора в развивающихся странах.</li> <li>• Данный механизм позволяет разделить риски между общинами с выплатой расходов в течение определенного периода времени, преодолевая при этом препятствия на пути к традиционному рынку страхования сельскохозяйственного производства и бедствий. Он может быть интегрирован в другие стратегии, такие как программы микрофинансирования и социальной защиты.</li> <li>• Страховые выплаты на основе оценки риска могут способствовать поощрению адаптивных мер реагирования и повышению информированности о рисках и уменьшению рисков благодаря обеспечению финансовых стимулов держателям полисов в целях снижения степени риска.</li> <li>• Проблемы могут быть связаны с ограниченной доступностью точных метеорологических данных и трудностями в определении того, какие погодные условия вызывают потери. Основной риск (т.е. фермеры несут потери, но не начинается никакой выплаты на основе метеорологических данных) может вызвать появление недоверия. Также могут иметь место трудности, связанные с расширением применения экспериментальных схем.</li> <li>• Страхование программ работы может дать возможность фермерам, располагающим незначительными денежными средствами, работать ради страховых премий посредством участия в проектах по уменьшению рисков бедствий, разработанных для данной общины. [10.7.4-10.7.6, 13.3.2, 15.4.4, таблица 10-7, вставки 22-1 и 25-7]</li> </ul>

Продолжение на следующей стр. –

развития (*высокая степень достоверности*). [29.3, 29.6, таблица 29-3, рисунок 29-1]

- Как в открытом океане, так и в прибрежных районах, международное сотрудничество и морское пространственное планирование начинают способствовать адаптации к изменению климата, препятствиями для которой являются проблемы, связанные с пространственным масштабом и вопросами управления (*высокая степень достоверности*). Наблюдаемая адаптация в прибрежных зонах включает крупные проекты (например «Эстуарий Темзы», «Лагуна Венеции», «Дельта») и конкретные практики в некоторых странах (например Нидерланды, Австралия, Бангладеш). [5.5, 7.3, 15.4, 30.6, вставка СС-ЕА]

Таблица ТР.2 содержит примеры того, каким образом экстремальные климатические явления и изменение климата, а также подверженность и уязвимость в масштабе менеджмента рисков, обуславливают действия в области адаптации и подходы к уменьшению уязвимости и повышению устойчивости.

### А-3. Контекст принятия решений

Изменчивость климата и экстремальные климатические явления уже давно имеют важное значение во многих контекстах принятия решений. В настоящее время происходит эволюция во времени связанных с климатом рисков, которая объясняется как изменением климата, так и процессом развития. Этот раздел построен на существующем опыте в области принятия решений и менеджмента рисков. Он создает основу для понимания содержащейся в данном докладе оценки связанных с климатом будущих рисков и потенциальных мер реагирования.

Реагирование на связанные с климатом риски требует принятия решений в меняющемся мире при наличии постоянной неопределенности относительно суровости и сроков воздействий изменения климата и ограничений, касающихся эффективности адаптации (*высокая степень достоверности*). Итеративный менеджмент рисков является полезной основой для принятия решений в сложных ситуациях, характеризующихся крупномасштабными потенциальными последствиями, сохраняющимися

Таблица ТР.2 (продолжение)

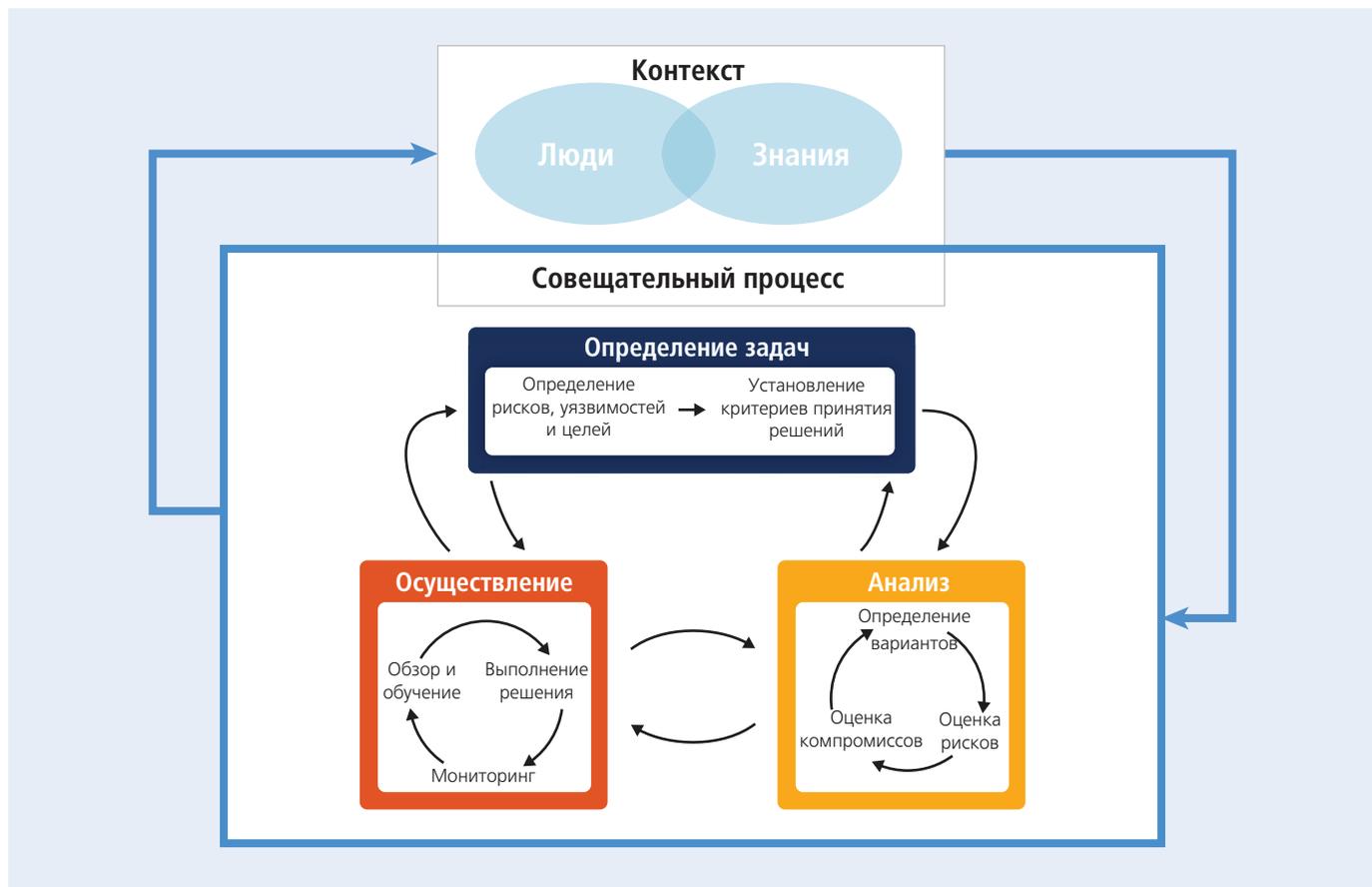
Перемещение сельскохозяйственных отраслей в Австралии	
Подверженность и уязвимость	Культуры, чувствительные к меняющимся режимам температуры, дождевых осадков, и наличию воды. [7.3, 7.5.2]
Климатическая информация в глобальном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Весьма вероятно</i> уменьшение числа холодных дней и ночей и увеличение числа теплых дней и ночей в глобальном масштабе с 1951 г. по 2010 г. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> <li>• <i>Средняя степень достоверности</i> того, что продолжительность и повторяемость теплых периодов, включая волны тепла, глобально увеличились с 1950 г. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> <li>• <i>Средняя степень достоверности</i> в отношении изменения режима осадков над глобальными районами суши после 1950 г. [ОД5 РГ I, 2.5.1]</li> <li>• С 1950 г. число случаев выпадения сильных осадков над сушей, <i>вероятно</i>, увеличилось в большем количестве регионов по сравнению с тем количеством регионов, в которых это число уменьшилось. [ОД5 РГ I, 2.6.2]</li> <li>• <i>Низкая степень достоверности</i> в отношении наблюдаемого в глобальном масштабе тренда засухи или сухой погоды (отсутствие дождевых осадков). [ОД5 РГ I, 2.6.2]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Практически определено</i>, что в большинстве мест будет больше случаев экстремальных жарких температур и меньше случаев экстремальных холодных температур, поскольку происходит повышение глобальной средней температуры, в том, что касается событий, определяемых как экстремальные как в суточном, так и сезонном временных масштабах. [ОД5 РГ I, 12.4.3]</li> <li>• <i>Практически определено</i> увеличение глобальных осадков по мере повышения глобальной средней приземной температуры. [ОД5 РГ I, 12.4.1]</li> <li>• Прогнозируемое уменьшение влажности почвы и повышение риска сельскохозяйственной засухи, <i>вероятно</i>, в засушливых в настоящее время регионах, и они прогнозируются со <i>средней степенью достоверности</i> к концу этого века, согласно сценарию ТРК 8.5. [ОД5 РГ I, 12.4.5]</li> <li>• Что касается краткосрочных выпадений осадков, то в глобальном плане, <i>вероятно</i>, сдвиг к более интенсивным отдельным штормам и уменьшение числа слабых штормов. [ОД5 РГ I, 12.4.5]</li> </ul>
Климатическая информация в региональном масштабе	<p><b>Наблюдаемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Более редкие явления экстремальной холодной погоды и более частые и интенсивные явления жаркой погоды в Австралии и Новой Зеландии после 1950 г. (<i>высокая степень достоверности</i>). [Таблица 25-1]</li> <li>• <i>Вероятно</i> повышение повторяемости волн тепла после 1950 г. на значительных частях Австралии. [ОД5 РГ I, 2.6.1]</li> <li>• Уменьшение осадков поздней осенью/зимой в юго-восточной части Австралии с 1970-х годов и в юго-восточной части Австралии с середины 1990-х годов а также ежегодные увеличения осадков в северо-западной части Австралии с 1950-х годов (<i>весьма высокая степень достоверности</i>). [Таблица 25-1]</li> <li>• Смешанные или незначительные тренды ежегодных суточных экстремальных осадков, но тенденция значительного увеличения ежегодной интенсивности сильных осадков в последние десятилетия для явлений в Австралии в масштабе времени менее суток (<i>высокая степень достоверности</i>). [Таблица 25-1]</li> </ul> <p><b>Прогнозируемое:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Более частые жаркие дни и ночи и менее частые холодные дни и ночи в течение XXI века в Австралии и Новой Зеландии (<i>высокая степень достоверности</i>) [Таблица 25-1]</li> <li>• Ежегодное уменьшение осадков над северо-западной частью Австралии (<i>высокая степень достоверности</i>) и в других местах в южной части Австралии (<i>средняя степень достоверности</i>). Самые значительные уменьшения в зимнюю половину года (<i>высокая степень достоверности</i>). [Таблица 25-1]</li> <li>• Усиление в большинстве регионов интенсивности редких суточных экстремальных дождевых осадков и экстремальных осадков в масштабе времени менее суток (<i>средняя степень достоверности</i>) в Австралии и Новой Зеландии. [Таблица 25-1]</li> <li>• Более частые засухи в южной части Австралии (<i>средняя степень достоверности</i>). [Таблица 25-1]</li> <li>• Уменьшение глубины и площади снежного покрова в Австралии (<i>весьма высокая степень достоверности</i>). [Таблица 25-1]</li> <li>• Прогнозируется уменьшение ресурсов пресной воды в дальней юго-восточной и дальней юго-западной частях Австралии (<i>высокая степень достоверности</i>). [25.5.2]</li> </ul>
Описание	Отрасли промышленности и отдельные фермеры перемещают частично свою деятельность, например выращивание риса, производство вина или арахиса в Австралии, или производят изменения в землепользовании на местах в качестве ответной меры на недавнее изменение климата или в результате ожидания изменения климата в будущем. Например произошел определенный переход от пастбищного животноводства к выращиванию сельскохозяйственных культур южной части Австралии. В других местах также произошло адаптивное перемещение культур. [7.5.1, 25.7.2, таблица 9-7, вставка 25-5]
Более широкий контекст	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Взвешенная трансформационная адаптация в качестве ответной реакции на воздействия изменения климата.</li> <li>• Положительные или отрицательные последствия для более крупных общин в регионах происхождения и назначения. [25.7.2, вставка 25-5]</li> </ul>



неопределенностями, длительными временными сроками, потенциалом для обучения и множеством меняющихся со временем климатических и неклиматических факторов влияния. См. рисунок ТР.4. Оценка по возможности самого широкого диапазона потенциальных воздействий, включая маловероятные, но с масштабными последствиями, является ключом к пониманию выгод и компромиссных вариантов альтернативных действий в области менеджмента рисков. Сложность адапционных мер в разных масштабах и контекстах означает, что важными компонентами эффективной адаптации являются мониторинг и обучение. [2.1-2.4, 3.6, 14.1-14.3, 15.2-15.4, 16.2-16.4, 17.1-17.3, 17.5, 20.6, 22.4, 25.4, рисунок 1-5]

**Выборы вариантов адаптации и смягчения воздействий в краткосрочной перспективе повлияют на риски изменения климата в течение всего XXI века (*высокая степень достоверности*).** На рисунке ТР.5 показана перспективная оценка будущего климата, согласно сценарию смягчения воздействий низкого уровня выбросов и сценарию высокого уровня выбросов [репрезентативные траектории концентраций (РТК) 2.6 и 8.5], а также

наблюдаемые изменения температуры и осадков. Выгоды от адаптации и смягчения воздействий получают в разных временных рамках, которые частично перекрываются. Перспективные оценки повышения глобальной температуры в последующие несколько десятилетий близки для разных сценариев выбросов (рисунок ТР 5А, средняя часть) (раздел 11.3 ОД5 ОР I). В течение этого близкого периода неизбежного изменения климата эволюция рисков будет происходить в соответствии со взаимодействием социально-экономических трендов с изменяющимся климатом. Принимаемые обществом ответные меры, особенно адаптация, будут влиять на краткосрочные последствия. Во второй половине XXI века и в последующий период в разных сценариях выбросов оценки повышения глобальной температуры расходятся (рисунок ТР.5А, средняя и нижняя части) (раздел 12.4 и таблица РП.2 ОД5 РГ I). В этот далеко отстоящий период вариантов климата риски изменения климата будут зависеть от кратко- и долгосрочной адаптации и смягчения воздействий, а также от путей развития. [2.5, 21.2, 21.3, 21.5, вставка СС-RC]



**Рисунок TP.4** | Адаптация к изменению климата как итеративный процесс менеджмента рисков со множеством обратных связей. Данный процесс и его конечные результаты определяются людьми и имеющимися знаниями. [Рисунок 2.1]

Оценка рисков в ОД5 РГ II основана на доказательствах разных видов. Экспертное заключение используется для внесения доказательств в оценку рисков. К видам доказательств относятся, например, эмпирические наблюдения, экспериментальные результаты, основанное на процессах понимания, статистические подходы, а также расчетные и описательные модели. Будущие риски, связанные с изменением климата, существенно различаются в зависимости от вероятных альтернативных вариантов развития, а относительная важность развития и изменение климата варьирует в зависимости от сектора, региона и периода времени (*высокая степень достоверности*). Сценарии являются полезными инструментами для характеристики возможных будущих социально-экономических путей развития, изменения климата и связанных с ним рисков, а также политических последствий. Модельные перспективные оценки климата, лежащие в основе оценок рисков в этом докладе, обычно основаны на РТК (рисунок TP.5), а также на предыдущих сценариях *Специального доклада о сценариях выбросов* (СДСВ) МГЭИК. [1.1, 1.3, 2.2, 2.3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2, вставка CC-RC; вставка РП.1 ОД5 РГ I]

Сценарии могут подразделяться на сценарии, в которых исследуется вопрос о том, каким образом будущие ситуации могут развиваться под воздействием

различных факторов (исследование проблем) и на сценарии, в которых проводится тестирование того, каким образом различные меры вмешательства могут утратить свое значение (исследование решения) (**твердые доказательства, высокая степень согласия**). Подходы к адаптации связаны с изучением неопределенностей, имеющих отношение к будущему климату и социально-экономическим условиям, а также разнообразию конкретных контекстов (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). Хотя во многих национальных исследованиях определяются разнообразные стратегии и подходы, связанные с адаптацией, их можно классифицировать по двум широким категориям: подходы «сверху вниз» и «снизу вверх». Подход по принципу «сверху вниз» – это подход на основе сценария воздействий, включающий климатические проекции после даунскейлинга, оценки воздействий и формулирование стратегий и вариантов. Подход по принципу «снизу вверх» - это подход на основе порогового значения уязвимости, начиная с определения уязвимости, чувствительности и пороговых значений конкретных секторов или общин. Типичными стратегиями реагирования на неопределенности являются итеративные оценки воздействий и адаптации в рамках подхода по принципу «сверху вниз» и построения адаптивной способности местных общин. [2.2, 2.3, 15.3]

(A)

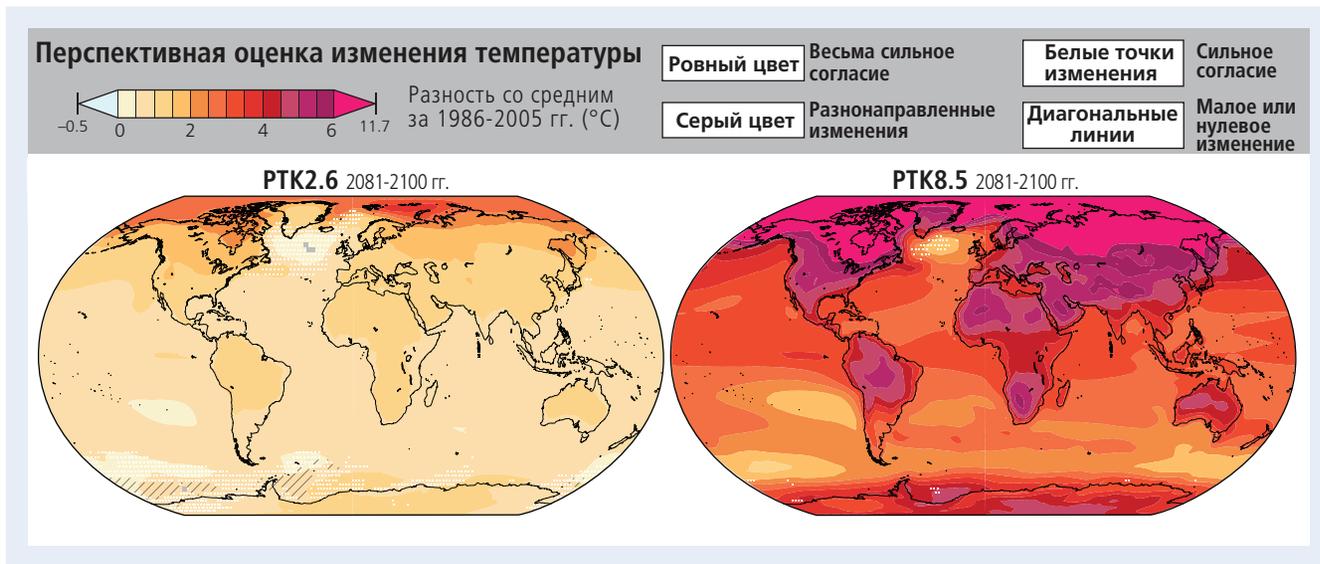
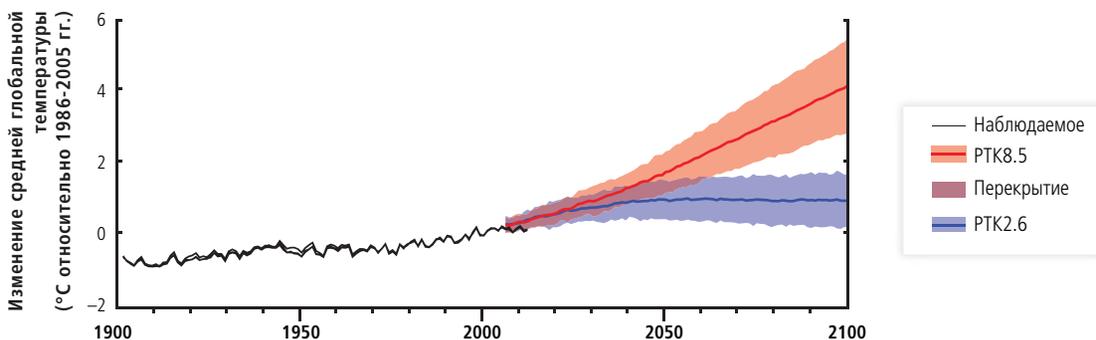
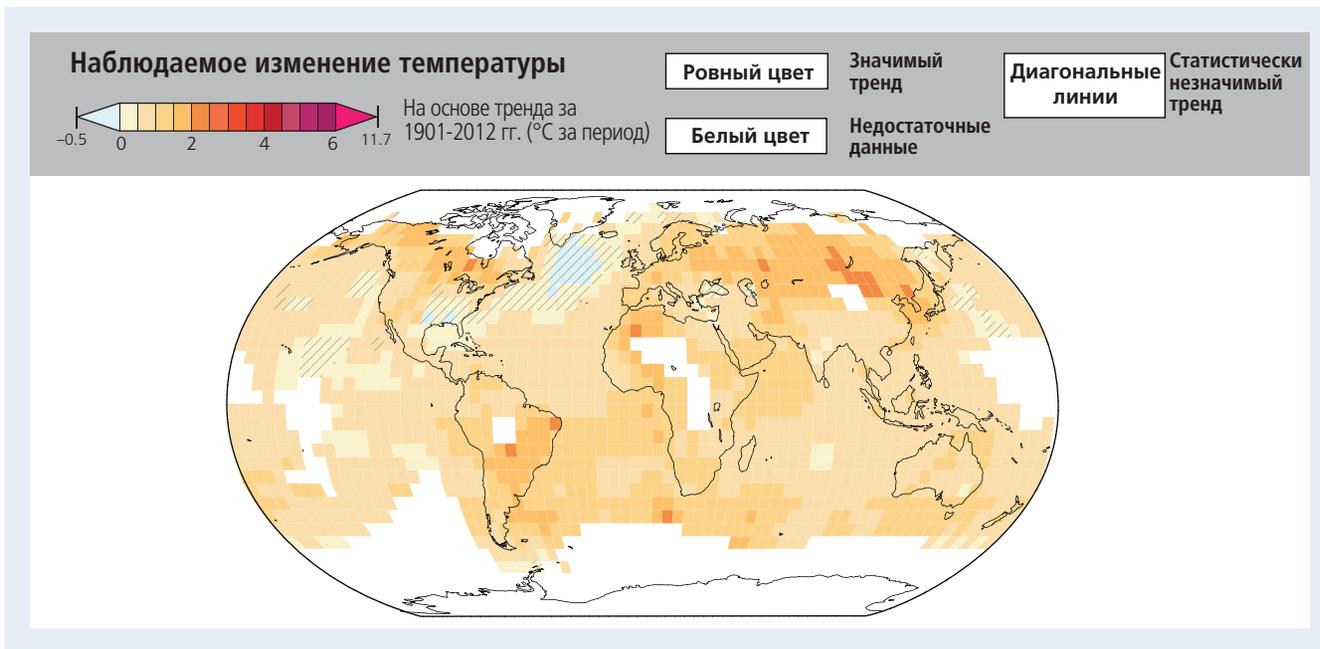
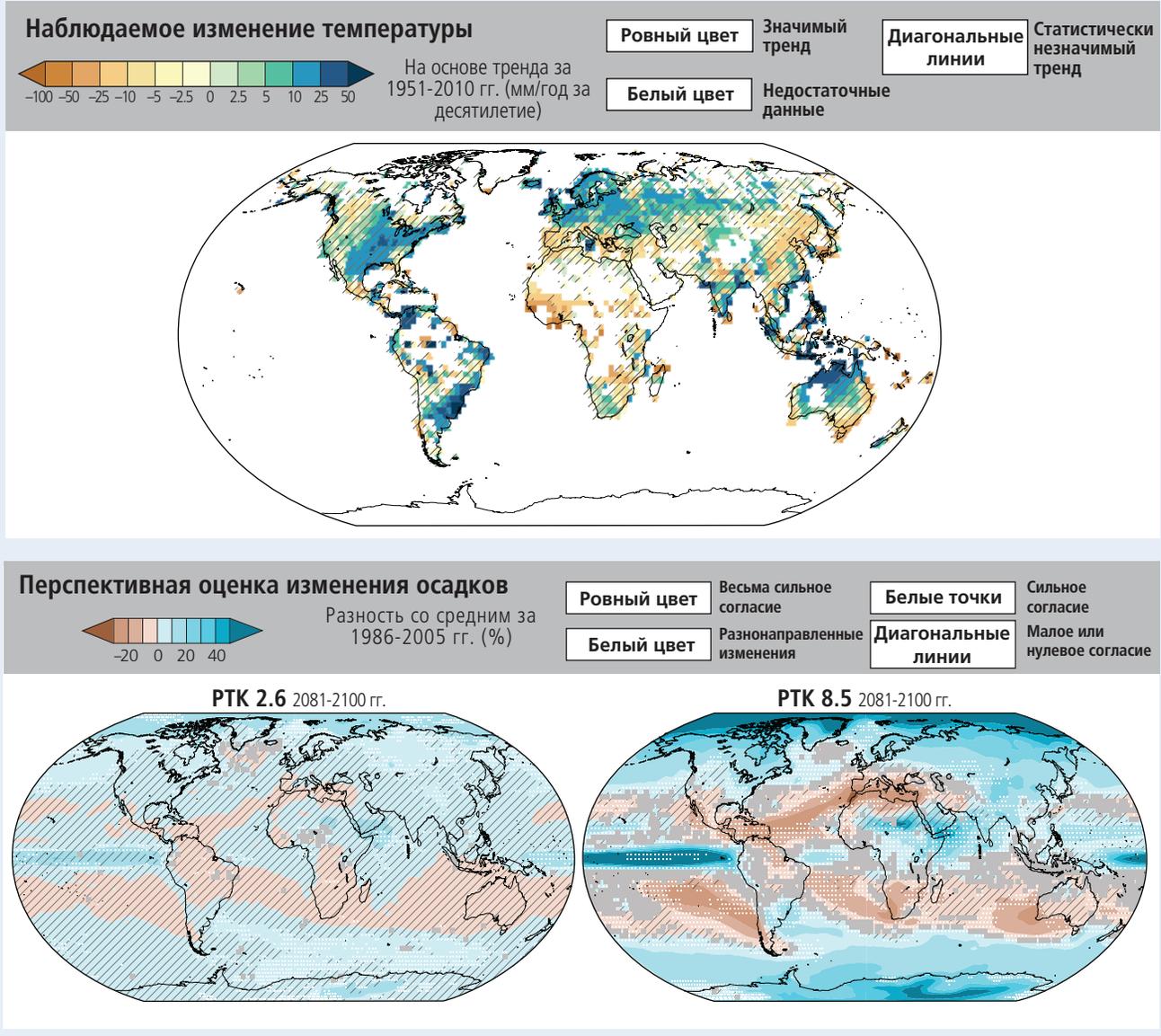


Рисунок TP.5

Продолжение на следующей стр. →

TP

(B)



**Рисунок TP.5 |** Наблюдаемые изменения и перспективные оценки изменений среднегодовой приземной температуры (А) и осадков (В). На этом рисунке показано понимание связанных с климатом рисков в ОД5 РГ II. Он является иллюстрацией наблюдаемых на сегодняшний день изменений и дает перспективную оценку изменений, согласно сценарию сохранения высоких уровней выбросов и согласно сценарию их резкого сокращения.

**Технические детали:** (А, верхняя часть) Карта наблюдаемого изменения среднегодовой температуры в 1901-2012 гг., составленная на основе линейного тренда. Данные наблюдений (диапазон значений в узлах сетки: от -0,53 до 2,50 °C за период) взяты из рисунков РП.1 и 2.21 ОД5 РГ I. (В, верхняя часть) Карта наблюдаемого изменения среднегодовых осадков в 1951-2010 гг., составленная на основе линейного тренда. Данные наблюдений (диапазон значений в узлах сетки: от -185 до 111 мм/год за десятилетие) взяты из рисунков РП.2 и 2.29 ОД5 РГ I. Тренды наблюдаемой температуры и осадков были рассчитаны для тех мест, где наличие достаточных данных позволяет дать надежную оценку (т.е. только для ячеек сетки с наличием более 70 % полных данных и более 20 % объема данных за первые и последние 10 % временного периода). Другие районы показаны белым цветом. Ровными цветами показаны районы, где тренды являются значимыми на уровне 10 %. Диагональные линии показывают районы, в которых тренды являются незначимыми. (А, средняя часть) Наблюдаемая и ожидаемая в будущем глобальная среднегодовая температура относительно 1986-2005 гг. Наблюдаемое потепление с 1850-1900 гг. по 1986-2005 гг. составляет 0,61 °C (5-95-процентный доверительный интервал: 0,55-0,67 °C). Черными линиями показаны оценки температуры по трем наборам данных. Синий и красный цвета показывают среднее по ансамблю и диапазон стандартного отклонения ± 1,64, основанные на расчетах этапа 5 Проекта по сравнению сопряженных моделей (CMIP5) по 32 моделям для РТК 2.6 и 39 моделям для РТК 8.5. (А и В, нижняя часть) Мультимодельные средние перспективные оценки CMIP5 изменений среднегодовой температуры (А) и среднегодовые изменения в среднегодовых осадках (В) в 2081-2100 гг., согласно РТК 2.6 и 8.5, относительно периода 1986-2005 гг. Ровные цвета указывают районы с очень сильной степенью согласия, где мультимодельное среднее изменение более чем в два раза превышает базовую изменчивость (естественную внутреннюю изменчивость 20-летних средних значений) и ≥90 % моделей согласуются по знаку изменения. Цветами с белыми точками показаны районы сильного согласия, где ≥66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, и ≥66 % моделей согласуются по знаку изменения. Серый цвет показывает районы с разнонаправленными изменениями, где ≥66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, но <66 % согласуются по знаку изменения. Цветами с диагональными линиями показаны районы с малым или нулевым изменением, где <66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, хотя значительное изменение может происходить в более коротких временных масштабах, таких как сезоны, месяцы или дни. Для проекций температуры в процессе анализа используются модельные данные (диапазон значений в точках сетки для РТК 2.6 и 8.5: 0,06-11,71 °C) из рисунка РП.8 ОД5 РГ I. Для проекций осадков в процессе анализа используются модельные данные (диапазон значений в точках сетки: от -9 до 22 % для РТК 2.6 и от -34 до 112 % для РТК 8.5) из рисунка РП.8, вставка 12.1, ОД5 РГ I, и приложение I. Полное описание методов см. вставку СС-RC. См. также приложение I к ОД5 РГ I. [Вставки 21-2 и СС-RC; 2.4 и 2.5 ОД5 РГ I, рисунки РП.1, РП.2, РП.7, РП.8, 2.21 и 2.29]

Большими являются неопределенности относительно будущей уязвимости, подверженности и реакции взаимосвязанных антропогенных и естественных систем (**высокая степень достоверности**). Это мотивирует исследование в ходе оценки рисков широкого круга будущих социально-экономических ситуаций. Понимание будущей изменчивости, подверженности и способности реагирования взаимосвязанных антропогенных и естественных систем является проблематичным из-за ряда взаимодействующих социальных, экономических и культурных факторов, которые не в полной мере изучены на сегодняшний день. Эти факторы включают богатство и его распределение в рамках общества, демографические характеристики, миграцию, доступ к технологии и информации, характерные типы занятости, качество адаптивных реакций,

общественные ценности, структуры управления и институты для разрешения конфликтов. Международные аспекты, такие как торговля и отношения между государствами, также являются важными для понимания рисков изменения климата в региональных масштабах. [11.3, 12.6, 21.3-21.5, 25.3, 25.4, 25.11, 26.2]

## V: БУДУЩИЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ АДАПТАЦИИ

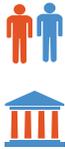
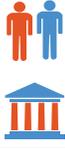
В этом разделе описываются будущие риски и более ограниченные потенциальные выгоды в разных секторах и регионах и рассматривается вопрос о том, каким образом их затрагивают масштаб и темпы изменения климата и выборы социально-экономиче-

**Таблица TP.3** | Выборка опасных явлений, ключевых уязвимостей, ключевых рисков и возникающих рисков, определенных в главах этого доклада. Примеры подчеркивают сложный характер рисков, возникающих в результате различных взаимодействий связанных с климатом опасных явлений, неклиматических факторов стресса и многофакторных уязвимостей (см. также рисунок TP.1). Уязвимости, определяемые как ключевые, возникают в тех случаях, когда подверженность опасным явлениям сочетается с социальной, институциональной, экономической или экологической уязвимостью, как это показано пиктограммами в таблице. Возникающие риски являются следствием сложных системных взаимодействий. Римские цифры соответствуют ключевым рискам, перечисленным в разделе B-1. [19.6, таблица 19-4]

№	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски	
i	Повышение уровня моря и прибрежное наводнение, включая штормовые нагоны. [5.4.3, 8.1.4, 8.2.3, 8.2.4, 13.1.4, 13.2.2, 24.4, 24.5, 26.7, 26.8, 29.3, 30.3.1, вставки 25-1 и 25-7; ОД5 РГ I, 3.7, 13.5, таблица 13-5]	Высокая подверженность людей, экономической деятельности и инфраструктуры в низменных прибрежных зонах и малых островных развивающихся государствах (СИДС) и на других малых островах. Незащищенное городское население вследствие ненадлежащих жилищ и неадекватного страхования. Маргинализированное сельское население, характеризующееся многофакторной нищетой и наличием ограниченных альтернативных средств к существованию. Недостаточное внимание местного правительства к проблеме уменьшения риска бедствий.	  	Гибель людей, причинение увечий и уничтожение средств к существованию, сбоя поставок продовольствия и снабжения питьевой водой. Утрата общего пула ресурсов, чувства места и идентичности, особенно среди групп коренного населения в сельских прибрежных зонах.	Взаимодействие между быстрой урбанизацией, повышением уровня моря, расширением масштабов экономической деятельности, исчезновением природных ресурсов и ограниченным характером страхования; бремя менеджмента рисков, перенесенное с государства на тех, кто подвергается риску, что ведет к еще большему неравенству.
ii	Экстремальные осадки и затопление материковой части суши. [3.2.7, 3.4.8, 8.2.3, 8.2.4, 13.2.1, 25.10, 26.3, 26.7, 26.8, 27.3.5, вставка 25-8; ОД5 РГ I, 11.3.2]	Большое число людей, подвергаемых в городских районах воздействию паводков, особенно в неофициальных поселениях лиц с низким уровнем дохода. Перегруженная, устаревшая, плохо эксплуатируемая и неадекватная городская дренажная инфраструктура и ограниченная способность решения проблемы и адаптации вследствие маргинализации, крупномасштабной нищеты и распределения гендерных ролей, зависящего от культурных традиций. Неадекватное внимание правительства к проблеме уменьшения риска бедствий.	  	Гибель людей, причинение увечий и необеспечение безопасности, особенно детей, престарелых лиц и инвалидов.	Взаимодействие между возрастающей повторяемостью интенсивных осадков, урбанизацией и установлением пределов страхования; перенос бремени менеджмента рисков с государства на тех, кому угрожают риски, что ведет к большему неравенству, истощению активов вследствие причинения ущерба инфраструктуре, ухода из городских районов и создания высокого риска/ пространственных «ловушек» крайней нищеты.
iii	Новые опасные явления, порождающие систематические риски [8.1.4, 8.2.4, 10.2, 10.3, 12.6, 23.9, 25.10, 26.7, 26.8; ОД5 РГ I, 11.3.2]	Группы населения и инфраструктура, подверженные рискам и не обладающие историческим опытом борьбы с этими опасными явлениями. Чрезмерное планирование менеджмента конкретных рисков и проектирование инфраструктуры и/или низкая способность прогнозирования.	 	Нарушение работы систем, подключенных к системе электроснабжения, например дренажные системы, зависящие от работы электрических насосов, или службы по чрезвычайным ситуациям, зависящие от телекоммуникаций. Прекращение работы медицинских служб и служб по чрезвычайным ситуациям в случае экстремальных явлений.	Взаимодействия, порождаемые зависимостью от сопряженных систем, ведут к усилению воздействий экстремальных явлений. Ослабление сплоченности общества вследствие утраты веры в институты управления подрывает меры по обеспечению готовности к реагированию и способности к этому.
iv	Повышение повторяемости и интенсивности экстремальной жары, включая эффект городских островов тепла. [8.2.3, 11.3, 11.4.1, 13.2, 23.5.1, 24.4.6, 25.8.1, 26.6, 26.8, вставка СС-НС; ОД5 РГ I, 11.3.2]	Увеличение в городском населении доли престарелых лиц, очень молодых лиц, беременных женщин и лиц с хроническими проблемами здоровья в населенных пунктах, подверженных воздействию повышенных температур. Неспособность местных организаций, предоставляющих услуги в области здравоохранения, услуги в чрезвычайных ситуациях и социальные услуги, адаптироваться к новым уровням риска для уязвимых групп.	 	Повышение смертности и заболеваемости в периоды экстремальной жары.	Взаимодействие между демографическими сдвигами вследствие изменений экстремальных региональных температур, местным островом тепла и загрязнением воздуха. Перегрузка служб здравоохранения и служб по чрезвычайным ситуациям. Более высокий уровень смертности, заболеваемости и утраты продуктивности среди работников физического труда в странах с жарким климатом.

Продолжение на следующей стр. →

Таблица ТР.3 (продолжение)

№	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски	
v	Потепление, засуха и изменчивость осадков [7.3-7.5, 11.3, 11.6.1, 13.2, 19.3.2, 19.4.1, 22.3.4, 24.4, 26.8, 27.3.4; ОД5 РГ I, 11.3.2]	Более бедные группы населения в городских и сельских поселениях восприимчивы к итоговому отсутствию продовольственной безопасности; сюда входят в первую очередь фермеры, которые являются непосредственными покупателями продовольствия, и лица с низким уровнем дохода, зависящие от сельского хозяйства отрасли экономики, не являющиеся чистыми импортерами продовольствия. Ограниченная способность к решению проблем среди престарелых лиц и домашних хозяйств, возглавляемых женщинами		Риск ущерба или потери жизни в результате изменения в обратную сторону прогресса в области уменьшения масштабов недостаточного питания.	Взаимодействия между изменениями климата, ростом населения, снижением продуктивности, выращиванием биотопливных культур и ценами на продовольствия, при наличии постоянного неравенства, и неизменное отсутствие продовольственной безопасности для бедных слоев населения ухудшает ситуацию с недостаточным питанием, в результате чего усиливается распространение заболеваний. Исчерпание средств социальных сетей снижает способность решения проблем.
vi	Засуха [3.2.7, 3.4.8, 3.5.1, 8.2.3, 8.2.4, 9.3.3, 9.3.5, 13.2.1, 19.3.2, 24.4, 25.7, вставка 25-5; ОД5 РГ I, 12.4.1, 12.4.5]	Городское население с неадекватным водоснабжением. Существующие нехватки воды (и нерегулярное снабжение) и ограничения на увеличение поставок.		Недостаточное водоснабжение населения и причинение серьезного ущерба промышленности и экономические воздействия.	Взаимодействие между урбанизацией, недостаточностью инфраструктуры и истощением грунтовых вод.
		Отсутствие потенциала и устойчивости режимов менеджмента водных ресурсов, включая связи между городом и деревней.  Фермеры с плохим материальным обеспечением на засушливых землях или скотоводы, не имеющие достаточного доступа к питьевой воде или воде для ирригации.  Ограниченная способность компенсировать потери в зависящих от водоснабжения фермерских или животноводческих системах, а также конфликт, связанный с природными ресурсами.  Отсутствие потенциала и устойчивости режимов менеджмента водных ресурсов, несоответствующая земельная политика и неправильное восприятие и разрушение пастбищных средств к существованию.			
vii	Повышение температуры океана, закисления океана и потери арктического морского льда. [5.4.2, 6.3.1, 6.3.2, 7.4.2, 9.3.5, 22.3.2, 24.4, 25.6, 27.3.3, 28.2, 28.3, 29.3.1, 30.5, 30.6, вставки СС-0А и СС-CR; ОД5 РГ I, 11.3.3]	Высокая восприимчивость тепловодных коралловых рифов и соответствующих экосистемных услуг для прибрежных сообществ; высокая восприимчивость полярных систем, например к инвазивным видам.  Восприимчивость прибрежных и рыболовецких сообществ СИДС, зависящих от этих экосистемных услуг, и арктических населенных пунктов и культуры.		Потеря кораллового покрытия, арктических видов и соответствующих экосистем по мере уменьшения биоразнообразия и потенциальных потерь важных экосистемных услуг. Риск потери эндемических видов, смешение экосистемных видов и повышенного доминирования инвазивных организмов.	Взаимодействия таких факторов стресса, как закисление и потепление, на известковые организмы.
viii	Повышение приземных температур, изменения в режимах осадков и в повторяемости и интенсивности экстремальной жары. [4.3.4, 19.3.2, 22.4.5, 27.3, вставки 23-1 и СС-WE; ОД5 РГ I, 11.3.2]	Восприимчивость антропогенных систем, агроэкосистем и естественных экосистем к (1) прекращению регулирования вредных насекомых и болезней, пожаров, оползней, эрозии, наводнений, снежных лавин, качества воды и местного климата; (2) прекращение обеспечения продовольствием, продуктами животноводства, клетчаткой и биоэнергией; (3) потери в области обеспечения отдыха, туризма, эстетических и традиционных ценностей, а также биоразнообразия.		Уменьшение биоразнообразия и потенциальные потери важных экосистемных услуг. Риск потери эндемических видов, смешения типов экосистем и повышенного доминирования инвазивных организмов.	Взаимодействие социальных-экологических систем с потерей экосистемных услуг, от которых они зависят.



Социальная уязвимость



Социальная уязвимость



Экологическая уязвимость



Институциональная уязвимость



Подверженность

ских путей. В нем также дается оценка возможностей для ослабления воздействий и менеджмента рисков посредством адаптации и смягчения воздействий. В разделе рассматривается вопрос о распределении рисков среди групп населения, характеризующихся различными друг от друга уязвимостью и адаптивной способностью, среди секторов, в которых метрики для количественного определения воздействий могут быть совершенно разными, а также среди регионов с разными традициями и ресурсами. Главной целью оценки являются взаимодействия между секторами и регионами и между изменением климата и дру-

гими факторами стресса. Применительно к тому или иному сектору и региону в данном разделе дается описание рисков и потенциальных выгод в последующие несколько десятилетий, т.е. в краткосрочной перспективе неизбежного изменения климата. В этих временных рамках перспективная оценка повышения глобальной температуры является одинаковой в разных сценариях выбросов. В разделе также сообщается информация о рисках и потенциальных выгодах во второй половине XXI века и в последующий период, т.е. в более долгосрочной перспективе вариантов климата. В течение этого более долгого пе-

риода времени показатели повышения глобальной температуры расходятся в разных сценариях выбросов, и в данной оценке приводятся различные потенциальные конечные результаты при повышении средней глобальной температуры на 2 °C и 4 °C относительно доиндустриальных уровней. В разделе объясняется то, каким образом и когда выборы имеют значение для уменьшения будущих рисков, при этом особое внимание уделяется разным временным рамкам для получения выгод от смягчения воздействий и адаптации.

### В-1. Ключевые риски в разных секторах и регионах

Ключевые риски – это потенциально тяжелые последствия, согласно статье 2 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, в которой говорится об «опасном антропогенном воздействии на климатическую систему». Риски считаются ключевыми при высокой степени опасности или высокой уязвимости стран и систем, подверженных этим рискам, или и тех и других. Идентификация ключевых рисков основана на экспертных суждениях, в которых использовались следующие конкретные критерии: высокая величина, большая вероятность или необратимость воздействий; сроки воздействий; сохраняющиеся уязвимость или подверженность, способствующие возникновению рисков; или ограниченный потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации или смягчения воздействий. Ключевые риски объединены во вставке РТ.5 в пять взаимодополняющих и всеохватывающих причин для озабоченности (ПДО).

**Описанные далее ключевые риски (все они определяются с высокой степенью достоверности) распространяются на сектора и регионы. Каждый из этих ключевых рисков ведет к одной или нескольким ПДО.** Римские цифры соответствуют разделам в таблице ТР.3, которая служит дальнейшей иллюстрацией соответствующих примеров и взаимодействий. [19.2-19.4, 19.6, таблица 19-4, вставки 19-2 и СС-KR]

- i) Риск гибели, увечий, плохого здоровья или уничтожения средств к существованию в низменных прибрежных зонах и в малых развивающихся островных государствах и на других малых островах, вызванный штормовыми нагонами, прибрежным наводнением и повышением уровня моря. См. ПДО 1-5. [5.4, 8.2, 13.2, 19.2-19.4, 19.6, 19.7, 24.4, 24.5, 26.7, 26.8, 29.3, 30.3, таблицы 19-4 и 26-1, рисунок 26-2, вставки 25-1, 25-7 и СС-KR]
- ii) Риск резкого ухудшения здоровья и недоступности средств к существованию для больших групп городского населения, вызванный наводнением в материковой части некоторых регионов. См. ПДО 2 и 3. [3.4, 3.5, 8.2, 13.2, 19.6, 25.10, 26.3, 26.8, 27.3, таблицы 19-4 и 26-1, вставки 25-8 и СС-KR]
- iii) Систематические риски, вызванные экстремаль-

ными метеорологическими явлениями и ведущие к нарушению функционирования инфраструктурных сетей и жизненно важных систем обслуживания, таких как электроснабжение, водоснабжение, здравоохранение и службы по чрезвычайным ситуациям. См. ПДО 2-4. [5.4, 8.1, 8.2, 9.3, 10.2, 10.3, 12.6, 19.6, 23.9, 25.10, 26.7, 26.8, 28.3, таблица 19-4, вставки СС-KR и СС-HS]

- iv) Риск смертности и заболеваемости в периоды экстремальной жары, особенно для уязвимых групп городского населения и тех, кто работает на открытом воздухе в городских и сельских районах. См. ПДО 2 и 3. [8.1, 8.2, 11.3, 11.4, 11.6, 13.2, 19.3, 19.6, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, таблицы 19-4 и 26-1, вставки СС-KR и СС-HS]
- v) Риск отсутствия продовольственной безопасности и сбоя в функционировании продовольственных систем, связанный с потеплением, засухой, наводнением, изменчивостью осадков и экстремальными осадками, особенно для бедных слоев населения в городских и сельских поселениях. См. ПДО 2-4. [3.5, 7.4, 7.5, 8.2, 8.3, 9.3, 11.3, 11.6, 13.2, 19.3, 19.4, 19.6, 22.3, 24.4, 25.5, 25.7, 26.5, 26.8, 27.3, 28.2, 28.4, таблица 19-4, вставка СС-KR]
- vi) Риск потери средств к существованию на селе и дохода из-за недостаточного доступа к питьевой воде и воде для ирригации, а также снижения продуктивности сельского хозяйства, особенно для фермеров и скотоводов, владеющих минимальным капиталом в полусухих регионах. См. ПДО 2 и 3. [3.4, 3.5, 9.3, 12.2, 13.2, 19.3, 19.6, 24.4, 25.7, 26.8, таблица 19-4, вставки 25-5 и СС-KR]
- vii) Риск утраты морских и прибрежных экосистем, биоразнообразия, экосистемных товаров, функций и услуг, которые они обеспечивают в качестве средств к существованию в прибрежных зонах, особенно для занимающихся рыболовством общин в тропиках и в Арктике. См. ПДО 1, 2 и 4. [5.4, 6.3, 7.4, 9.3, 19.5, 19.6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2, 28.3, 29.3, 30.5-30.7, таблица 19-4, вставки СС-OA, СС-CR, СС-KR и СС-HS]
- viii) Риск утраты наземных и материковых водных экосистем, биоразнообразия, экосистемных товаров, функций и услуг, которые они обеспечивают в качестве средств к существованию. См. ПДО 1, 3 и 4. [4.3, 9.3, 19.3-19.6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2, 28.3, таблица 19-4, вставки СС-KR и СС-WE]

Многие ключевые риски представляют собой особые проблемы для наименее развитых стран и уязвимых сообществ, учитывая их ограниченную способность справляться с этими рисками.

**Возрастающие масштабы потепления повышают вероятность тяжелых, повсеместных и необратимых последствий.** Некоторые риски изменения климата являются значительными в случае превышения доиндустриальных уровне на 1 или 2 °C (как показано во вставке

ТР.5). Глобальные риски изменения климата являются высокими-очень высокими, если средняя глобальная температура превышает доиндустриальные уровни на 4 °C или более в случае любых причин для озабоченностей (вставка ТР.5), и включают тяжелые и широко распространенные последствия для уникальных и находящихся в опасности систем, существенное исчезновение видов, большие риски для глобальной и региональной продовольственной безопасности, а также сочетание высокой температуры и влажности, нарушающее нормальную деятельность человека, в том числе при выращивании продовольственных культур или работе на открытом воздухе в некоторых районах в определенные части года (*высокая степень достоверности*). См. вставку ТР.6. Точные уровни изменения климата, достаточные для создания «переломных моментов» (пороговые значения для резкого и необратимого изменения), остаются неопределенными, однако при повышении температуры возрастает риск, связанный с созданием множества переломных моментов в земной системе в целом или во взаимосвязанных антропогенных и естественных системах (*средняя степень достоверности*). [4.2, 4.3, 11.8, 19.5, 19.7, 26.5, вставка СС-НС]

**Общие риски воздействий изменения климата могут быть уменьшены посредством ограничения темпов и масштабов изменения климата.** Риски существенно снижаются, согласно оценочному сценарию с проекциями самой низкой температуры (РТК 2.6 – низкий уровень выбросов), по сравнению с проекциями самой высокой температуры (РТК 8.5 – высокий уровень выбросов), особенно во второй половине XXI века (*весьма вы-*

*сокая степень достоверности*). Примеры включают снизившийся риск негативных воздействий на урожайность сельхозкультур; нехватки воды; серьезных проблем для городских поселений и инфраструктуры вследствие повышения уровня моря; и риск неблагоприятных воздействий экстремальной жары, паводков и засух в районах, где, согласно проекциям, ожидается повышение числа подобных экстремальных явлений. Ослабление изменения климата может также уменьшить масштаб адаптации, которая могла бы потребоваться. Согласно всем оценочным сценариям адаптации и смягчения воздействий, сохраняются определенные риски неблагоприятных воздействий (*весьма высокая степень достоверности*). Поскольку смягчение воздействий снижает темпы, а также величину потепления, оно также увеличивает количество времени, имеющегося для адаптации к конкретному уровню изменения климата – потенциально на несколько десятилетий, однако адаптация не может в целом справиться со всеми эффектами изменения климата. Помимо биофизических пределов адаптации, например при высоких температурах, некоторые варианты адаптации будут слишком дорогостоящими или ресурсоемкими, или же будут экономически неэффективными до тех пор, пока эффекты изменения климата не усилятся до такой степени, когда они будут оправдывать инвестиционные издержки (*высокая степень достоверности*). Некоторые варианты смягчения воздействий или адаптации также создают риски. [3.4, 3.5, 4.2, 4.4, 16.3, 16.6, 17.2, 19.7, 20.3, 22.4, 22.5, 25.10, таблицы 3-2, 8-3 и 8-6, вставки 16-3 и 25-1]

### Вставка ТР.5 | Воздействие человека на климатическую систему

Влияние человека на климатическую систему является очевидным (раздел D.3 РП ОД5 РГ I; разделы 2.2, 6.3, 10.3-10.6, 10.9 ОД5 РГ I). Однако определение того, является ли подобное влияние «опасным антропогенным воздействием», согласно формулировке статьи 2 РКИКООН, требует как оценки рисков, так и ценностных суждений. Научная оценка может характеризоваться рисками, основанными на правдоподобии, величине и сфере действия потенциальных последствий изменения климата. Наука может также оценивать риски, меняющиеся в пространственных и временных масштабах, в зависимости от альтернативных путей развития, которые могут влиять на уязвимость, подверженность и уровень изменения климата. В то же время толкование потенциальной опасности рисков требует также ценностных суждений людьми, имеющими разные цели и взгляды на мир. Суждения о рисках изменения климата зависят от относительной значимости, придаваемой экономическим, а не экосистемным ценностям, настоящему, а не будущему времени, и распределению, а не суммированию воздействий. Если исходить из определенных перспектив, то изолированные или редкие воздействия изменения климата не могут подняться до уровня опасного антропогенного вмешательства, однако в случае аккумуляции однородных воздействий они могли бы достичь этого уровня, если бы они стали более широко распространенными, более частыми или более суровыми. Темпы изменения климата также могут влиять на риски. В этом докладе дается оценка рисков в разных контекстах и во времени, обеспечивая таким образом основу для суждений относительно уровня изменения климата, при котором риски становятся опасными.

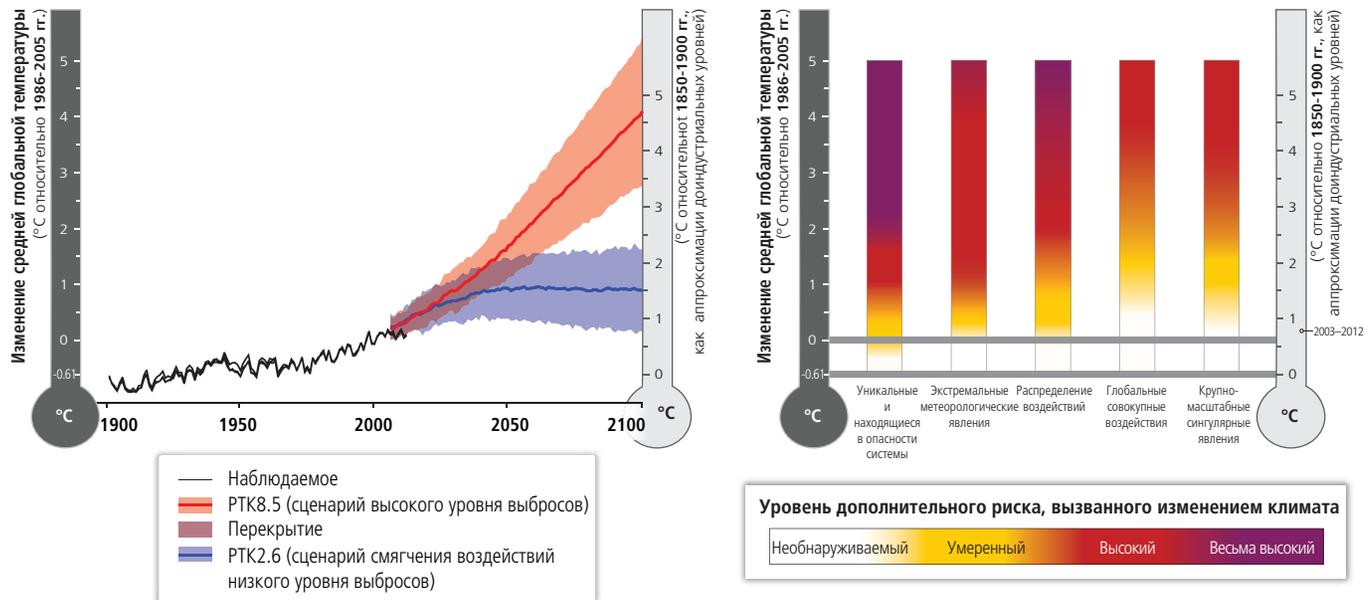
Основу для обобщения ключевых рисков в разных секторах и регионах составляют пять комплексных причин для озабоченности (ПДО). ПДО, которые были впервые определены в Третьем докладе об оценке МГЭИК, иллюстрируют последствия потепления и границ адаптации для людей, экономики и экосистем. Они обеспечивают одну из отправных точек для оценки опасного антропогенного вмешательства в климатическую систему. Информация о рисках для каждой ПДО, обновленная на основе оценки, содержащейся в литературе и экспертных суждениях, представлены ниже, и на рисунке 1 вставки TP.5. Все показанные ниже температуры приводятся как изменения средней глобальной температуры относительно уровня 1986-2005 гг. («недавний период»)<sup>1</sup> [18.6, 19.6] [18.6, 19.6]

- 1) **Уникальные и находящиеся в опасности системы:** некоторые уникальные и находящиеся в опасности системы, включая экосистемы и культуры, уже находятся в условиях риска, связанного с изменением климата (*высокая степень достоверности*). Число подобных систем, которые находятся в условиях риска тяжелых последствий, увеличивается при дополнительном потеплении приблизительно на 1 °C. Многие виды и системы, обладающие ограниченной адаптивной способностью, подвергаются весьма высоким рискам в случае дополнительного потепления на 2 °C, особенно системы арктического морского льда и коралловых рифов.
- 2) **Экстремальные метеорологические явления:** связанные с изменением климата риски, порождаемые такими экстремальными явлениями, как волны тепла, экстремальные осадки и прибрежное наводнение, уже являются умеренными (*высокая степень достоверности*) и становятся высокими в случае дополнительного потепления на 1 °C (*средняя степень достоверности*). Риски, связанные с некоторыми типами экстремальных явлений (например экстремальная жара), еще больше возрастают при более высоких температурах (*высокая степень достоверности*).
- 3) **Распределение воздействий:** риски распределяются неравномерно и обычно являются более значительными для находящихся в неблагоприятном положении людей и сообществ в странах, находящихся на всех уровнях развития. Риски уже являются умеренными вследствие региональных дифференцированных воздействий изменения климата на, в частности, растениеводство (*средняя-высокая степень достоверности*). Исходя из перспективных оценок, показывающих снижение региональной урожайности культур и наличия водных ресурсов, риски неравномерно распределенных воздействий являются высокими в случае дополнительного повышения температуры более чем на 2 °C (*средняя степень достоверности*).
- 4) **Глобальные совокупные воздействия:** риски глобальных совокупных воздействий являются умеренными в случае дополнительного повышения температуры от 1 до 2 °C, и эти риски являются следствием воздействий как на биоразнообразие Земли, так и на общую глобальную экономику (*средняя степень достоверности*). Существенные потери биоразнообразия, сопровождаемые потерями в экосистемных товарах и услугах, приводят к высоким рискам при дополнительном повышении температуры приблизительно на 3 °C (*высокая степень достоверности*). Общий экономический ущерб возрастает с повышением температуры (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*), однако общее число выполненных количественных оценок, касающихся дополнительного потепления приблизительно на 3 °C или выше, незначительно.
- 5) **Крупномасштабные сингулярные явления:** по мере все большего потепления некоторым физическим системам или экосистемам может угрожать риск резких и необратимых изменений. Риски, связанные с такими переломными моментами, становятся умеренными при дополнительном потеплении на величину от 0 до 1 °C, о чем есть ранние предупредительные сигналы о том, что как теплые воды коралловых рифов, так и арктические экосистемы, уже испытывают необратимые сдвиги режимов (*средняя степень достоверности*). Риски возрастают нелинейно, когда температура повышается на величину от 1 до 2 °C в результате дополнительного потепления, и становятся высокими, когда температура превышает 3 °C, из-за потенциальной возможности крупномасштабного и необратимого повышения уровня моря вследствие утраты ледяных щитов. В случае сохраняющегося потепления, превышающего определенное пороговое значение<sup>2</sup>, почти полная потеря Гренландского ледяного щита произойдет через тысячу или более лет и будет способствовать повышению глобального среднего уровня моря почти на 7 м.

Продолжение на следующей стр. →

<sup>1</sup> Наблюдаемое потепление с 1850-1900 гг. по 1986-2005 гг. составляет 0,61 °C (доверительный интервал 5-95 %: 0,55-0,67 °C) [ОД5 РГ I, 2.4]

<sup>2</sup> Текущие оценки показывают, что это пороговое значение выше, чем величина порядка 1 °C (низкая степень достоверности), но меньше величины порядка 4 °C (средняя степень достоверности) сохраняющегося глобального среднего потепления по сравнению с доиндустриальными уровнями. [РП ОД5 РГ I, 5.8, 13.4, 13.5]



**Вставка TP.5, рисунок 1 |** Глобальная перспектива связанных с климатом рисков. Риски, ассоциирующиеся с причинами для озабоченности, показаны справа в порядке возрастания уровней изменения климата. Цветным затенением показан дополнительный риск, вызванный изменением климата, когда уровень температуры достигнут, а затем сохраняется или возрастает. Необнаруживаемый риск (белый цвет) показывает отсутствие каких-либо ассоциированных воздействий, которые обнаруживаются и приписываются изменению климата. Умеренный риск (желтый цвет) показывает, что соответствующие воздействия являются как обнаруживаемыми, так и объясняемыми изменением климата по меньшей мере со *средней степенью достоверности*, и что они также удовлетворяют иным конкретным критериям для ключевых рисков. Высокий риск (красный цвет) указывает на сильные и широко распространенные воздействия при одновременном соответствии иным конкретным критериям для ключевых рисков. Пурпурный цвет, который впервые стал использоваться в этой оценке, означает, что на очень высокий риск указывают все критерии для ключевых рисков. [Рисунок 19.4] Для справки, прошлые и будущие значения среднегодовой глобальной приземной температуры показаны слева, как на рисунке TP.5. [Рисунок RC-1, вставка CC-RC; рисунки РП.1 и РП.7 ОД5 РГ I]. Исходя из самого длинного имеющегося набора данных о глобальной приземной температуре, наблюдаемое изменение между средним показателем периода 1850-1900 гг. и справочным периодом ОД5 (1986-2005 гг.) составляет 0,61 °C (доверительный 5-95-процентный интервал: 0,55-0,67 °C) [РП ОД5 РГ I, 2.4]; это значение используется в данном докладе в качестве аппроксимации изменения средней глобальной приземной температуры после доиндустриального периода, который упоминается как период до 1750 г. [Глоссарии ОД5 РГ I и РГ II]

## В-2. Секторальные риски и потенциал для адаптации

В ближайший период неизбежного изменения климата (последующие несколько десятилетий) и в более далекоотстоящий период вариантов климата (вторая половина XXI века и последующий период) изменение климата будет усиливать существующие, связанные с климатом риски и создавать новые риски для естественных и антропогенных систем, зависящие от величины и темпов изменения климата и от уязвимости и подверженности взаимосвязанных антропогенных и естественных систем. Действие некоторых из этих рисков будет ограничиваться конкретным сектором или регионом, а другие риски будут характеризоваться каскадирующими эффектами. В меньшей степени изменение климата будет также иметь некоторые потенциальные выгоды. В таблице TP.4 представлена выборка ключевых секторальных рисков, идентифицированных со *средней-высокой степенью достоверности*.

Расширенное резюме секторальных рисков и более ограниченных потенциальных выгод см. во вступительных обзорах по каждому сектору ниже, а также в главах 3-13.

### Пресноводные ресурсы

**Риски изменения климата, связанные с пресноводными ресурсами, существенно возрастают по мере повышения концентраций парниковых газов (*твердые доказательства, высокая степень согласия*).** В XXI веке по мере все большего потепления произойдет увеличение доли глобального населения, страдающего от скудных водных ресурсов, и доли населения, затронутого крупномасштабными речными паводками. См., например, рисунок TP.6 [3.4, 3.5, 26.3, таблица 3-2, вставка 25-8]

Согласно перспективным оценкам, изменение климата в течение XXI века приведет к существенному уменьшению числа возобновляемых источников поверхностных вод и ресурсов подземных вод в большинстве сухих субтропических регионов (*твердые доказательства, высокая степень согласия*), усиливая таким образом конкуренцию за воду между секторами (*ограниченные доказательства, средняя степень согласия*). В соответствии с

## Вставка ТР.6 | Последствия значительного повышения температуры

Эта вставка содержит выборку перспективных оценок ярко выраженных воздействий изменения климата в случае значительного повышения температуры. Описанные здесь уровни потепления (например потепление на 4 °С) означают повышение средней глобальной температуры по сравнению с доиндустриальными уровнями, если не указывается иное.

При потеплении на 4 °С изменение климата, согласно перспективным оценкам, станет все более важным фактором воздействий на экосистемы, сопоставимым с изменениями в землепользовании. [4.2, 19.5] В ряде исследований приводятся перспективные оценки значительного усиления нехватки водных ресурсов, повышения объема водоснабжения за счет грунтовых вод, а также усиления засухи в ряде регионов при потеплении более чем на 4 °С, и снижение этих показателей в других регионах, в результате чего уже засушливые регионы будут, как правило, испытывать еще большую нехватку водных ресурсов. [19.5]

По мере усиления потепления возрастают риски крупномасштабных сингулярных явлений, таких как разрушение ледяных щитов, выброс метана из клатратов и начало долгосрочных засух в таких местах, как юго-западная часть Северной Америки [19.6, вставка 26-1; ОД5 РГ I, 12.4, 12.5, 13.4], а также сдвиги режимов в экосистемах и потеря значительного числа видов [4.3, 19.6]. Продолжительное потепление, превышающее определенные пороговые значения, приведет к почти полному исчезновению ледяного щита Гренландии в течение тысячелетия или более длительного периода, в результате чего повышение среднего глобального уровня моря составит до 7 м (*высокая степень достоверности*); текущие оценки показывают, что это пороговое значение среднего глобального потепления составляет больше 1 °С (*низкая степень достоверности*), но меньше 4 °С (*средняя степень достоверности*). Резкая и необратимая потеря льда с потенциально нестабильных морских участков ледяного щита Антарктики вследствие воздействия на климат возможно, но имеющиеся сейчас данные и современный уровень знаний недостаточны для подготовки количественной оценки. [19.6; РП ОД5 РГ I, 5.8, 13.4, 13.5] Повышение уровня моря на 0,45-0,82 м (среднее значение 0,63 м) *вероятно*, согласно РТК 8.5, к 2081-2100 гг. (*средняя степень достоверности*) [таблицы РП.2 и 13.5 ОД5 РГ I], при этом уровень моря будет продолжать повышаться после 2100 г.

Весьма вероятно, что в течение XXI века произойдет ослабление Атлантической меридиональной опрокидывающей циркуляции (АМОЦ), при этом, согласно РТК 8.5, наилучшая оценка составляет 34 % ее ослабления (диапазон 12-54 %). [РП ОД5 РГ I, 12.4] Выброс диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и метана (CH<sub>4</sub>) в атмосферу из накоплений углерода в тающей многолетней мерзлоте в течение XXI века оценивается в пределах 50-250 ГтС, согласно репрезентативной траектории концентраций 8.5 (РТК 8.5) (*низкая степень достоверности*). [РП ОД5 РГ I, 6.4] Согласно РТК 8.5, до середины века Северный Ледовитый океан будет практически свободным ото льда (*средняя степень достоверности*). [РП ОД5 РГ I, 11.3, 12.4, 12.5]

К 2100 г., в случае сценария высокого уровня выбросов РТК 8.5, сочетание таких факторов, как высокая температура и влажность в некоторых районах в течение определенных частей года, приведет, согласно перспективным оценкам, к нарушению нормальной деятельности человека, включая выращивание продовольственных культур или работу на открытом воздухе (*высокая степень достоверности*). [11.8] Повышение глобальной температуры на ~4 °С или выше уровней, наблюдавшихся в конце XX века, в случае его сочетания с возрастающим спросом на продовольствие, приведет к появлению существенных рисков для продовольственной безопасности в глобальном и региональном масштабах (*высокая степень достоверности*). [7.4, 7.5, таблица 7-3, рисунки 7-1, 7-4 и 7-7, вставка 7-1]

В случае потепления на 4 °С некоторые модели дают проекции значительного повышения риска пожаров в некоторых частях мира. [4.3, рисунок 4-6] Потепление на 4 °С подразумевает значительное повышение риска исчезновения наземных и пресноводных видов, хотя имеется *низкая степень согласия* относительно доли видов, которые находятся в опасности. Ожидается широко распространенная гибель коралловых рифов, которая будет иметь серьезные последствия для экосистем коралловых рифов (*высокая степень достоверности*). [5.4, вставка СС-CR] Оценки потенциальных экологических последствий в случае потепления на 4 °С или выше подразумевают высокую степень риска обширной утраты биоразнообразия, сопровождаемой прекращением экосистемных услуг (*высокая степень достоверности*). [4.3, 19.3, 19.5, вставка 25-6]

Согласно перспективным оценкам, значительное усиление подверженности водному стрессу, речные и прибрежные наводнения, негативные воздействия на урожайность сельхозкультур и нарушение функционирования и услуг экосистем будут представлять собой крупномасштабные, потенциально усугубляющиеся воздействия изменения климата на общество в целом и на глобальную экономику. [19.4-19.6]

**Таблица ТР.4 |** Ключевые региональные риски, вызванные изменением климата, и потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации и смягчения воздействий. Ключевые риски были идентифицированы на основе оценки соответствующей научной, технической и социально-экономической литературы, о которой подробно сообщается во вспомогательных разделах главы. Идентификация ключевых рисков была основана на экспертном заключении с использованием следующих конкретных критериев: широкий масштаб, высокая вероятность или необратимость последствий; временные рамки воздействий; постоянная уязвимость или подверженность, способствующие возникновению рисков; или ограниченный потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации или смягчения воздействий. Каждый ключевой риск характеризуется в диапазоне от весьма низкого до весьма высокого для трех временных рамок: настоящее время, ближайшая перспектива (в данном случае оценка на 2030-2040 гг.) и долгосрочная перспектива (в данном случае оценка для периода 2080-2100 гг.). Уровни риска интегрируют вероятность и последствие в пределах самого широкого возможного диапазона потенциальных конечных результатов, исходя при этом из имеющейся литературы. Эти потенциальные конечные результаты выводятся из взаимодействия между связанными с климатом опасными явлениями, уязвимостью и подверженностью. Каждый уровень риска отражает общий риск, возникающий от действия климатических и неклиматических факторов. В краткосрочном плане неизбежного изменения климата перспективные оценки уровней повышения средней глобальной температуры не расходятся существенно в разных сценариях выбросов. В долгосрочной перспективе вариантов климата уровни рисков представлены для двух сценариев повышения глобальной средней температуры (превышение доиндустриальных уровней на 2 °C и 4 °C). Эти сценарии иллюстрируют потенциал для смягчения воздействий и адаптации с целью уменьшения рисков, связанных с изменением климата. Для настоящего времени уровни рисков оцениваются для текущей адаптации и гипотетического высоко адаптированного состояния, при этом определяются те места, в которых имеется недостаточная текущая адаптация. Для двух будущих временных рамок уровни риска оценивались для продолжения текущей адаптации и для высоко адаптированного состояния с представлением потенциала для адаптации и ее ограничений. Климатические факторы воздействий показаны в виде пиктограмм. Уровни рисков не обязательно сопоставимы, поскольку оценка учитывает потенциальные воздействия и адаптацию в разных физических, биологических и антропогенных системах в разнообразных контекстах. Данная оценка рисков признает важное значение различий в величинах и задачах при интерпретации оценочных уровней риска.

ТР

Климатобусловленные факторы воздействий									Уровень риска и потенциал для адаптации	
									Потенциал дополнительной адаптации для уменьшения риска Уровень риска при высокой адаптации   Уровень риска при текущей адаптации	
Тренд потепления	Экстремальная температура	Тренд засухливости	Экстремальные осадки	Разрушительный циклон	Наводнение	Штормовой нагон	Закисление океана	Фертилизация двуокиси углерода		
Глобальные риски										
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации						
Уменьшение наземного стока углерода: углерод, хранящийся в наземных экосистемах, уязвим в плане его потери в результате возвращения в атмосферу, что является следствием повышения повторяемости пожаров из-за изменения климата и чувствительности респирации экосистем к повышению температуры (средняя степень достоверности). [4.2, 4.3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Варианты адаптации включают менеджмент землепользования (в том числе обезлесение), пожары и другие возмущения, а также неклиматические факторы стресса.</li> </ul>	  	Настоящее время Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.) Долгосрочная перспектива 2°C (2080-2100 гг.) 4°C	Очень низкий	Средний	Очень высокий				
Переломный момент в бореальном регионе: арктические экосистемы уязвимы для резкого изменения климата, связанного с таянием многолетней мерзлоты, распространения кустарников в тундре и увеличения числа вредных насекомых и пожаров в бореальных лесах (средняя степень достоверности). [4.3, вставка 4-4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Имеется мало вариантов адаптации в Арктике.</li> </ul>	 	Настоящее время Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.) Долгосрочная перспектива 2°C (2080-2100 гг.) 4°C	Очень низкий	Средний	Очень высокий				
Переломный момент в бассейне Амазонки: влажные леса бассейна Амазонки могут резко измениться и превратиться в экосистемы с меньшей плотностью углерода и адаптивной способностью к засухам и пожарам (низкая степень достоверности). [4.3, вставка 4-3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Политические и рыночные меры могут уменьшить масштабы обезлесения и пожаров</li> </ul>	  	Настоящее время Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.) Долгосрочная перспектива 2°C (2080-2100 гг.) 4°C	Очень низкий	Средний	Очень высокий				
Повышенный риск исчезновения видов: значительная часть видов, по которым проводилась оценка, является уязвимой для исчезновения вследствие изменения климата, которое часто взаимодействует с другими опасностями. Особому риску подвергаются виды, которым свойственен низкий показатель рассейвания, особенно когда они занимают плоские ландшафты, где скорость изменения климата является высокой, согласно проекциям, а также виды в изолированной среде обитания, такой как горные вершины, острова или небольшие охраняемые районы. Риск усиливается в результате каскадирующих эффектов, возникающих в результате взаимодействий организмов, особенно тех, которые уязвимы для фенологических изменений (высокая степень достоверности). [4.3, 4.4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Варианты адаптации включают уменьшение масштабов изменения и фрагментации среды обитания, загрязнения, чрезмерной эксплуатации и распространения инвазивных видов; расширение охраняемой территории; содействие рассейванию; и сохранение <i>ex situ</i></li> </ul>	  	Настоящее время Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.) Долгосрочная перспектива 2°C (2080-2100 гг.) 4°C	Очень низкий	Средний	Очень высокий				
Ухудшение роста и выживания коммерчески ценных моллюсков и ракообразных и других известковых организмов (например рифообразующие кораллы, известковые красные водоросли) вследствие закисления океана (высокая степень достоверности). [5.3, 6.1, 6.3, 30.3, вставка СС-0А]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Существуют доказательства различной сопротивляемости и эволюционной адаптации некоторых видов, однако они являются, вероятно, ограниченными при более высоких концентрациях CO<sub>2</sub> и температур</li> <li>Варианты адаптации включают эксплуатацию более устойчивых видов или охрану среды обитания с низкими естественными уровнями CO<sub>2</sub>, а также снижение других стрессов, главным образом загрязнения, и установление пределов для факторов давления, являющихся результатом туризма и рыбной ловли</li> </ul>		Настоящее время Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.) Долгосрочная перспектива 2°C (2080-2100 гг.) 4°C	Очень низкий	Средний	Очень высокий				
Утрата морского биоразнообразия при более высоких темпах изменения климата (средняя степень достоверности). [6.3, 6.4, таблица 30-4, вставка СС-MВ]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Варианты адаптации ограничены снижением других стрессов, главным образом загрязнения, и ограничением факторов давления, образующихся в результате прибрежной деятельности человека, такой как туризм и рыбная ловля</li> </ul>	  	Настоящее время Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.) Долгосрочная перспектива 2°C (2080-2100 гг.) 4°C	Очень низкий	Средний	Очень высокий				

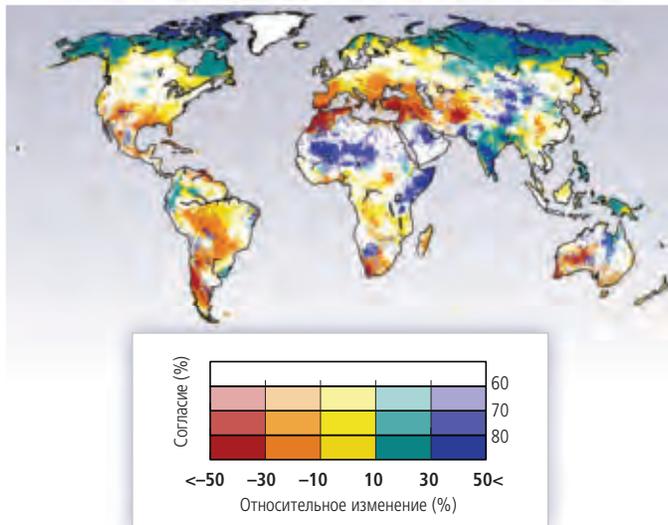
Продолжение на следующей стр. →

Таблица ТР.4 (продолжение)

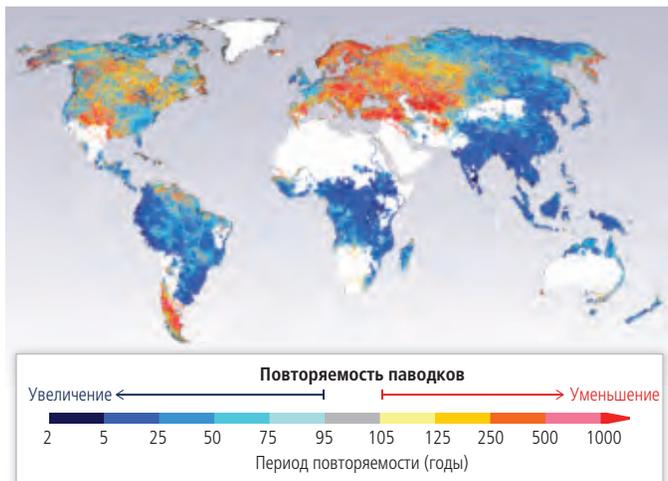
Глобальные риски																								
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации																				
Негативные воздействия на среднюю продуктивность сельскохозяйственных культур и усиление изменчивости продуктивности вследствие изменения климата ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [7.2-7.5, рисунок 7-5, вставка 7-1]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Согласно перспективным оценкам, воздействия варьируют в зависимости от вида культур и регионов, а также сценариев адаптации, при этом порядка 10 % перспективных оценок за период 2030-2049 гг. показывают увеличение продуктивности более чем на 10 % и порядка 10 % перспективных оценок показывают снижение продуктивности более чем на 25 % по сравнению с концом XX века. После 2050 г. риск более суровых воздействий на продуктивность повышается и зависит от уровня потепления.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							
Городские риски, связанные с системами водоснабжения ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [8.2, 8.3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Варианты адаптации включают изменения в сетевой инфраструктуре, а также менеджменте спроса для обеспечения достаточного и качественного водоснабжения. Расширение возможностей для менеджмента уменьшающегося наличия пресной воды и уменьшение риска паводков.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							
Городские риски, связанные с системами энергообеспечения ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [8.2, 8.4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Большинство городских центров являются энергоемкими, при этом климатические программы, связанные с энергообеспечением, сконцентрированы только на мерах по смягчению воздействий. Инициативы в области адаптации, касающиеся жизненно важных систем энергообеспечения, осуществляются лишь в нескольких городах. Существует возможность того, что неадаптированные, централизованные энергосистемы усугубят воздействие, результатом чего будут последствия в национальном и трансграничном масштабах, вызванные экстремальными явлениями местного характера.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							
Городские риски, связанные с жилыми помещениями ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [8.3]	<p>Жилые помещения низкого качества, находящиеся в неправильном месте, часто являются в высшей степени уязвимыми для экстремальных явлений. Варианты адаптации включают обеспечение соблюдения строительных норм и их обновление. Некоторые исследования ситуации в городах показывают наличие потенциала для одновременного адаптирования жилых помещений и поощрения смягчения воздействий, адаптации и осуществления целей в области развития. Быстро растущие города или города, застраиваемые вновь после стихийного бедствия, в первую очередь располагают возможностями для повышения устойчивости, однако они редко реализуются. Без осуществления адаптации риски экономических потерь в результате экстремальных явлений являются значительными в городах с дорогостоящей инфраструктурой и жилищным фондом, и они могут сопровождаться более значительными экономическими последствиями.</p>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							
Перемещение населения, связанное с экстремальными явлениями ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [12.4]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Необходимость адаптации к экстремальным явлениям хорошо понимают, однако она плохо осуществляется даже в современных климатических условиях. Перемещение и вынужденная миграция населения часто являются временными. По мере усиления климатических рисков перемещение населения характеризуется большей вероятностью его превращения в постоянную миграцию.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							
Насильственный конфликт, возникающий в результате ухудшения состояния ресурсозависимых средств к существованию, таких как сельское хозяйство и пастбищное животноводство ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [12.5]	<p>Варианты адаптации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>защита сельскохозяйственных доходов от климатических шоковых воздействий посредством диверсификации средств к существованию, перераспределения доходов и создания системы социального обеспечения;</li> <li>механизмы раннего предупреждения, предназначенные для эффективного уменьшения риска;</li> <li>четко разработанные стратегии для менеджмента насильственного конфликта, которые являются эффективными, но требуют наличия значительных ресурсов, инвестирования и политической воли.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							
Снижение производительности труда, повышение заболеваемости (например обезвоживание, тепловой удар и тепловое истощение) и смертности в результате подверженности волнам тепла. Особенно в опасном положении находятся сельскохозяйственные и строительные рабочие, а также дети, бездомные, престарелые лица и женщины, которым приходится идти долгие часы к источнику воды ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [13.2, вставка 13-1]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Варианты адаптации ограничены для людей, которые зависят от сельского хозяйства и не могут позволить себе приобретение сельскохозяйственных механизмов.</li> <li>Варианты адаптации ограничены в строительном секторе, где многие бедные лица работают в условиях отсутствия обеспечения безопасности.</li> <li>Ограничения адаптации могут стать еще большими в некоторых местах в случае потепления в мире еще на 4 °C.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							
Ухудшение доступа к водным ресурсам для сельского и городского бедного населения вследствие нехватки водных ресурсов и усиления конкуренции за воду ( <i>высокая степень достоверности</i> ). [13.2, вставка 13-1]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Адаптация посредством снижения водопользования не является вариантом для многих людей, которые уже сталкиваются с отсутствием адекватного доступа к безопасной воде. Доступ к воде уже подвергается разнообразным формам дискриминации, например по признаку пола или местонахождения. Бедные или маргинализированные пользователи воды не в состоянии конкурировать с забором воды, осуществляемым отраслями промышленности, крупномасштабным сельским хозяйством и другими мощными пользователями.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Настоящее время</td> <td>Очень низкий</td> <td>Средний</td> <td>Очень высокий</td> </tr> <tr> <td>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>2°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[График]</td> </tr> </table>	Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий	Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]			2°C	[График]			4°C	[График]			
Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий																					
Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[График]																							
Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	[График]																							
2°C	[График]																							
4°C	[График]																							

РТК 8.5, в сухих в настоящее время регионах частота повторения засухи, вероятно, возрастет к концу XXI века (*средняя степень достоверности*). В отличие от этого, перспективные оценки показывают, что в высоких широтах произойдет увеличение объема водных ресурсов (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Согласно перспективным оценкам, изменение климата приведет к снижению качества сырой воды и создаст риски для качества питьевой воды, даже при ее традиционной обработке, вследствие взаимодействия следующих факторов: повышение температуры; увеличение отложений наносов и нагрузки питательных веществ и загрязняющих веществ после сильных дождей; повышение концентрации загрязняющих веществ во время засух; и нарушение работы очистных сооружений во время паводков (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). [3.2, 3.4, 3.5, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3, таблицы 3-2 и 23-3, вставки СС-RF и СС-WE; ОД5 РГ I, 12.4]

(A)



(B)

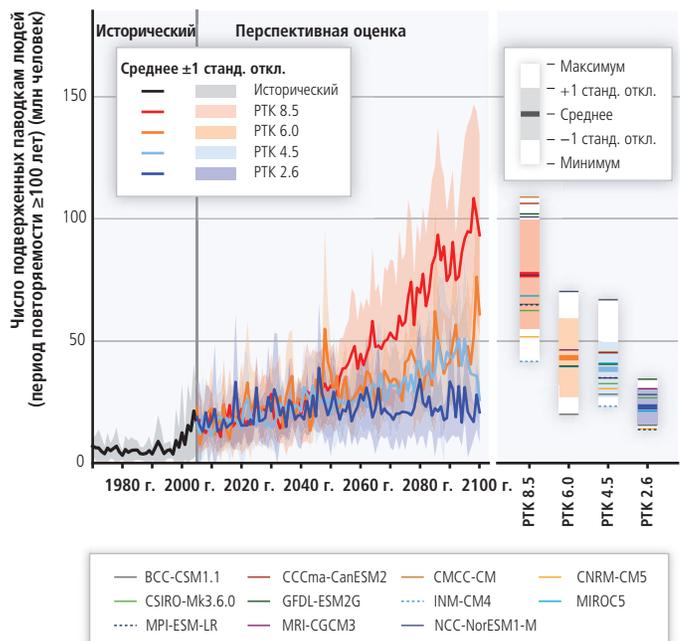


Адаптивная технология менеджмента водных ресурсов, включая планирование сценария, подходы на основе обучения, а также гибкие и обоснованные решения, могут способствовать формированию устойчивости к неопределенным гидрологическим изменениям и воздействиям, вызванным изменением климата (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). К числу препятствий на пути прогресса относятся отсутствие человеческого и институционального потенциала, финансовых ресурсов, осведомленности и коммуникации. [3.6, вставка 25-2]

### Наземные и пресноводные экосистемы

Согласно перспективным оценкам, изменение климата является мощным фактором стресса для наземных и пресноводных экосистем во второй половине XXI века, особенно согласно сценариям значительного потепления, таким как РТК 6.0 и 8.5 (*высокая степень достоверности*). В глобальном мас-

(C)

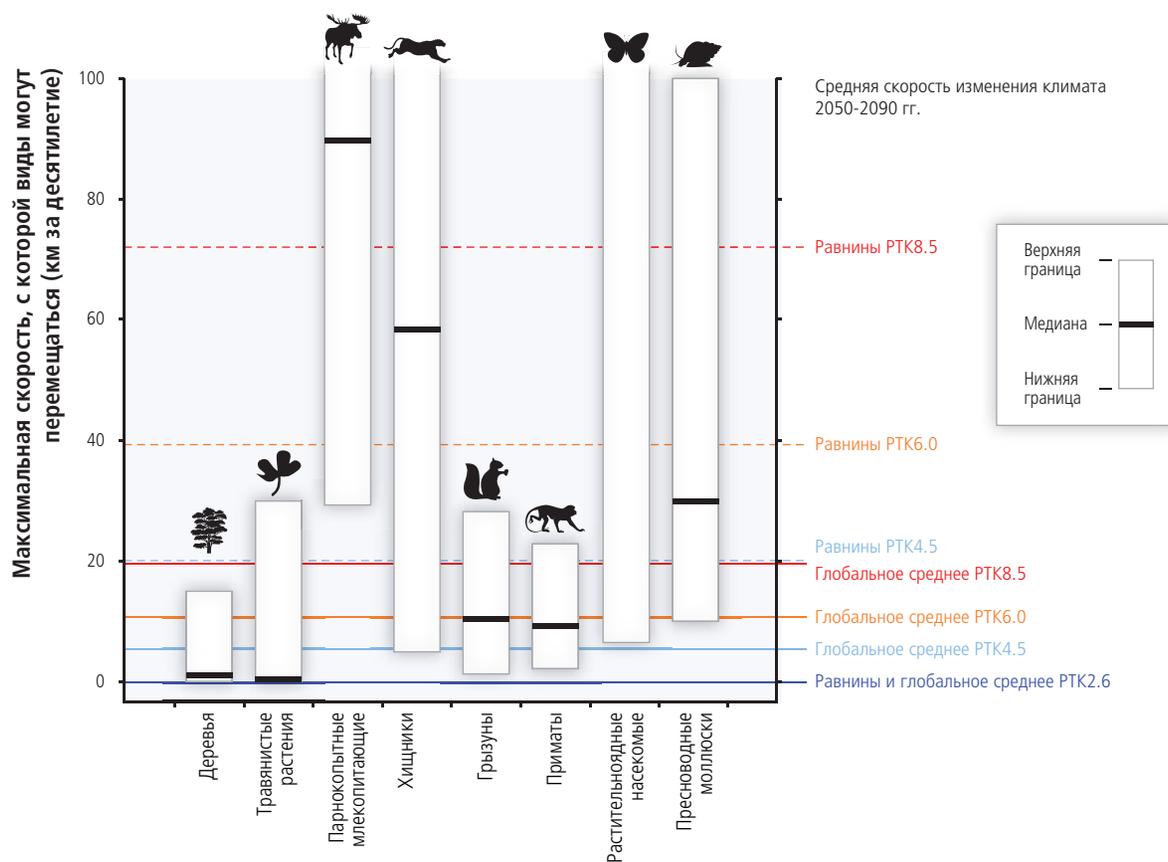


**Рисунок ТР.6 |** (A) Процентное изменение среднегодового расхода воды при повышении глобальной средней температуры на 2 °C по сравнению с 1980-2010 гг. Оттенками цвета показано среднее изменение по мультимодельному ансамблю из пяти моделей общей циркуляции (МОЦ) и 11 глобальных гидрологических моделей (ГГМ), а насыщенный цвет показывает согласие по знаку изменения по всем комбинациям 55 ГГМ-МОЦ (процент модельных прогнозов, согласующихся по знаку изменения). (B) и (C) Перспективная оценка периода повторяемости речных паводков и подверженности, основанные на одной гидрологической модели, определяемой 11 МОЦ, и на данных о глобальном населении в 2005 г. (B) 2080-е годы, согласно РТК 8.5, мультимодельный прогноз на основе среднего периода (годы) повторяемости паводков в 100 лет в XX веке. (C) Глобальная подверженность повторяющемуся раз в 100 лет паводку в XX веке, выраженная в миллионах человек. Слева: Средние по ансамблю исторические (черная линия) и будущие значения модельных расчетов (цветные линии) для каждого сценария. Затенением обозначается  $\pm 1$  стандартное отклонение. Справа: Максимальное и минимальное (протяженность белого цвета) среднее (толстые цветные линии),  $\pm 1$  стандартное отклонение (протяженность затенения) и перспективные оценки каждой МОЦ (тонкие цветные линии), усредненные за XXI век. [Рисунки 3-4 и 3-6]

штабе прямые антропогенные воздействия, такие как изменения в землепользовании, загрязнение и разработка водных ресурсов, будут по-прежнему представлять собой главные угрозы для большинства пресноводных экосистем (**высокая степень достоверности**) и большинства наземных экосистем (**средняя степень достоверности**) в глобальном масштабе вплоть до 2040 г. В течение XXI века многие виды не смогут перемещаться в подходящий для них климат при средней и высокой скорости изменения климата (т.е. РТК 4.5, 6.0 и 8.5) (**средняя степень достоверности**). Более медленные темпы изменения (т.е. РТК 2.6) создают меньше проблем. См. рисунок TP.7. Некоторые виды адаптируются к новому климату. Сократятся популяции тех видов, которые не могут адаптироваться достаточно быстро, или же эти виды исчезнут частично или полностью в пределах своих ареалов. Согласно перспективным оценкам, во многих регионах в XXI веке усилится гибель деревьев и суховершинность лесов как следствие повышения температур и усиления засух (**средняя степень достоверности**). Суховершинность лесов создает риски для хранения углерода, биоразнообразия, производства древесины, качества воды, комфортабельности жизни и экономической деятельности. Меры менеджмента, такие как сохранение генетического разноо-

бразия, содействие миграции и рассредоточение видов, управление режимами нарушений (например пожары, паводки) и уменьшение других стрессов, может уменьшить, но не исключить риски воздействий на наземные и пресноводные экосистемы в результате изменения климата, а также усилить внутреннюю способность экосистем и слагающих их видов адаптироваться к изменяющемуся климату (**высокая степень достоверности**). [4.3, 4.4, 25.6, 26.4, вставки 4-2, 4-3 и CC-RF]

В XXI веке и в последующий период значительная часть как наземных, так и пресноводных видов, сталкивается с возросшим риском уничтожения в случае прогнозируемого изменения климата, особенно вследствие того, что изменение климата взаимодействует с другими факторами стресса, такими как изменение среды обитания, чрезмерная эксплуатация, загрязнение и инвазивные виды (**высокая степень достоверности**). Риск исчезновения возрастает по всем сценариям РТК, при этом увеличение риска происходит одновременно как с величиной, так и скоростью изменения климата. Согласно проекциям моделей, риск исчезновения видов будет повышаться в будущем в результате изменения климата, однако существует **низкая степень согласия** относительно доли видов, которым



**Рисунок TP.7** | Максимальные скорости, с которыми виды могут перемещаться по ландшафтам (на основе данных наблюдений и моделей; вертикальная ось слева), по сравнению со скоростями, с которыми «перемещается» температура, согласно перспективным оценкам, по ландшафтам (скорости изменения климата применительно к температуре; вертикальная ось справа). Воздействия человека, такие как транспортные перевозки или фрагментация среды обитания, могут значительно повысить или понизить скорости перемещения. Белыми вставками с черными полосками показаны пределы и медианы максимальных скоростей перемещения для деревьев, растений, млекопитающих, растительноядных насекомых (медиана не оценена) и пресноводных моллюсков. Для РТК 2.6, 4.5, 6.0 и 8.5 в период 2050-2090 гг. горизонтальными линиями показана скорость изменения климата для глобальной средней площади земли и для обширных равнин. Предполагается, что виды, максимальные скорости которых находятся ниже соответствующей линии, не могут «отслеживать» траектории потепления без вмешательства человека. [Рисунок 4-5]

угрожает повышенный риск, регионального и таксономического распределения подобного исчезновения, а также тех сроков, в течение которых подобное исчезновение могло бы произойти. В предыдущих моделях не учитывались некоторые аспекты, ведущие к появлению неопределенности в количественных проекциях рисков исчезновения; по мере включения более реалистичных деталей было показано, что риски исчезновения могут быть либо недо- или переоценены в тех случаях, когда они основаны на более простых моделях. [4.3, 25.6]

В течение этого столетия величина и скорость изменения климата в условиях сценариев средних-высоких уровней выбросов (РТК 4.5, 6.0 и 8.5) порождают высокий риск резкого и необратимого изменения регионального масштаба, затрагивающего состав, структуру и функции наземных и пресноводных экосистем, включая водно-болотные угодья (**средняя степень достоверности**). Примерами того, что может явиться результатом существенного воздействия на климат, являются бореальная-тундровая арктическая система (**средняя степень достоверности**) и леса бассейна Амазонки (**низкая степень достоверности**). Для бореальной-тундровой системы продолжающееся изменение климата приведет к трансформации состава видов, наземного покрова, дренажа и протяженности многолетней мерзлоты бореальной-тундровой системы, результатом чего станет уменьшение альбедо и выброса парниковых газов (**средняя степень достоверности**), при этом меры по адаптации будут неспособны предотвратить существенное изменение (**высокая степень достоверности**). Все более суровая засуха, наряду с изменениями в землепользовании и лесными пожарами, станет причиной того, что значительная часть леса бассейна Амазонки превратится в менее плотные экосистемы, адаптированные к засухе и пожарам, в связи с чем возрастет риск для биоразнообразия при одновременном уменьшении поглощения чистого углерода из атмосферы (**низкая степень достоверности**). Большие сокращения масштабов обезлесения, а также более широкое применение эффективных мер по борьбе со стихийными пожарами, снизят риск резкого изменения в бассейне Амазонки, а также потенциальные негативные воздействия этого изменения (**средняя степень достоверности**). [4.2, 4.3, рисунок 4-8, вставки 4-3 и 4-4]

Естественное поглощение углерода, обеспечиваемое наземными экосистемами, частично компенсируется в 10-лет-

нем временном масштабе выбросом углерода в результате преобразования естественных экосистем (главным образом лесов) в сельскохозяйственные и пастбищные угодья, а также в результате деградации экосистем (**высокая степень достоверности**). Углерод, хранящийся в наземной биосфере (например в торфяниках, многолетней мерзлоте и лесах), может быть утрачен из-за его ухода в атмосферу в результате изменения климата, обезлесения и деградации экосистем. [4.2, 4.3, вставка 4-3]

## Прибрежные системы и низменные районы

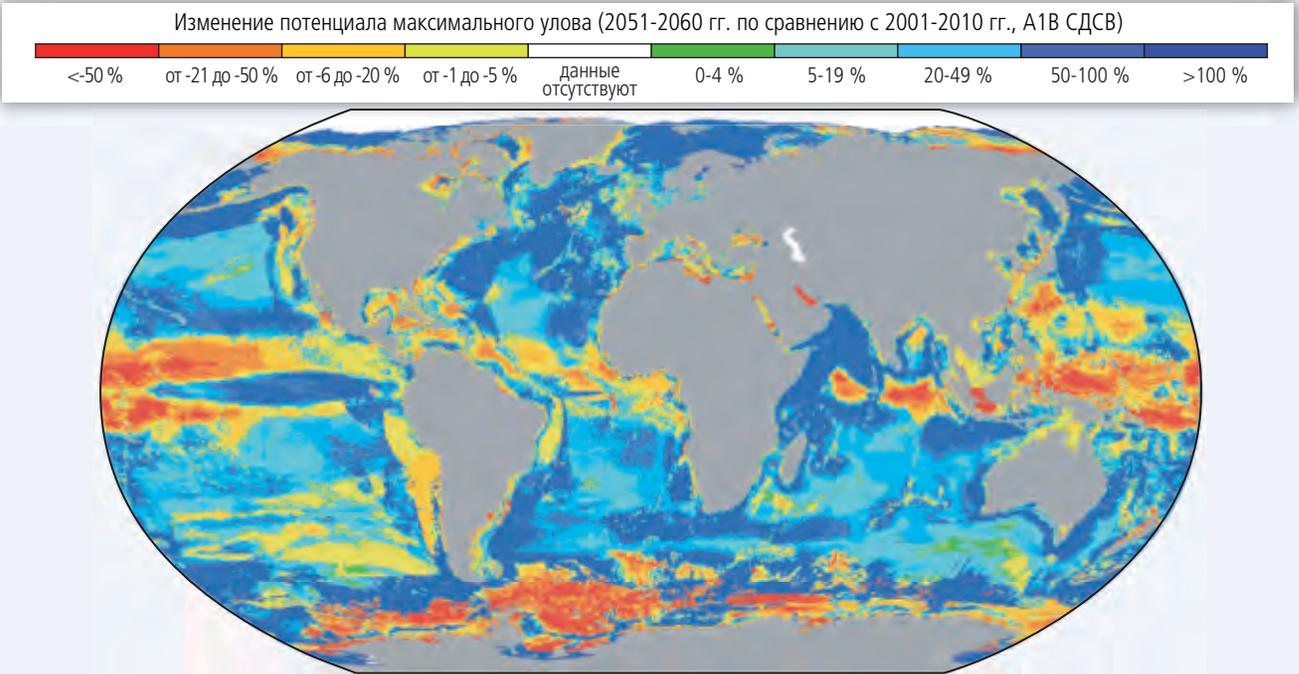
В результате повышения уровня моря, которое, согласно перспективным оценкам, произойдет в течение XXI века и в последующий период, прибрежные системы и низменные районы будут во все большей мере испытывать неблагоприятные воздействия, такие как подтопление, прибрежное наводнение и эрозия прибрежной зоны (**весьма высокая степень достоверности**). Население и имущество, которые, согласно перспективным оценкам, будут подвержены рискам в прибрежной зоне, а также антропогенное давление на прибрежные экосистемы, значительно увеличатся в предстоящие десятилетия вследствие роста населения, экономического развития и урбанизации (**высокая степень достоверности**). Относительные расходы на адаптацию в прибрежной зоне будут весьма различаться между регионами и внутри них в течение XXI века. Ожидается, что некоторые развивающиеся страны, расположенные на малых высотах над уровнем океана, и малые островные государства столкнутся с весьма серьезными воздействиями, которые в некоторых случаях могут сопровождаться расходами в связи с причиненным ущербом и адаптацией в размере нескольких процентных пунктов ВВП. [5.3-5.5, 8.2, 22.3, 24.4, 25.6, 26.3, 26.8, таблица 26-1, вставка 25-1]

## Морские системы

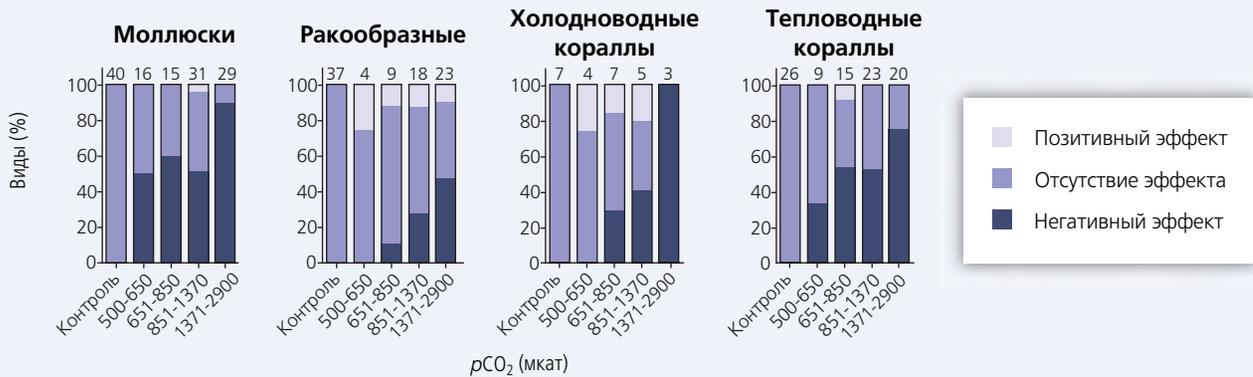
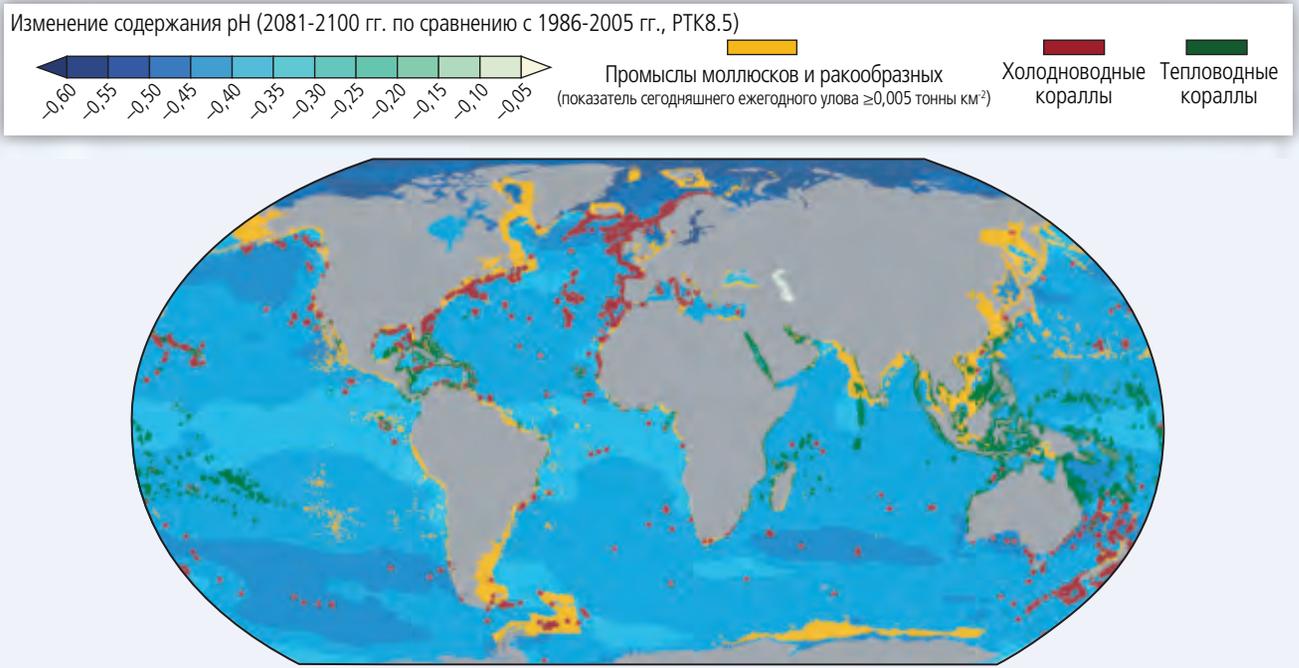
К середине XXI века пространственные сдвиги морских видов вызовут увеличение видового богатства и потенциала улова рыбных промыслов в общей сложности в средних и высоких широтах (**высокая степень достоверности**) и их уменьшение в тропических широтах (**средняя степень достоверности**), результатом чего станет глобальное перераспределение воз-

**Рисунок TP.8 |** Риски для рыбных промыслов от изменения климата. (А) Перспективная оценка глобального перераспределения потенциала максимального улова около 1000 вылавливаемых видов рыб и беспозвоночных. Перспективные оценки сравнивают 10-летние средние за 2001-2010 гг. и 2051-2060 гг., используя для этого сценарий А1В СДСВ, не проводя при этом анализ потенциальных воздействий чрезмерного вылова рыбы или закисления океана. (В) Промысловая добыча морских моллюсков и ракообразных (оценочные показатели сегодняшнего ежегодного для улова  $\geq 0,005$  тонны км<sup>-2</sup>) и известные местонахождения холодно- и тепловодных кораллов, показанные на глобальной карте с перспективной оценкой распределения закисления океана в условиях РТК 8.5 (изменение содержания рН с 1986-2005 гг. по 2081-2100 гг.). [Рисунок РП.8 ОД5 РГ I] На нижней части рисунка дается сравнение чувствительности к закислению океана моллюсков, ракообразных и кораллов, уязвимых видов животных, с указанием социально-экономической актуальности (например для защиты прибрежной зоны и рыбных промыслов). Число видов, проанализированных в разных исследованиях, приводится по каждой категории повышенной концентрации CO<sub>2</sub>. Для 2010 г. сценарии РТК, подпадающие под каждую категорию парциального давления CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>), являются следующими: РТК 4.5 для 500-650 мкат (мкат – приблизительно эквивалент рртв в атмосфере); РТК 6.0 для 651-850 мкат; и РТК 8.5 для 851-1370 мкат. К 2150 г. РТК 8.5 подпадает под категорию 1371-2900 мкат. Контрольная категория соответствует 380 мкат. [6.1, 6.3, 30.5, рисунки 6-10 и 6-14; ОД5 РГ I, вставка РП.1]

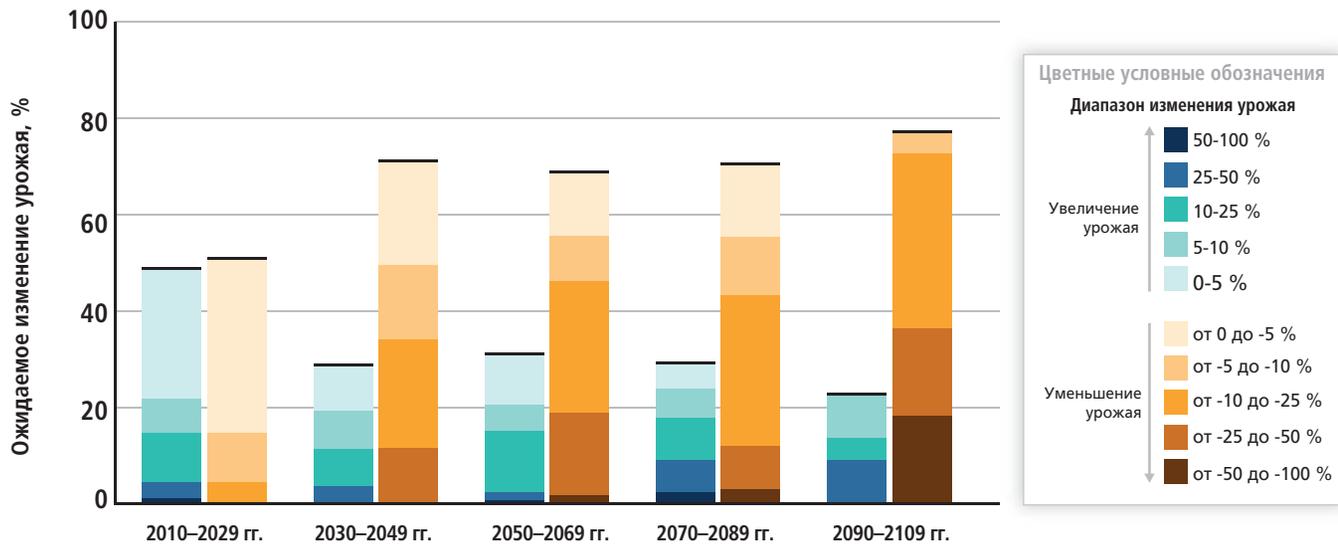
(A)



(B)



TP



**Рисунок TP.9** | Сводка перспективных оценок изменений урожая сельскохозяйственных культур, вызванных изменением климата в течение XXI века. Рисунок содержит перспективные оценки для разных сценариев выбросов, для регионов с тропическим и умеренным климатом и для сочетания случаев адаптации и неадаптации. В относительно малом числе исследований рассматривались воздействия на системы выращивания сельскохозяйственных культур применительно к сценариям, в которых средняя глобальная температура повышалась на 4 °C или более. Для пяти временных рамок в краткосрочной и долгосрочной перспективе данные (n = 1090) показаны по 20-летним периодам на горизонтальной оси, которая включает среднюю точку для каждого периода будущего, для которого выполняются оценки. Изменения в урожае сельскохозяйственных культур рассчитывались относительно уровней конца XX века. Доли (%) данных разных категорий для каждой из временных рамок дают в сумме 100 %. [Рисунок 7-5]

**возможностей для вылова рыбы и беспозвоночных, сопровождаемое последствиями для продовольственной безопасности (средняя степень достоверности).** Пространственные сдвиги морских видов вследствие ожидаемого потепления вызовут инвазии в высоких широтах и обусловят высокие скорости локального исчезновения видов в тропиках и полузамкнутых морях (средняя степень достоверности). Перемещения животных вызовут увеличение на 30-70 % добычи рыбных промыслов в некоторых регионах высоких широт к 2055 г. (относительно 2005 г.), перераспределение в средних широтах и сокращение на 40-60 % в некоторых тропических регионах и в Антарктике в случае потепления на 2 °C по сравнению с доиндустриальными уровнями (средняя степень достоверности в отношении направления трендов добычи рыбных промыслов, низкая степень достоверности в отношении точных величин изменения объема добычи). См. рисунок TP.8A. Согласно перспективным оценкам, дальнейшее сужение среды обитания видов рыб и других зависящих от содержания O<sub>2</sub> организмов произойдет в результате постепенного расширения зон с минимальным содержанием кислорода и бескислородных «мертвых зон» (средняя степень достоверности). Согласно перспективным оценкам, произойдет перераспределение чистой первичной продукции в открытом океане, и к 2100 г. она глобально сократится, согласно всем сценариям РТК. [6.3-6.5, 7.4, 25.6, 28.3, 30.4-30.6, вставки CC-MB и CC-PP]

Согласно перспективным оценкам, изменение климата к середине XXI века и в последующий период станет причиной того, что глобальное перераспределение морских видов и уменьшение морского биоразнообразия в чувствительных регионах создадут проблемы для устойчивого обеспечения продуктивности рыбных промыслов и других экосистемных товаров и услуг (высокая степень достоверности).

Социально-экономическая уязвимость является наивысшей в развивающихся тропических странах и она ведет к появлению рисков в результате сокращения поставок, доходов и занятости на морских рыбных промыслах. [6.4, 6.5]

Согласно сценариям средних-высоких уровней выбросов (РТК 4.5, 6.0 и 8.5), закисление океана создает значительные риски для морских экосистем, особенно полярных экосистем и коралловых рифов, связанные с воздействием на физиологию, поведение и динамику популяций отдельных видов – от фитопланктона до животных (средняя-высокая степень достоверности). См. вставку TP.7. Моллюски с высоким содержанием кальция, иглокожие и рифообразующие кораллы являются более чувствительными по сравнению с ракообразными (высокая степень достоверности) и рыбами (низкая степень достоверности), что имеет потенциально вредные последствия для рыбных промыслов и средств к существованию (рисунок TP.8B). Закисление океана действует наряду с другими глобальными изменениями (например потепление, снижение уровня содержания кислорода) и локальными изменениями (например загрязнение, эвтрофикация) (высокая степень достоверности). Одновременно действующие факторы, такие как потепление и закисление океана, могут привести к интерактивным, комплексным и повышенным воздействиям на виды и экосистемы. [5.4, 6.3-6.5, 22.3, 25.6, 28.3, 30.5, вставки CC-CR и CC-OA]

Изменение климата усиливает опасность чрезмерного рыбного промысла и других неклиматических факторов стресса, усложняя таким образом режимы менеджмента морской среды (высокая степень достоверности). В краткосрочной перспективе стратегии, включая прогнозирование климата и системы раннего преду-

преждевения, могут снизить риски от потепления и закисления океана для некоторых рыбных промыслов и отраслей аквакультуры. Рыбные промыслы и отрасли аквакультуры, располагающие высокой технологией и/или крупными инвестициями, а также морское судостроение и нефтегазовые отрасли, имеют широкие возможности для адаптации благодаря более значительному развитию экологического мониторинга, моделирования и проведения оценок ресурсов. Для менее масштабных рыбных промыслов и развивающихся стран обеспечение социальной устойчивости, альтернативных средств существования и гибкости в сфере занятости являются важными стратегиями для уменьшения уязвимости зависящих от океана людских сообществ. [6.4, 7.3, 7.4, 25.6, 29.4, 30.6, 30.7]

#### Продовольственная безопасность и системы производства продовольствия

Для основных сельскохозяйственных культур (пшеница, рис и кукуруза), выращиваемых в регионах с тропическим и умеренным климатом, изменение климата без адаптации к нему негативно скажется, согласно перспективным оценкам, на производстве в случае превышения локальной температурой уровней конца XX века на 2 °C или более, хотя в отдельных местах это превышение может оказаться благоприятным (*средняя степень достоверности*). Ожидаемые последствия варьируют в зависимости от видов культур и регионов и сценариев адаптации, при этом около 10 % проекций на период 2030-2049 гг. показывают повышение урожая более чем на 10 %, и порядка 10 % проекций показывают снижение урожая более чем на 25 % по сравнению с концом XX века. После 2050 г. риск более тяжелых последствий для урожайности повышается и зависит от уровня потепления. См. рисунок TP.9. Согласно перспективным оценкам, изменение климата приведет к постепенному повышению межгодовой изменчивости в урожаях сельскохозяйственных культур во многих регионах. Эти ожидаемые воздействия будут происходить в контексте быстрого повышения спроса на сельскохозяйственные культуры. [7.4, 7.5, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, таблица 7-2, рисунки 7-4, 7-5, 7-6, 7-7 и 7-8]

Все аспекты продовольственной безопасности потенциально затронуты изменением климата, включая доступ к продовольствию, его использование и стабильность цен (*высокая степень достоверности*). Redistribution Перераспределение потенциала улова морских рыбных промыслов в направлении более высоких широт создает риск снижения поставок, дохода и занятости в тропических странах с потенциальными последствиями для продовольственной безопасности (*средняя степень достоверности*). Повышение глобальной температуры на ~4 °C или более по сравнению с уровнями конца XX века в сочетании с увеличением спроса на продовольствие

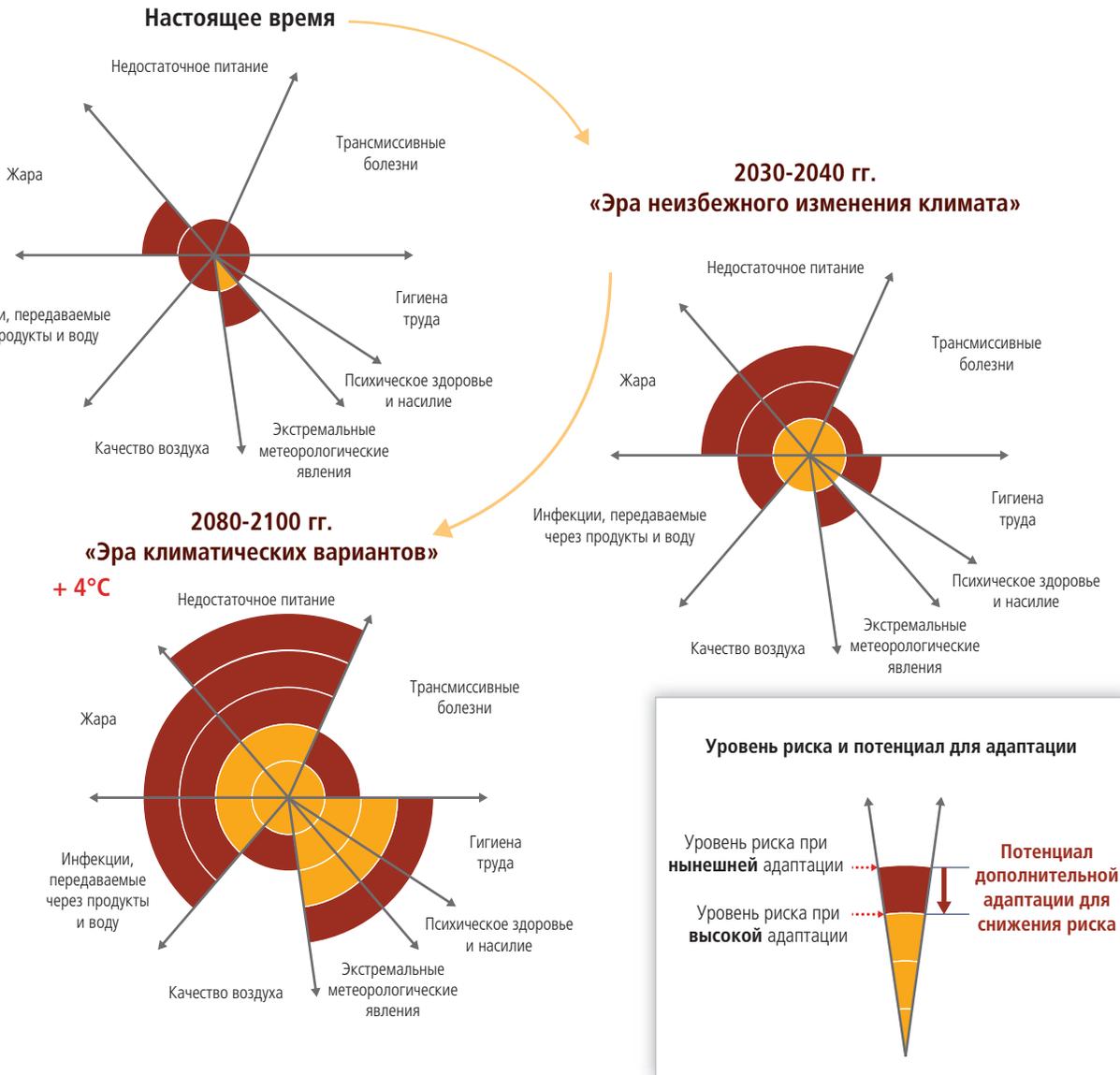
создаст значительные риски для продовольственной безопасности в глобальном и региональном масштабах (*высокая степень достоверности*). Риски для продовольственной безопасности являются, как правило, более значительными в районах низких широт. [6.3-6.5, 7.4, 7.5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, таблица 7-3, рисунки 7-1, 7-4 и 7-7, вставка 7-1]

#### Городские районы

Многие глобальные риски изменения климата сконцентрированы в городских районах (*средняя степень достоверности*). Меры, которые обеспечивают устойчивость и стимулируют устойчивое развитие, могут глобально ускорить адаптацию к изменению климата. Тепловой стресс, экстремальные осадки, материковое и прибрежное наводнение, оползни, загрязнение воздуха, засуха и скудные водные ресурсы – все это создает риски в городских районах для людей, имущества, экономики и экосистем (*весьма высокая степень достоверности*). Риски возрастают для тех, кто не имеет базовой инфраструктуры и обслуживания или живет в низкокачественных жилищах и подверженных рискам местах. Снижение дефицита базового обслуживания, улучшение жилищных условий и строительство устойчивых инфраструктурных систем могли бы значительно снизить уязвимость и подверженность рискам в городских районах. Адаптации на уровне городов благоприятствуют эффективное многоуровневое управление рисками в городах, согласование программ и стимулов, усиление адаптационного потенциала местных правительств и общин, синергия с частным сектором, а также надлежащее финансирование и институциональное развитие (*средняя степень достоверности*). Адаптации также благоприятствуют усиленный потенциал, выражение мнений и влияние групп населения с низким уровнем дохода и уязвимых сообществ, и их партнерство с местными правительствами. [3.5, 8.2-8.4, 22.3, 24.4, 24.5, 26.8, таблица 8-2, вставки 25-9 и CC-NS]

#### Сельские районы

В ближайшей перспективе и последующий период ожидаются серьезные последствия для сельских районов из-за воздействий на доступность водных ресурсов и водоснабжение, продовольственную безопасность и доходы от сельского хозяйства, включая сдвиги районов выращивания продовольственных и непродовольственных сельскохозяйственных культур по всем миру (*высокая степень достоверности*). Предполагается, что эти воздействия непропорционально затронут благосостояние бедных групп населения в сельских районах, таких как в домашних хозяйствах, введомых женщинами, и лиц с ограниченным доступом к земле, современным сельскохозяйственным исходным материалам, инфраструктуре и образованию. Изменение климата вызовет увеличение объемов меж-



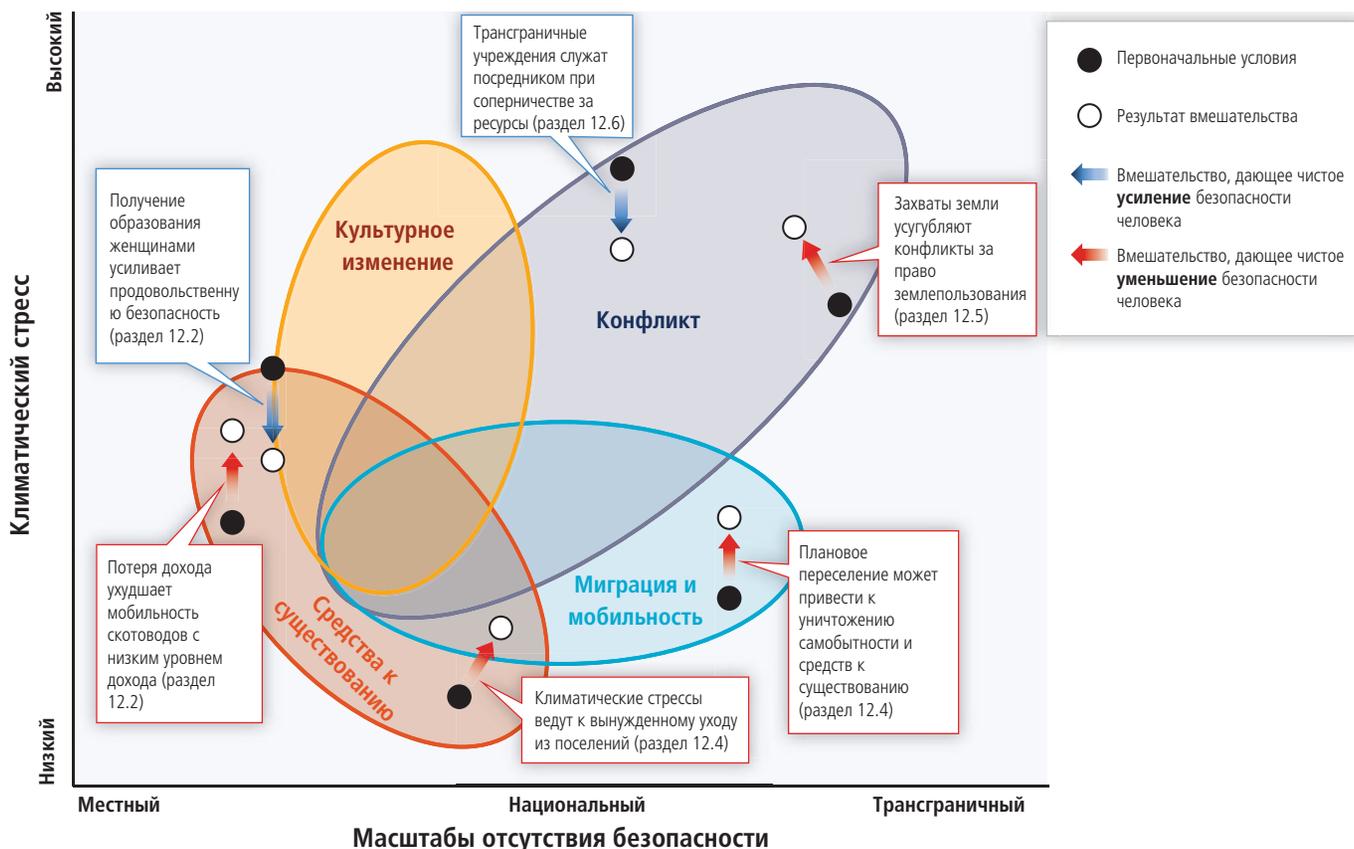
**Рисунок TP.10** | Концептуальное представление рисков для здоровья в результате изменений климата и потенциал для уменьшения риска посредством адаптации. Риски определяются в рамках восьми связанных со здоровьем категорий, основанных на оценке литературы и экспертных суждениях авторов главы 11. Ширина сегмента круга дает количественное представление об относительной важности с точки зрения проблемы слабого здоровья в глобальном масштабе в настоящее время. Уровни риска оцениваются для текущего и ближнесрочного периода неизбежного изменения климата (в данном случае 2030-2040 гг.). Для некоторых категорий, например трансмиссивных заболеваний, стресса от жары/холода, сельскохозяйственного производства и недостаточного питания, могут иметь место выгоды для здоровья в некоторых областях, однако ожидается, что итоговое воздействие будет негативным. Уровни риска представлены также для долгосрочного периода климатических вариантов (в данном случае 2080-2100 гг.) в случае повышения глобальной средней температуры на 4 °C по сравнению с доиндустриальными уровнями. Для каждой временной рамки уровни риска оцениваются относительно текущего состояния адаптации и гипотетического высоко адаптированного состояния, показанного разными цветами. [Рисунок 11-6]

дународной торговли сельхозпродуктами как в физическом, так и стоимостном выражении (*ограниченные доказательства, средняя степень согласия*). Импорт продовольствия может помочь странам приспособиться к шокам в сфере национальной производительности, вызванным изменением климата, в то время как краткосрочный дефицит продовольствия в развивающихся странах с низким доходом может быть компенсирован путем оказания продовольственной помощи. Дальнейшие адаптации в сфере сельского хозяйства, водных ресурсов, лесного хозяйства и биоразнообразия могут осуществляться по линии программ, учитывающих контексты принятия решений в сельских районах. Торговая реформа и инвестирование могут улучшить доступ к рынку для малых фермерских хозяйств (*средняя степень достоверности*). Оценка стоимости неторгуемых

экосистемных услуг и ограничения моделей экономической оценки, которые объединяются в разных контекстах, создают проблемы для оценки воздействий на сельские районы. [9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4, вставка 25-5]

### Ключевые экономические сектора и услуги

Для большинства экономических секторов воздействия таких факторов, как изменения в демографическом составе, возрастной структуре, доходах, технологии, относительных ценах, стиле жизни, нормативном регулировании и управлении, согласно перспективным оценкам, являются значительными по сравнению с воздействиями изменения климата (*средняя степень достоверности, высокая степень согласия*). Согласно перспективным оценкам, изменение климата



**Рисунок TP.11** | Схематическое изображение рисков изменения климата для безопасности человека и взаимодействий между средствами к существованию, конфликтом, культурой и миграцией. Меры вмешательства и программы показаны в виде разницы между первоначальными условиями (сплошные черные кружки) и результатом вмешательства (белые кружки). Некоторые меры вмешательства (синие стрелы) показывают чистое усиление безопасности человека, в то время как другие меры (красные стрелки) ведут к чистому уменьшению безопасности человека. [Рисунок 12-3]

приведет к снижению спроса на энергию, необходимую для отопления, и повышению спроса на энергию, необходимую для систем охлаждения в жилом и коммерческом секторах (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Согласно перспективным оценкам, изменение климата по-разному затронет энергетические источники и технологии в зависимости от используемых ресурсов (например водный поток, ветер, инсоляция), технологических процессов (например охлаждение) или местонахождения (например прибрежные районы, поймы). Согласно перспективным оценкам, более суровые и/или частые экстремальные метеорологические явления и/или опасные явления приведут к увеличению потерь и изменчивости потерь в разных регионах. Это приведет к появлению проблем у систем страхования, связанных с предложением доступного страхового покрытия при одновременном увеличении основанного на рисках капитала, особенно в развивающихся странах. Примерами адапционных мер являются крупномасштабные инициативы по уменьшению рисков в государственном и частном секторах и диверсификация экономической деятельности. [3.5, 10.2, 10.7, 10.10, 17.4, 17.5, 25.7, 26.7-26.9, вставка 25-7]

**Изменение климата может влиять на техническое состояние и надежность трубопроводов и электрических сетей (*доказательства средней степени, средняя степень согласия*)**. В результате изменения климата может потребоваться внесение изменений в проектировочные

стандарты строительства и эксплуатации трубопроводов, а также линий электропередачи и распределения. Внедрение существующей технологии, применяемой в других географических и климатических условиях, может снизить расходы на адаптацию новой инфраструктуры, а также стоимость переоборудования существующих трубопроводов и сетей. Изменение климата может негативно сказаться на транспортной инфраструктуре (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). Любая инфраструктура уязвима для циклов заморозки-оттепель; асфальтированные дороги являются особенно уязвимыми для экстремальных температур, а неасфальтированные дороги и мосты – экстремальным осадкам. Особенно уязвимой является транспортная инфраструктура, построенная на льду или многолетней мерзлоте. [10.2, 10.4, 25.7, 26.7]

**Изменение климата затронет туристические курорты, особенно горнолыжные курорты, пляжные курорты и природные курорты (*твердые доказательства, высокая степень согласия*)**, и туристы могут проводить свои отпуска в местах, расположенных на больших высотах и в более высоких широтах (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). Экономические последствия изменений спроса и предложения в сфере туризма, вызванных изменением климата, принесут выгоды странам, которые находятся более близко к полюсам, и странам с высокогорными районами, и вызовут потери у других стран. [10.6, 25.7]

Глобальные экономические последствия изменения климата с трудом поддаются оценке. Оценки экономических последствий, полученные за последние 20 лет, варьируют по своему охвату совокупностей экономических секторов и зависят от большого числа предположений, многие из которых являются спорными; многие оценки не учитывают катастрофические изменения, переломные моменты и многие другие факторы. С учетом этих осознанных ограничений неполные оценки глобальных ежегодных экономических потерь вследствие дополнительного повышения температуры на ~2 °C составляют от 0,2 до 2,0 % дохода ( $\pm$  одно стандартное отклонение от среднего значения) (*доказательства средней степени, средняя степень согласия*). Потери, скорее вероятно, чем нет, будут скорее большими, а не меньшими, по сравнению с этим диапазоном (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). Помимо этого имеются большие различия между странами и внутри стран. Темпы потерь ускоряются по мере все большего потепления (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*), однако выполнено еще мало количественных оценок, касающихся дальнейшего повышения температуры приблизительно на 3 °C или выше. Оценки нарастающего экономического воздействия в результате выброса диоксида углерода лежат в пределах от нескольких долларов до нескольких сотен долларов на тонну углерода<sup>3</sup> (*твердые доказательства, средняя степень согласия*). Оценки весьма отличаются друг от друга, в зависимости от предполагаемой функции ущерба и ставки дисконта. [10.9]

## Здоровье человека

Согласно перспективным оценкам, до середины века изменение климата будет оказывать воздействие на здоровье человека, главным образом усугубляя уже существующие проблемы здоровья (*весьма высокая степень достоверности*). Как ожидается, в течение XXI века изменение климата привет к увеличению числа людей с плохим здоровьем во многих регионах, и особенно в развивающихся странах с низким уровнем дохода, по сравнению с базовым показателем, не учитывающим изменение климата (*высокая степень достоверности*). Примеры включают большую вероятность увечий, болезней и смертных случаев в результате более интенсивных волн тепла и пожаров (*весьма высокая степень достоверности*); повышенную вероятность недостаточного питания вследствие сокращения производства продовольствия в бедных регионах (*высокая степень достоверности*); риски, связанные с потерей трудоспособности и уменьшением производительности труда среди уязвимых групп населения; и все большие риски, связанные с болезнями, передаваемыми через продукты питания и воду (*весьма высокая степень достоверности*), и болезнями, передаваемыми

через переносчиков инфекции (*средняя степень достоверности*). Воздействия на здоровье будут уменьшены, но не ликвидированы, в тех группах населения, которые получают выгоду от быстрого социально-экономического развития, особенно среди наиболее бедных и наименее здоровых групп (*высокая степень достоверности*). Изменение климата вызовет увеличение спроса на медицинское обслуживание и оборудование, включая программы общественного здравоохранения, мероприятия по профилактике заболеваний, медицинский персонал, инфраструктуру и поставки лекарственных средств (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). Позитивные эффекты будут включать, как ожидается, незначительное уменьшение случаев смертности и заболеваемости из-за холодной погоды в некоторых регионах благодаря меньшему числу явлений холодной погоды (*низкая степень достоверности*), географическим сдвигам в производстве продовольствия (*средняя степень достоверности*) и меньшей способности переносчиков инфекции передавать некоторые заболевания. Однако глобально в течение XXI века масштабы и тяжесть негативных последствий будут во все большей степени перевешивать, согласно перспективным оценкам, позитивные последствия (*высокая степень достоверности*). В ближайшей перспективе наиболее эффективными мерами по уменьшению уязвимости людей в плане их здоровья являются программы, в рамках которых осуществляются и совершенствуются базовые мероприятия в области общественного здравоохранения, такие как обеспечение чистой водой и санитарными условиями, гарантированное первичное медицинское обслуживание, включая вакцинацию и службы по охране здоровья детей, усиление потенциала для обеспечения готовности к бедствиям и принятия мер реагирования, а также уменьшение масштабов нищеты (*весьма высокая степень достоверности*). К 2100 г., по сценарию высокого уровня выбросов РТК8.5, сочетание высокой температуры и влажности в некоторых районах в определенные части года приведет, согласно перспективным оценкам, к нарушению нормальной деятельности человека, включая выращивание продовольственных культур и работу на открытом воздухе (*высокая степень достоверности*). См. рисунок ТР.10. [8.2, 11.3-11.8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6, рисунок 25-5, вставка СС-НС]

## Безопасность человека

По мере изменения климата безопасность человека будет находиться под все большей угрозой (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Отсутствие безопасности человека почти никогда невозможно объяснить единственной причиной, и скорее наоборот, она является следствием взаимодействия множества факторов. Изменение климата является важным фактором, угрожающим безопасности человека в результате: (1) уничтожения средств к существованию; (2) появление

<sup>3</sup> 1 tonne of carbon = 3.667 tonne of CO<sub>2</sub>

опасности для культуры и самобытности; (3) усиление миграции, которую люди старались скорее избежать; и (4) появления сомнений относительно способности государств обеспечить условия, необходимые для безопасности человека. См. рисунок TP.11. [12.1-12.4, 12.6]

**Изменение климата подвергнет опасности культурные ценности, которые имеют важное значение для благосостояния сообщества и отдельных лиц (доказательства средней степени, высокая степень согласия).** Влияние изменения климата на культуру будет варьировать от общества к обществу и во времени, в зависимости от устойчивости на культурном уровне и наличия механизмов для сохранения и передачи знаний. Меняющиеся погодные и климатические условия несут в себе опасность культурным традициям, укоренившимся в средствах к существованию и нашедшим свое выражение в национальных идеях, взглядах на мир, идентичности, сплоченности сообщества и чувстве принадлежности. Например утрата земли и перемещение на малых островах и в прибрежных общинах характеризуется хорошо документированными негативными воздействиями на культуру и благосостояние. [12.3, 12.4]

**Согласно перспективным оценкам, изменение климата в течение XXI века увеличит масштабы перемещения людей (доказательства средней степени, высокая степень согласия).** Риск перемещения населения возрастает, когда группа населения, не имеющая ресурсов для плановой миграции, испытывают повышенную подверженность экстремальным метеорологическим явлениям как в сельских, так и городских районах, особенно в развивающихся странах с низким уровнем дохода. Расширение возможностей для мобильности может уменьшить уязвимость таких групп населения. Изменения в миграционных структурах могут стать ответной реакцией как на экстремальные метеорологические явления, так и на долгосрочную изменчивость и изменение климата, и миграция может также быть эффективной стратегией адаптации. Существует *низкая степень достоверности* в отношении количественных перспективных оценок изменений в мобильности, что объясняется ее сложным и многопричинным характером. [9.3, 12.4, 19.4, 22.3, 25.9]

**Изменение климата может косвенным образом повысить риски насильственных конфликтов в форме гражданской войны или межгруппового насилия в результате усиления хорошо документированных факторов этих конфликтов, таких как нищета и экономические шоки (средняя степень достоверности).** Множество доказательств связывают изменчивость климата с этими формами конфликта. [12.5, 13.2, 19.4]

**Предполагается, что воздействия изменения климата на жизненно важную инфраструктуру и территориальную целостность многих государств окажут влияние на политику в области**

**национальной безопасности (доказательства средней степени, средняя степень согласия).** Например, подтопление территории в результате подъема уровня моря создает риски для целостности территорий малых островных государств и государств с большой протяженностью береговых линий. Некоторые трансграничные воздействия изменения климата, такие как изменения, связанные с морским льдом, совместно используемыми водными ресурсами и морскими рыбными запасами, могут в перспективе усилить соперничество между государствами, однако четко действующие национальные и межправительственные учреждения могут активизировать сотрудничество и разрешать многие из этих спорных вопросов. [12.5, 12.6, 23.9, 25.9]

### Средства к существованию и нищета

**В течение XXI века воздействия изменения климата замедлят, согласно перспективным оценкам, экономический рост, затруднят уменьшение масштабов нищеты, еще больше ослабят продовольственную безопасность, продлят существование «ловушек нищеты» и создадут новые такие ловушки, причем последние будут особенно характерны для городских районов и возникающих горячих точек голода (средняя степень достоверности).** Ожидается, что воздействия изменения климата усугубят нищету в большинстве развивающихся стран и создадут новые «карманы» нищеты в странах с усиливающимся неравенством, причем как в развитых, так и развивающихся странах. В городских и сельских районах бедные домашние хозяйства, которые зависят от получения заработной платы и являются чистыми покупателями продовольствия, будут особенно затронуты, как ожидается, вследствие роста цен на продовольствие, в том числе в регионах, характеризующихся отсутствием какой-либо продовольственной безопасности и высокой степенью неравенства (особенно в Африке), хотя от этой ситуации могут выиграть лица, самостоятельно занятые в сельском хозяйстве. Программы страхования, меры социальной защиты и менеджмент рисков бедствий могут усилить в долгосрочной перспективе устойчивость средств к существованию бедных и маргинализированных слоев населения, если эти программы направлены на ликвидацию нищеты и многостороннего неравенства. [8.1, 8.3, 8.4, 9.3, 10.9, 13.2-13.4, 22.3, 26.8]

### В-3. Региональные риски и потенциал для адаптации

Риски будут меняться во времени для разных регионов и групп населения в зависимости от колоссального числа факторов, включая степень адаптации и смягчения воздействий. Подборка ключевых региональных рисков, идентифицированных со *средней-высокой степенью достоверности*, представлена в таблице TP.5. Согласно перспективным оценкам, изменения климата и увеличение концентрации CO<sub>2</sub>

## Вставка TP.7 | Закисление океана

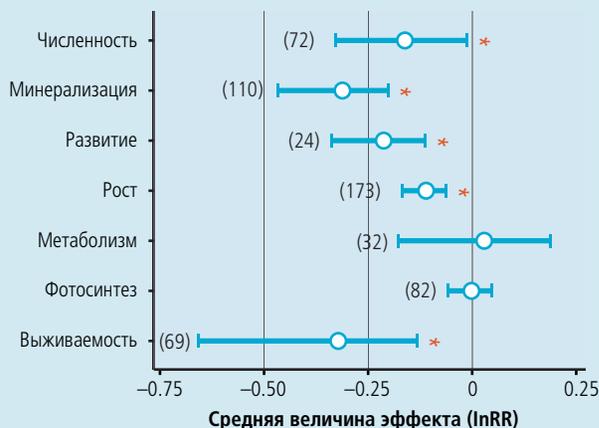
Антропогенное закисление океана и глобальное потепление имеют одну и ту же общую исходную причину, а именно увеличение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере (вставка TP.7, рисунок 1А). [ОД5 РГ I, 2.2] На местном уровне закислению океана способствуют эвтрофикация, апвеллинг и отложение атмосферного азота и серы. [5.3, 6.1, 30.3] Фундаментальные химические процессы, связанные с закислением океана, являются хорошо понятными (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). [30.3; ОД5 РГ I, 3.8, 6.4] Большой трудностью характеризовались понимание и перспективная оценка изменений, происходящих в рамках более сложных прибрежных систем. [5.3, 30.3]

Процесс закисления океана происходит совместно с другими глобальными изменениями (например потепление, снижение уровней кислорода) и с локальными изменениями (например загрязнение, эвтрофикация) (*высокая степень достоверности*). Одновременно действующие факторы, такие как потепление и закисление океана, могут стать причиной интерактивных, комплексных и усиленных воздействий на виды и экосистемы. Схема позитивных и негативных воздействий закисления океана является актуальной для процессов и организмов (*высокая степень достоверности*; вставка TP.7, рисунок 1B), однако ключевые неопределенности по-прежнему сохраняются на уровнях от организмов до экосистем. В среде организмов и между ними существует широкий диапазон факторов чувствительности, при этом она является более высокой на ранних этапах жизни. [6.3] В результате более низкого содержания pH замедляются темпы процесса отвердения тканей большинства, но не всех, обитающих на морском дне известковых организмов, в результате чего снижается их конкурентоспособность с неизвестковыми организмами (*твердые доказательства, средняя степень согласия*). [5.4, 6.3] Закисление океана стимулирует растворение карбоната кальция (*весьма высокая степень достоверности*). Стимулируются рост и первичное производство в морской траве и некоторых видов фитопланктона (*высокая степень достоверности*), и более частым может стать вредное цветение водорослей

(A)



(B)



**Вставка TP.7, рисунок 1** | Вставка TP.7, рисунок 1 (A) Обзор химических, биологических и социально-экономических воздействий закисления океана и вариантов политики. (B) Эффект закисления в ближайшем будущем (уменьшение содержания pH в морской воде ≤0,5 единицы) на основных переменные реагирования, оцененный с использованием метаанализов взвешенных выборочных эффектов, за исключением выживания, которое не взвешивалось. Логарифмически преобразованный коэффициент реагирования (lnRR) – это отношение среднего эффекта при обработке показателей закисления к среднему эффекту в контрольной группе. Он показывает то, какой процесс наиболее равномерно затронут закислением океана, однако между видами существует значительная изменчивость. Значение определяется, когда полученный методом бутстрэпа 95-процентный доверительный интервал не пересекает нулевое значение. В скобках показано число экспериментов, использованных в данных анализах. Значок \* обозначает статистически значимый эффект. [Рисунок OA-1, вставка CC-OA]

Продолжение на следующей стр. →

## Вставка TP.7 (продолжение)

(ограниченные доказательства, средняя степень согласия). Сообщалось о серьезных поведенческих нарушениях рыбных популяций (*высокая степень достоверности*). [6.3] Природные системы в местах выхода CO<sub>2</sub> характеризуются уменьшением биоразнообразия видов, биомассы и алиментарной многокомпонентности. Сдвиги в функционировании и распространении организмов изменяют как взаимодействия между хищниками и жертвами, так и конкурирующие взаимодействия, что может оказать воздействие на пищевые сети и более высокие алиментарные уровни (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). [6.3]

В нескольких исследованиях содержатся *ограниченные выводы*, касающиеся адаптации фитопланктона и моллюсков. Однако массовые исчезновения в истории Земли происходили при гораздо более медленных темпах изменения закисления океана, сочетавшегося с другими факторами, что дает возможность предполагать, что эволюционные темпы могут оказаться слишком медленными у чувствительных и долгоживущих видов, для того чтобы они адаптировались к темпам будущего изменения, фигурирующим в перспективных оценках (*средняя степень достоверности*). [6.1]

Биологические, экологические и биогеохимические изменения, вызываемые закислением океана, затронут ключевые экосистемные услуги. Океаны станут менее эффективными в плане поглощения CO<sub>2</sub> и, соответственно, смягчения климата (*весьма высокая степень достоверности*). [ОД5 РГ I, рисунок 6.26] Воздействия закисления океана на коралловые рифы, наряду с воздействиями термального стресса (вызывающего массовое обесцвечивание и гибель кораллов) и повышением уровня моря, приведут к снижению их роли в защите береговой линии, а также их прямых и косвенных выгод для рыболовецкой и туристической отраслей (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). [Вставка CC-CR] К 2100 г. общая стоимость снижения продуктивности моллюсков может превысить 100 млрд долл. США (*низкая степень достоверности*). Наибольшая неопределенность заключается в том, каким образом воздействия на более низких алиментарных уровнях будут распространяться по продовольственным сетям и вплоть до высших хищников. Модели показывают, что закисление океана приведет в целом к снижению биомассы и добычи рыбы (*низкая степень достоверности*), и будут наблюдаться комплексные дополнительные, антоганистические и/или синергичные взаимодействия с разрушительными последствиями для экосистем, а также для важных экосистемных товаров и услуг.

в атмосфере будут иметь позитивные эффекты для некоторых секторов в некоторых местах. Расширенное резюме региональных рисков и более ограниченные потенциальные выгоды см. во вступительных обзорах по каждому региону ниже, а также ОД5 РГ II, часть В: Региональные аспекты, главы 21-30.

**Африка.** Изменение климата усилит существующий стресс для имеющихся водных ресурсов и для сельскохозяйственных систем, особенно в полусухих климатических условиях (*высокая степень достоверности*). Повышение температуры и изменения в осадках приведут, весьма вероятно, к снижению продуктивности зерновых культур, что будет иметь весьма неблагоприятные последствия для продовольственной безопасности (*высокая степень достоверности*). Достигнут прогресс в области менеджмента рисков для производства продовольствия, образующихся в результате изменчивости климата и изменения климата в ближайшей перспективе, однако этого будет недостаточно для решения проблемы долгосрочных воздействий изменения климата. Адаптивные сельскохозяйственные процессы, такие как совместные научные исследования с привлечением широкого круга ученых и фермеров, усиленные коммуникационные системы, предназначенные для предсказания климатических рисков и реагирования на них, а также более широкий выбор вариантов средств к существо-

ванию, обеспечивают потенциальные пути, ведущие к усилению адаптивных способностей. Изменение климата действует в качестве фактора повышения существующих уязвимостей с точки зрения здоровья людей, включая недостаточный доступ к безопасной воде и улучшенным санитарно-гигиеническим условиям, отсутствие продовольственной безопасности, а также ограниченный доступ к медицинскому обслуживанию и образованию. Повышение сопротивляемости стимулируется благодаря стратегиям, в которых учитываются риски изменения климата, связанные с менеджментом землепользования и водных ресурсов, а также меры по уменьшению риска бедствий. [22.3-22.4, 22.6]

**Европа.** В результате изменения климата повысится вероятность систематических сбоев в европейских странах, вызванных экстремальными климатическими явлениями, затрагивающими множество секторов (*средняя степень достоверности*). Согласно перспективным оценкам, повышение уровня моря и увеличение количества экстремальных дождевых осадков еще больше повысит риски прибрежных наводнений и речных паводков, и в случае непринятия адаптивных мер оно значительно увеличит ущерб в результате паводков (т.е. число пострадавших людей и экономические потери); адаптация может предотвратить большую часть прогнозируемого ущерба (*высокая степень достоверности*). Увеличится,

вероятно, число случаев смерти и причинения физического ущерба, связанных с жарой, особенно в южной части Европы (*средняя степень достоверности*). Изменение климата повысит, вероятно, продуктивность сельскохозяйственных культур в северной части Европы (*средняя степень достоверности*), однако снизит их продуктивность в южной части Европы (*высокая степень достоверности*). Изменение климата увеличит потребности в ирригации в Европе, и будущая ирригация будет сдерживаться уменьшением стока, спросом со стороны других секторов, а также экономическими издержками, при этом стратегией для решения проблемы конкурирующих запросов является комплексный менеджмент водных ресурсов. Производство гидроэлектроэнергии, вероятно, снизится во всех субрегионах, за исключением Скандинавии. Изменение климата вызовет, весьма вероятно, изменения в среде обитания и

видах, сопровождаемые исчезновением местных видов (*высокая степень достоверности*), сдвигами в распределении видов в континентальном масштабе (*средняя степень достоверности*) и существенным сокращением среды обитания альпийской растительности (*высокая степень достоверности*). Изменение климата, вероятно, повлечет за собой утрату или перемещение прибрежных водно-болотных угодий. Приход и расширение среды обитания инвазивных видов, особенно видов с высокими темпами миграции, из-за пределов Европы усилится, *вероятно*, в результате изменения климата (*средняя степень достоверности*). [23.2-23.9]

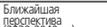
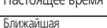
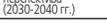
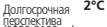
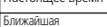
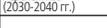
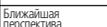
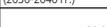
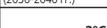
**Азия.** Изменение климата вызовет во многих субрегионах Азии снижение продуктивности таких сельскохозяйственных культур, как рис (*средняя степень достоверности*). В Центральной Азии производство зерновых культур в

**Таблица ТР.5 |** Ключевые региональные риски, вызванные изменением климата, и потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации и смягчения воздействий. Ключевые риски были идентифицированы на основе оценки соответствующей научной, технической и социально-экономической литературы, о которой подробно сообщается во вспомогательных разделах главы. Идентификация ключевых рисков была основана на экспертном заключении с использованием следующих конкретных критериев: широкий масштаб, высокая вероятность или необратимость последствий; временные рамки воздействий; постоянная уязвимость или подверженность, способствующие возникновению рисков; или ограниченный потенциал для уменьшения рисков посредством адаптации или смягчения воздействий. Каждый ключевой риск характеризуется в диапазоне от весьма низкого до весьма высокого для трех временных рамок: настоящее время, ближайшая перспектива (в данном случае оценка на 2030-2040 гг.) и долгосрочная перспектива (в данном случае оценка для периода 2080-2100 гг.). Уровни риска интегрируют вероятность и последствие в пределах самого широкого возможного диапазона потенциальных конечных результатов, исходя при этом из имеющейся литературы. Эти потенциальные конечные результаты выводятся из взаимодействия между связанными с климатом опасными явлениями, уязвимостью и подверженностью. Каждый уровень риска отражает общий риск, возникающий от действия климатических и неклиматических факторов. В краткосрочном плане неизбежного изменения климата перспективные оценки уровней повышения средней глобальной температуры не расходятся существенно в разных сценариях выбросов. В долгосрочной перспективе вариантов климата уровни рисков представлены для двух сценариев повышения глобальной средней температуры (превышение доиндустриальных уровней на 2 °C и 4 °C). Эти сценарии иллюстрируют потенциал для смягчения воздействий и адаптации с целью уменьшения рисков, связанных с изменением климата. Для настоящего времени уровни рисков оцениваются для текущей адаптации и гипотетического высоко адаптированного состояния, при этом определяются те места, в которых имеется недостаточная текущая адаптация. Для двух будущих временных рамок уровни риска оценивались для продолжения текущей адаптации и для высокоадаптированного состояния с представлением потенциала для адаптации и ее ограничений. Климатические факторы воздействий показаны в виде пиктограмм. Уровни рисков не обязательно сопоставимы, поскольку оценка учитывает потенциальные воздействия и адаптацию в разных физических, биологических и антропогенных системах в разнообразных контекстах. Данная оценка рисков признает важное значение различий в величинах и задачах при интерпретации оценочных уровней риска.

Климатообусловленные факторы воздействий										Уровень риска и потенциал для адаптации		
										Потенциал дополнительной адаптации для уменьшения риска.		
										Уровень риска при высокой адаптации	Уровень риска при текущей адаптации	
Тренд потепления	Экстремальная температура	Тренд засухливости	Экстремальные осадки	Осадки	Снежный покров	Разрушительный циклон	Уровень моря	Закисление океана	Фертилизация	двуокисью углерода		
Африка												
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации					Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации				
<p>Сочетанный стресс для водных ресурсов, испытывающих значительное напряжение в результате чрезмерной эксплуатации и деградации в настоящее время и повышенного спроса в будущем, в сочетании с усиленным стрессом от засухи в подверженных засухе регионах Африки (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[22.3-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ослабление неклиматических факторов стресса для водных ресурсов.</li> <li>Усиление институциональных возможностей для менеджмента спроса, оценки грунтовых вод, комплексного планирования водных ресурсов-сточных вод и комплексного управления земельными и водными ресурсами.</li> <li>Устойчивое городское развитие.</li> </ul>						Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий		
							Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[Progress bar chart]				
							Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	[Progress bar chart]			
							4°C	[Progress bar chart]				
<p>Снижение продуктивности сельскохозяйственных культур, связанное со стрессом от жары и засухи, в сочетании с сильными неблагоприятными воздействиями на региональные, национальные и домашние средства к существованию и продовольственную безопасность, с учетом также возросшего ущерба от вредных насекомых и болезней и воздействий паводков на инфраструктуры продовольственной системы (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[22.3-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Технологические ответные меры по адаптации (например устойчивые к стрессу сорта культур, ирригация, усовершенствованные системы наблюдений).</li> <li>Упрощение доступа мелких арендаторов к получению кредита и другим исключительно важным производственным ресурсам; диверсификация средств к существованию.</li> <li>Усиление учреждений на местном, национальном и региональном уровнях с целью поддержки сельского хозяйства (включая системы раннего предупреждения) и ориентированной на гендерный фактор политики.</li> <li>Агрономические ответные меры по адаптации (например агролесомелиорация, рациональное сельское хозяйство).</li> </ul>						Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий		
							Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[Progress bar chart]				
							Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	[Progress bar chart]			
							4°C	[Progress bar chart]				
<p>Изменение области распространения и географических границ заболеваний, передаваемых через переносчиков инфекционных болезней и воду, вызванные изменениями среднего значения и изменчивости температуры и осадков, особенно по краям их области распространения (<i>средняя степень достоверности</i>)</p> <p>[22.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение целей развития, особенно улучшение доступа к безопасной воде и более совершенной санитарии, а также повышение эффективности функций общественного здравоохранения, таких как надзор.</li> <li>Картирование уязвимости и системы раннего предупреждения.</li> <li>Координация между секторами.</li> <li>Устойчивое городское развитие.</li> </ul>						Настоящее время	Очень низкий	Средний	Очень высокий		
							Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	[Progress bar chart]				
							Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	[Progress bar chart]			
							4°C	[Progress bar chart]				

Таблица TP.5 (продолжение)

Продолжение на следующей стр. →

Европа				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Возросшие экономические потери и число лиц, затронутых наводнением в речных бассейнах и прибрежных зонах, в результате усиления урбанизации, повышения уровня моря, эрозии побережья и пиковых расходов воды в реке (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[23.2-3, 23.7]</p>	<p>Адаптация может предотвратить большинство прогнозируемых видов ущерба (<i>высокая степень достоверности</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Большой опыт в области устойчивых технологий противопаводковой защиты и все больший опыт по восстановлению водно-болотных угодий.</li> <li>• Высокие расходы на усиление противопаводковой защиты.</li> <li>• Потенциальные барьеры для осуществления: спрос на землю в Европе и обеспокоенность проблемами окружающей среды и ландшафта.</li> </ul>		<p>Очень низкий      Средний      Очень высокий</p>	<p>Настоящее время</p> 
			<p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> 	
			<p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p>  <p>4°C</p> 	
<p>Возросшие ограничения на воду. Значительное уменьшение наличия воды в результате забора воды из рек и источников грунтовых вод в сочетании с возросшим спросом на воду (например для ирригации, энергетики и промышленности, бытового использования), а также с уменьшением дренажа воды и стока в результате возросшей потребности в испарении, особенно в южной части Европы (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[23.4, 23.7]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Доказанный адаптационный потенциал, созданный благодаря внедрению более эффективных технологий водопользования и стратегий экономии воды (например для ирригации, сельскохозяйственных культур, наземного покрова, отраслей промышленности, бытового использования).</li> <li>• Включение наилучших практик и инструментов управления в планы менеджмента речных бассейнов и комплексный менеджмент водных ресурсов.</li> </ul>		<p>Очень низкий      Средний      Очень высокий</p>	<p>Настоящее время</p> 
			<p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> 	
			<p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p>  <p>4°C</p> 	
<p>Возросшие экономические потери и число людей, затронутых экстремальными тепловыми явлениями: воздействие на здоровье и благосостояние, производительность труда, растениеводство, качество воздуха и усиление риска стихийных пожаров в южной части Европы и в северном регионе России (<i>средняя степень достоверности</i>)</p> <p>[23.3-7, таблица 23-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Внедрение систем предупреждения.</li> <li>• Адаптация жилых помещений, рабочих мест, транспорта и энергоинфраструктуры.</li> <li>• Сокращение выбросов для улучшения качества воздуха.</li> <li>• Более эффективная борьба со стихийными пожарами.</li> <li>• Разработка страховых продуктов, защищающих от связанных с погодой колебаний урожайности.</li> </ul>		<p>Очень низкий      Средний      Очень высокий</p>	<p>Настоящее время</p> 
			<p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> 	
			<p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p>  <p>4°C</p> 	
Азия				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Усиление речных, прибрежных и городских наводнений, результатом которых является применение широкомасштабного ущерба инфраструктуре, средствам к существованию и поселениям в Азии (<i>средняя степень достоверности</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уменьшение уязвимости посредством принятия структурных и неструктурных мер, эффективного планирования землепользования и выборочного переселения.</li> <li>• Уменьшение уязвимости жизненно важных инфраструктуры и услуг (например, вода, энергия, обработка отходов, продовольствие, биомасса, мобильность, местные экосистемы, телекоммуникации).</li> <li>• Создание систем мониторинга и раннего предупреждения; меры по выявлению подверженных риску районов, по оказанию помощи уязвимым районам и домашним хозяйствам, а также диверсификации средств к существованию.</li> <li>• Экономическая диверсификация.</li> </ul>		<p>Очень низкий      Средний      Очень высокий</p>	<p>Настоящее время</p> 
			<p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> 	
			<p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p>  <p>4°C</p> 	
<p>Возросший риск смертности, связанной с жаркой погодой (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы предупреждения об опасной для здоровья жаре.</li> <li>• Городское планирование, направленное на уменьшение числа островов тепла; совершенствование застроенной окружающей среды; развитие устойчивых к жаре городов.</li> <li>• Новые практики работы, предназначенные для предотвращения теплового стресса у работающих на открытом воздухе лиц.</li> </ul>		<p>Очень низкий      Средний      Очень высокий</p>	<p>Настоящее время</p> 
			<p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> 	
			<p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p>  <p>4°C</p> 	
<p>Возросший риск нехватки воды и продовольствия в результате засухи, являющийся причиной недостаточного питания (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Готовность к засухе, включая системы раннего предупреждения и местные стратегии по борьбе с засухой.</li> <li>• Адаптивный/комплексный менеджмент водных ресурсов.</li> <li>• Развитие водной инфраструктуры и водохранилищ.</li> <li>• Диверсификация водных источников, включая повторное использование воды.</li> <li>• Более эффективное использование воды (например усовершенствованные сельскохозяйственные практики, менеджмент ирригации и устойчивое сельское хозяйство).</li> </ul>		<p>Очень низкий      Средний      Очень высокий</p>	<p>Настоящее время</p> 
			<p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> 	
			<p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p>  <p>4°C</p> 	

северной и восточной частях Казахстана могло бы извлечь пользу из более длительного периода вегетации, более теплых зим и небольшого увеличения количества осадков зимой, в то время как засухи в западной части Туркменистана и Узбекистана могли бы негативно сказаться на производстве хлопка, повысить спрос на воду для ирригации и усугубить процесс опустынивания. Отсутствует четкое понимание эффективности потенциальных и практически применяемых стратегий адаптации в области сельского хозяйства. Перспективные оценки будущих осадков в субрегиональных масштабах и соответственно наличия пресной воды в большинстве частей Азии являются неопределенными (*низкая степень достоверности* перспективных оценок), однако увеличение спроса на воду в результате роста населения, возросшего потребления воды на душу на-

селения и отсутствия хорошего менеджмента приведут к обострению проблем, связанных с нехваткой водных ресурсов в большей части региона (*средняя степень достоверности*). Адаптивные меры реагирования включают комплексные стратегии менеджмента водных ресурсов, такие как разработка водосберегающих технологий, повышение производительности водного хозяйства и повторное использование воды. Экстремальные климатические явления будут оказывать все большее воздействие на здоровье человека, его безопасность, средства к существованию и масштабы нищеты, при этом вид и величина воздействия варьируются в разных регионах Азии (*высокая степень достоверности*). Во многих частях Азии наблюдаемые наземные воздействия, такие как деградация многолетней мерзлоты и сдвиги в распределениях видов растительности, темпы

TP

Таблица TP.5 (продолжение)

Продолжение на следующей стр. →

Австралия				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Значительное изменение состава сообществ и структуры систем коралловых рифов в Австралии (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[25.6, 30.5, вставки CC-CR и CC-OA]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Способность кораллов адаптироваться естественным образом представляется ограниченной и недостаточной для компенсации неблагоприятных эффектов повышения температур и закисления.</li> <li>Другие возможности сводятся главным образом к уменьшению других стрессов (качество воды, туризм, рыбная ловля) и системами раннего предупреждения; были предложены прямые меры вмешательства, такие как содействие созданию колоний и затенение от света, однако до сих пор не проведено их масштабного тестирования.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
<p>Возрастающая частота и интенсивность случаев причинения ущерба в результате паводка инфраструктуры и поселениям в Австралии и Новой Зеландии (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[Таблица 25.1, вставки 25-8 и 25-9]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Существенный дефицит адаптации в некоторых регионах к существующему риску паводков.</li> <li>Эффективная адаптация включает контрольные механизмы землепользования и переселение, а также защиту от возросшего риска и приспособление к нему с целью обеспечения гибкости.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
<p>Усиление рисков для прибрежной инфраструктуры и низменных экосистем в Австралии и Новой Зеландии, наряду с широким распространением ущерба в направлении верхнего предела территории, защищаемой от повышения уровня моря (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[25.6, 25.10, вставка 25.1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Дефицит в некоторых местах адаптации к текущей эрозии прибрежной зоны и риску паводков. Последующие циклы строительства и защиты препятствуют гибким мерам реагирования.</li> <li>Эффективная адаптация включает управление землепользованием и даже переселение, а также защиту и приспособление.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
Северная Америка				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Утрата целостности экосистем, утрата имущества, заболелаемость и смертность людей, вызванные стихийными пожарами, и как результат этого – усиления тренда засухливости и температурного тренда (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[26.4, 26.8, вставка 26-2]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Некоторые экосистемы в большей степени адаптированы к пожарам по сравнению с другими. Руководители лесных хозяйств и муниципальные планировщики все чаще включают меры по защите от пожаров (например, предписанное сжигание, внедрение устойчивой растительности). Институциональный потенциал для поддержки адаптации экосистем является ограниченным.</li> <li>Адаптация поселений людей сдерживается быстрым распространением частной собственности в районах высокого риска и ограниченным адаптивным потенциалом на уровне домашних хозяйств.</li> <li>Агрореселиорация может быть эффективной стратегией для уменьшения масштабов подсебно-огневых практик земледелия в Мексике.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
<p>Смертность людей, связанная с жаркой погодой (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[26.6, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Кондиционирование воздуха в жилых помещениях (К/В) может эффективно снизить риск. Однако наличие и использование К/В является весьма нестабильным, и оно подвержено полному отключению при нарушениях электроснабжения. Уязвимые группы населения включают спортсменов и работающих на открытом воздухе лиц, для которых К/В является невозможным.</li> <li>Адаптация в масштабе общины и домашних хозяйств обладает потенциалом уменьшения подверженности экстремальной жаре благодаря семейной поддержке, системам раннего предупреждения о наступлении жары, охлаждающим центам, озеленению и поверхностям с высоким альбедо.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C
<p>Городские наводнения в районах рек и побережья, причиняющие ущерб имуществу и инфраструктуре; нарушение функционирования сети снабжения, экосистем и социальной системы; последствия для общественного здравоохранения; и ухудшение качества воды в результате повышения уровня моря, экстремальных осадков и циклонов (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[26.2-4, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Осуществление менеджмента городской дренажной системы является дорогостоящим и деструктивным для городских районов.</li> <li>Малопроектные стратегии с сопутствующими выгодами включают менее непроницаемые поверхности, обеспечивающие большее подпитывание грунтовых вод, зеленую инфраструктуру и создание садов на крышах.</li> <li>В результате повышения уровня моря повышается верхний уровень воды в прибрежных выпускных коллекторах, что препятствует дренажу. Во многих случаях применяются устаревшие стандарты для конструкций водосливных систем, которые необходимо модернизировать для приведения их в соответствие с текущими климатическими условиями.</li> <li>Сохранение водно-болотных угодий, включая мангровые леса, и стратегии планирования землепользования могут ослабить интенсивность паводковых явлений.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C   4°C

роста и сроки сезонных видов деятельности, усилятся в результате изменения климата, которое произойдет, согласно перспективным оценкам, в течение XXI века. Прибрежные и морские системы в Азии, такие как мангровые леса, участки дна, на которых растут водоросли, соляные болота и коралловые рифы, находятся под все большим стрессом, вызванным климатическими и неклиматическими факторами. В азиатской части Арктики повышение уровня моря, взаимодействующее с прогнозируемыми в долгосрочной перспективе изменениями в многолетней мерзлоте и продолжительностью свободного ото льда сезона приведет к ускорению темпов прибрежной эрозии (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). [24.4, 30.5]

**Австралия.** Согласно перспективным оценкам, в случае непроведения адаптации последующие изменения, связанные с климатом, содержанием диоксида углерода в атмосфере и закислением океана, окажут значительные воздействия на водные ресурсы, прибрежные экосистемы, инфраструктуру, здоровье, сельское хозяйство и биоразнообразии (*высокая степень достоверности*). Согласно перспективным оценкам, будет происходить деградация водных ресурсов в юго-западной и дальней юго-восточной частях материковой территории Австралии (*высокая степень достоверности*) и в некоторых реках в Новой Зеландии (*средняя степень достоверности*). Согласно перспективным оценкам, повышение уровня моря и увеличение количества

Таблица TP.5 (продолжение)

Продолжение на следующей стр. →

Центральная и Южная Америка					
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации	
<p>Наличие воды в полусухих и зависящих от талой воды ледников регионах и Центральной Америке; наводнения и оползни в городских и сельских районах вследствие экстремальных осадков (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Комплексный менеджмент водных ресурсов.</li> <li>• Менеджмент наводнений в городской и сельской местностях (включая инфраструктуру), системы раннего предупреждения, более точные прогнозы погоды и стока, а также борьба с инфекционными заболеваниями.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
				4°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
<p>Снижение объема производства и качества продовольствия (<i>средняя степень достоверности</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Создание новых сортов культур, более адаптированных к изменению климата (температуре и засухе).</li> <li>• Компенсация воздействий, оказываемых продовольствием худшего качества на здоровье человека и животных.</li> <li>• Компенсация экономических воздействий изменений в землепользовании.</li> <li>• Укрепление систем и практик традиционных знаний коренных народов.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
				4°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
<p>Распространение заболеваний, передаваемых переносчиками инфекций, на других высотах и широтах (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка систем раннего предупреждения для борьбы с заболеваниями и смягчения их воздействий на основе климатических и других соответствующих исходных элементов. Многие факторы усиливают уязвимость.</li> <li>• Разработка программ по расширению сферы первичных услуг общественного здравоохранения.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Данные отсутствуют
				4°C	Данные отсутствуют
Полярные регионы					
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации	
<p>Риски для пресноводных и наземных экосистем (<i>высокая степень достоверности</i>) и морских экосистем (<i>средняя степень достоверности</i>), вызванные изменениями ледового и снежного покровов, многолетней мерзлоты и состояния пресных вод и океана, затрагивающие качество среды обитания, фенологию и продуктивность видов, а также зависящие от них отрасли экономики</p> <p>[28.2-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лучшее понимание благодаря научным знаниям и знаниям коренных народов, принятие более эффективных решений и/или внедрения технологических инноваций.</li> <li>• Улучшенные мониторинг, регулирование и системы предупреждения, которые обеспечивают безопасное и устойчивое использование экосистемных ресурсов.</li> <li>• Охота или вылов иных видов, если это возможно, и диверсификация источников дохода.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
				4°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
<p>Риски для здоровья и благосостояния жителей Арктики, являющиеся результатом телесных повреждений и болезней, вызываемых изменением физической окружающей среды, отсутствием продовольственной безопасности, качественной и безопасной питьевой воды, а также ущерба инфраструктуре, включая инфраструктуру в районах многолетней мерзлоты (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[28.2-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Совместная выработка более четких решений, сочетающих науку и технологию со знаниями коренных народов.</li> <li>• Улучшенные системы наблюдений, мониторинга и предупреждения.</li> <li>• Улучшенные коммуникации, образование и подготовка кадров.</li> <li>• Перемещение ресурсных баз, землепользования и/или районов поселения.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
				4°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
<p>Беспрецедентные проблемы для северных общин, вызванные сложными взаимосвязями между климатическими опасными явлениями и социальными факторами, особенно если темпы изменения климата опережают способность социальных систем к адаптации (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[28.2-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Совместное принятие более четких решений, сочетающих науку и технологию со знаниями коренных народов.</li> <li>• Улучшенные системы наблюдений, мониторинга и предупреждения.</li> <li>• Улучшенные коммуникации, образование и подготовка кадров.</li> <li>• Адаптивные меры реагирования в рамках совместного менеджмента, разработанные в рамках урегулирования земельных претензий.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
				4°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
Малые острова					
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации	
<p>Утрата средств к существованию, прибрежных поселений, инфраструктуры, экосистемных услуг и экономической стабильности (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[29.6, 29.8, рисунок 29-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• На островах существует значительный потенциал для адаптации, однако меры реагирования будут усилены благодаря дополнительным внешним ресурсам и технологиям.</li> <li>• Поддержание и совершенствование экосистемных функций и услуг, а также водной и продовольственной безопасности.</li> <li>• В будущем ожидается существенное снижение эффективности традиционных общинных стратегий по решению проблем.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
				4°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
<p>Взаимодействие повышающегося глобального среднего уровня моря в XXI веке с событиями, связанными с уровнями высокой воды, будет угрожать низменным прибрежным районам (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[29.4, таблица 29-1; Д05 PГ I, 13.5, таблица 13.5]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Большая доля прибрежной зоны во всей наземной территории превратит адаптацию в серьезную финансовую и ресурсную проблему для островов.</li> <li>• Варианты адаптации включают поддержание и восстановление форм прибрежного рельефа и экосистем, усовершенствованный менеджмент почв и пресноводных ресурсов, а также надлежащие строительные кодексы и модели поселений.</li> </ul>		Настоящее время	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)	Очень низкий   Средний   Очень высокий	
			Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)	2°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий
				4°C	Очень низкий   Средний   Очень высокий

TP

Таблица TP.5 (продолжение)

Океан				
Ключевой риск	Проблемы и перспективы адаптации	Климатические факторы	Временные рамки	Риск и потенциал адаптации
<p>Сдвиг в распространении видов рыб и беспозвоночных и снижение потенциала улова рыбных промыслов в низких широтах, например в зоне экваториального апвеллинга, прибрежных пограничных систем и субтропических циркуляций (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[6.3, 30.5-6, таблицы 6-6 и 30-3, вставка СС-MB]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потенциал эволюционной адаптации видов рыб и беспозвоночных к потеплению является ограниченным, о чем свидетельствуют изменения в их распространении, направленные на сохранение температурных условий среды обитания.</li> <li>• Возможности адаптации человека: широкомасштабное перемещение рыбных промыслов, имея в виду региональные сокращения потенциала улова (низкие широты) и возможное временное увеличение потенциала улова (высокие широты); гибкий менеджмент, который может реагировать на изменчивость и изменение; повышение устойчивости рыб к тепловому стрессу посредством уменьшения других стрессов, таких как загрязнение и эвтрофикация; увеличение масштабов устойчивой аквакультуры и создание альтернативных средств к существованию в некоторых регионах.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Уменьшение биоразнообразия, обилия рыбных ресурсов и ухудшение защиты побережья коралловыми рифами из-за вызванного жарой увеличения масштабов массового обесцвечивания и гибели кораллов, усугубляемого закислением океана, например в прибрежных пограничных системах и субтропических циркуляциях (<i>высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[5.4, 6.4, 30.3, 30.5-6, таблицы 6-6 и 30-3, вставка СС-CR]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеются весьма ограниченные доказательства быстрой эволюции кораллов. Некоторые кораллы могут мигрировать в направлении более высоких широт, однако все рифовые системы не в состоянии, как предполагается, успевать за высокими темпами температурных сдвигов.</li> <li>• Возможности адаптации человека сводятся к уменьшению других стрессов, главным образом посредством повышения качества воды и ограничения факторов стресса, вызываемого туризмом и рыбным промыслом. Эти адаптации замедлят антропогенные воздействия, вызванные изменением климата, на несколько десятилетий, однако их эффективность будет резко уменьшаться по мере усиления теплового стресса.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>
<p>Подтопление прибрежной зоны и утрата среды обитания вследствие повышения уровня моря, экстремальных явлений, изменений в осадках и снижения экологической устойчивости, например в прибрежных пограничных системах и субтропических циркуляциях (<i>средняя-высокая степень достоверности</i>)</p> <p>[5.5, 30.5-6, таблицы 6-6 и 30-3, вставка СС-CR]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возможности адаптации человека сводятся к уменьшению других стрессов, главным образом посредством уменьшения загрязнения и ограничения факторов давления, вызываемых туризмом, рыбным промыслом, физическим разрушением и неустойчивой аквакультурой.</li> <li>• Уменьшение масштабов обезлесения и увеличение масштабов облесения на речных водосборах и в прибрежных зонах для удержания наносов и питательных веществ.</li> <li>• Усиление защиты мангровых лесов, коралловых рифов и морской травы и их восстановление для защиты многочисленных экосистемных товаров и услуг, таких как защита побережья, туристические достопримечательности и среда обитания рыб.</li> </ul>		<p>Настоящее время</p> <p>Ближайшая перспектива (2030-2040 гг.)</p> <p>Долгосрочная перспектива (2080-2100 гг.)</p> <p>2°C</p> <p>4°C</p>	<p>Очень низкий</p> <p>Средний</p> <p>Очень высокий</p>

сильных дождевых осадков приведет к усилению эрозии и затопления, результатом которых будет причинение ущерба многим низменным экосистемам, инфраструктуре и жилищам (*высокая степень достоверности*); усиление волн тепла повысит риски для здоровья человека; изменения в дождевых осадках и повышение температуры приведут к сдвигу зон сельскохозяйственного производства; и многие местные виды пострадают от сужения границ обитания, и некоторым из них может грозить исчезновение в местном и глобальном масштабах. Неопределенность, характеризующая перспективные оценки изменений в дождевых осадках, по-прежнему остается значительной для многих частей Австралии и Новой Зеландии, что порождает серьезные проблемы для адаптации. Некоторые сектора в определенных местах обладают потенциалом для получения выгоды от прогнозируемых изменений климата и повышения концентраций CO<sub>2</sub> в атмосфере, например в результате сокращения спроса на энергию для отопления в зимний период в Новой Зеландии и в южных частях Австралии, а также в результате роста лесов в более холодных регионах, за исключением тех из них, где ограничено количество питательных веществ или дождевых осадков. Коренные народы как в Австралии, так и в Новой Зеландии, характеризуются более чем средней подверженностью изменению климата вследствие серьезной зависимости от чувствительных к климату отраслей первичного производства и сильными социальными связями с естественной окружающей средой, и они сталкиваются с дополнительными трудностями для адаптации (*средняя степень достоверности*). [25.2, 25.3, 25.5-25.8, вставки 25-1, 25-2, 25-5 и 25-8]

**Северная Америка.** Многие чреватые риском опасные климатические явления, особенно связанные с сильной

жарой, сильными осадками и уменьшением глубины снежного покрова, станут причиной повышения повторяемости и/или суровости климатических явлений в Северной Америке в последующие десятилетия (*весьма высокая степень достоверности*). Climate Изменение климата вызовет усиление рисков для водных ресурсов, которые уже затронуты неклиматическими факторами стресса, они будут сопровождаться потенциальными воздействиями, связанными с уменьшением глубины снежного покрова, ухудшением качества воды, городскими наводнениями и сокращением водоснабжения городских районов и ирригационных систем (*высокая степень достоверности*). Для решения проблемы дефицита водоснабжения имеется больше вариантов адаптации по сравнению с проблемами наводнений и качества воды (*средняя степень достоверности*). Экосистемы испытывают все больший стресс в результате повышения температуры, концентраций CO<sub>2</sub> и уровня моря, и они являются особенно уязвимыми для экстремальных климатических явлений (*весьма высокая степень достоверности*). Во многих случаях факторы климатического стресса усугубляют другие виды антропогенных воздействий на экосистемы, включая изменения в землепользовании, присутствие неместных видов и загрязнение. Повышение температуры, уменьшение количества осадков в некоторых регионах и более частая повторяемость экстремальных явлений приведут, согласно перспективным оценкам, к снижению продуктивности основных североамериканских сельскохозяйственных культур к концу XXI века, если не будет осуществляться адаптация, хотя пользу могут извлечь некоторые регионы, особенно на севере. Адаптация, часто сопровождаемая совместными выгодами в результате смягчения воздействий, могла бы компенсировать прогнозируемые негативные воздействия на продуктивность многих сельхозкультур в

**Таблица TP.6** | Наблюдаемые и будущие, согласно перспективным оценкам, изменения в некоторых видах экстремальных температур и осадков над 26 субконтинентальными регионами, определенными в *Специальном докладе по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата* МГЭИК (СДЭБ). Уровни достоверности показаны условным цветом. Показатели правдоподобия приводятся только для заявлений с *высокой или весьма высокой степенью достоверности*. Наблюдаемые тренды экстремальной температуры и осадков, включая сухость и засуху, обычно рассчитываются с 1950 г. с использованием периода 1961-1990-х годов в качестве справочного периода, если не указывается иное. Будущие изменения выводятся на основе модельных перспективных оценок глобального и регионального климата за период 2071-2100 гг. по сравнению с 1961-1990-е гг., или для 2080-2100 гг. по сравнению с 1980-2000 гг. Разделы таблицы представляют собой резюме информации, содержащейся в таблицах 3-2 и 3-3 СДЭБ с внесением добавлений или заменой материалом из ОД5 РГ I, 2.6, 14.8, и таблицы 2.13 и таблицы 25-1 ОД5 РГ II. Источник(и) информации для каждого раздела показаны сносками: (a) таблица 3-2 СДЭБ; (b) таблица 3-3 СДЭБ; (c) ОД5 РГ I, 2.6 и таблица 2.13; (d) ОД5 РГ I, 14.8; (e) ОД5 РГ II, таблица 25-1. [Таблицы 21-7 и ДМ21-2, рисунки 21-4]

Регион/код региона	Тренды дневных экстремальных температур (повторяемость жарких и холодных дней)		Тренды сильных осадков (дождь, снег)		Тренды сухости и засухи	
	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки
<b>Западная часть Северной Америки WINA, 3</b>	<i>Весьма вероятно</i> значительное повышение в жаркие дни (значительное снижение в холодные дни) <sup>a</sup>	<i>Весьма вероятно</i> повышение в жаркие дни (снижение в холодные дни) <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды. Общее увеличение, уменьшение в некоторых районах <sup>a</sup>	Повышение 20-летнего возвращаемого значения ежегодных максимальных суточных осадков и других метрик над северной частью региона (Канада) <sup>b</sup> <i>Меньшая степень достоверности</i> в южной части региона вследствие неустойчивого сигнала в других этих метриках <sup>b</sup>	Никакого изменения или общее незначительное уменьшение сухости <sup>a</sup>	<i>Нестабильный сигнал</i> <sup>b</sup>
<b>Центральная часть Северной Америки CNA, 4</b>	Пространственно меняющиеся тренды: небольшое повышение в жаркие дни на севере, снижение на юге <sup>a</sup>	<i>Весьма вероятно</i> повышение в жаркие дни (снижение в холодные дни) <sup>b</sup>	<i>Весьма вероятно</i> увеличение с 1950 г.	Повышение 20-летнего возвращаемого значения ежегодных максимальных суточных осадков <sup>b</sup> <i>Нестабильный сигнал</i> в других метриках дней сильных осадков <sup>b</sup>	<i>Вероятно</i> уменьшение <sup>a,c</sup>	Увеличение числа последовательных сухих дней и влажности почвы в южной части центрального региона Северной Америки <sup>b</sup> <i>Нестабильный сигнал</i> в остальной части региона <sup>b</sup>
<b>Восточная часть Северной Америки ENA, 5</b>	Пространственно меняющиеся тренды. Общее повышение в жаркие дни (снижение в холодные дни), обратный или незначительный сигнал в нескольких районах <sup>a</sup>	<i>Весьма вероятно</i> повышение в жаркие дни (снижение в холодные дни) <sup>b</sup>	<i>Весьма вероятно</i> увеличение с 1950 г. <sup>a</sup>	Повышение 20-летнего возвращаемого значения ежегодных максимальных суточных осадков. Дополнительные метрики поддерживают увеличение сильных осадков над северной частью региона <sup>b</sup> Никакого сигнала или неустойчивый сигнал в других этих метриках в южной части региона <sup>b</sup>	Незначительное уменьшение сухости с 1950 г. <sup>a</sup>	<i>Нестабильный сигнал</i> в последовательные сухие дни, некоторое стабильное уменьшение влажности почвы <sup>b</sup>
<b>Аляска/Северо-Западная Канада ALA, 1</b>	<i>Весьма вероятно</i> значительное повышение в жаркие дни (снижение в холодные дни) <sup>a</sup>	<i>Весьма вероятно</i> повышение в жаркие дни (снижение в холодные дни) <sup>b</sup>	Незначительная тенденция увеличения <sup>a</sup> Никакого значимого тренда в южной части Аляски <sup>a</sup>	<i>Вероятно</i> увеличение количества сильных осадков <sup>b</sup>	<i>Нестабильные тренды</i> <sup>a</sup> Усиление сухости в части региона <sup>a</sup>	<i>Нестабильный сигнал</i> <sup>b</sup>
<b>Восточная Канада, Гренландия, Исландия CGI, 2</b>	<i>Вероятно</i> повышение в жаркие дни (снижение в холодные дни) в некоторых районах, уменьшение числа жарких дней (увеличение числа холодных дней) в других районах <sup>a</sup>	<i>Весьма вероятно</i> увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Увеличение в нескольких районах <sup>a</sup>	<i>Вероятно</i> увеличение количества сильных осадков <sup>b</sup>	Недостаточные доказательства <sup>a</sup>	<i>Нестабильный сигнал</i> <sup>b</sup>
<b>Восточная Канада, Гренландия, Исландия CGI, 2</b>	Увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней), но в целом не имеет значения в локальном масштабе <sup>a</sup>	<i>Весьма вероятно</i> увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) (но менее значительные тренды по сравнению с центральной и южной частями Европы) <sup>b</sup>	Увеличение зимой в некоторых районах, но часто незначительные или неустойчивые тренды в субрегиональном масштабе, особенно летом <sup>a</sup>	<i>Вероятно</i> повышение 20-летнего возвращаемого значения ежегодных максимальных суточных осадков. <i>Весьма вероятно</i> повышение интенсивности и повторяемости сильных осадков зимой на севере <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды. В целом лишь незначительное или нулевое усиление сухости в части региона <sup>a</sup>	Никаких существенных изменений сухости <sup>b</sup>



Условные обозначения					Уровень достоверности выводов		
Усиление тренда или сигнала	Уменьшение тренда или сигнала	Как увеличение, так и уменьшение тренда или сигнала	Нестабильный тренд или сигнал или недостаточные доказательства	Никаких изменений или только незначительное изменение	Низкая степень достоверности	Средняя степень достоверности	Высокая степень достоверности

Продолжение на следующей стр. →

Таблица TP.6 (продолжение)

Регион/код региона	Тренды дневных экстремальных температур (повторяемость жарких и холодных дней)		Тренды сильных осадков (дождь, снег)		Тренды сухости и засухи	
	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки
Центральная Европа CEU, 12	 Вероятно общее увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) в большинстве регионов. <i>Весьма вероятно</i> увеличение числа жарких дней ( <i>вероятно</i> уменьшение числа холодных дней) в Западной-Центральной Европе <sup>a</sup>  Низкая степень достоверности трендов в Восточной-Центральной Европе (из-за отсутствия литературы, частичного отсутствия доступа к данным наблюдений, в целом более слабых сигналов и изменения точки отсчета в трендах) <sup>a</sup>	 <i>Весьма вероятно</i> увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	 Увеличение в части региона, в частности в центральной, западной части Европы и европейской России, особенно зимой) <sup>a</sup>  Незначительный или нестабильный тренд в других местах, в частности летом <sup>a</sup>	 <i>Вероятно</i> повышение 20-летнего возвращаемого значения ежегодных максимальных суточных осадков. Дополнительные метрики поддерживают увеличение сильных осадков на значительной части региона зимой <sup>b</sup>  Меньшая достоверность летом вследствие непоследовательных доказательств <sup>b</sup>	 Пространственно меняющиеся тренды. Повышение сухости в части региона, но некоторая региональная вариация трендов сухости и зависимость трендов от рассмотренных исследований (индекс, временной период) <sup>a</sup>	 Повышение сухости в центральной части Европы и усиление краткосрочных засух <sup>b</sup>
Южная часть Европы и Средиземноморье MED, 13	 <i>Вероятно</i> увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) на большей части региона. Некоторые региональные и временные вариации в значимости трендов. <i>Вероятно</i> самые сильные и наиболее значимые тренды на Иберийском полуострове и в южной части Франции <sup>a</sup>  Меньшие или менее значимые тренды в юго-восточной части Европы и Италии вследствие точки изменения в трендах, наибольшее увеличение числа жарких дней с 1976 г. <sup>a</sup>	 <i>Весьма вероятно</i> увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	 Нестабильные тренды по региону и исследованиям <sup>a</sup>	 Нестабильные изменения и/или региональные вариации <sup>b</sup>	 Общее увеличение сухости, <i>вероятно</i> увеличение в Средиземноморье <sup>a,c</sup>	 Усиление сухости. Стабильное усиление в районе засухи <sup>b,d</sup>
Западная Африка WAF, 15	 Значительное повышение температуры самого жаркого дня и самого холодного дня в некоторых частях <sup>a</sup>  Недостаточные доказательства в других частях <sup>a</sup>	 <i>Вероятно</i> повышение в жаркие дни (уменьшение в холодные дни) <sup>b</sup>	 Усиление интенсивности дождевых осадков <sup>a</sup>	 Незначительное или нулевое изменение в показателях сильных осадков в большинстве районов <sup>b</sup>  Низкое модельное согласие в северных районах <sup>b</sup>	 <i>Вероятно</i> усиление, однако сахельская засуха в 70-е годы является доминирующим трендом; большая внутригодовая вариация в последние годы <sup>a,c</sup>	 Нестабильный сигнал <sup>b</sup>
Восточная Африка EAF, 16	 Отсутствие доказательств вследствие отсутствия литературы и пространственно неоднородных трендов <sup>a</sup>  Увеличение в жаркие дни на южной оконечности (уменьшение в холодные дни) <sup>a</sup>	 <i>Вероятно</i> повышение в жаркие дни (уменьшение в холодные дни) <sup>b</sup>	 Недостаточные доказательства <sup>a</sup>	 <i>Вероятно</i> увеличение сильных осадков <sup>b</sup>	 Пространственно меняющиеся тренды сухости <sup>a</sup>	 Уменьшение сухости в крупных районах <sup>b</sup>
Южная часть Африки SAF, 17	 <i>Вероятно</i> увеличение в жаркие дни (уменьшение в холодные дни) <sup>a,c</sup>	 <sup>b</sup>	 Увеличение, а не уменьшение в большинстве регионов, но пространственно меняющиеся тренды <sup>a,c</sup>	 Отсутствие согласия в сигнале для региона в целом <sup>b</sup>  Некоторые доказательства увеличения сильных осадков в юго-восточных регионах <sup>b</sup>	 Общее усиление сухости <sup>a</sup>	 Усиление сухости, за исключением восточной части <sup>b,d</sup>  Последовательное увеличение в районе засухи <sup>b</sup>
Сахара SAH, 14	 Отсутствие литературы <sup>a</sup>	 <sup>b</sup>	 Недостаточные доказательства <sup>a</sup>	 Низкая степень согласия <sup>b</sup>	 Ограниченные данные, пространственная вариация трендов <sup>a</sup>	 Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Центральная Америка и Мексика SAM, 6	 Увеличение числа жарких дней, уменьшение числа холодных дней <sup>a</sup>	 <i>Вероятно</i> повышение в жаркие дни (уменьшение в холодные дни) <sup>b</sup>	 Пространственно меняющиеся тренды. Увеличение во многих районах, уменьшение в нескольких других районах <sup>a</sup>	 Непоследовательные тренды <sup>b</sup>	 Меняющиеся и непоследовательные тренды <sup>a</sup>	 Усиление сухости в Центральной Америке и Мексике при меньшей степени достоверности тренда на крайнем юге региона <sup>b</sup>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица TP.6 (продолжение)

Регион/код региона	Тренды дневных экстремальных температур (повторяемость жарких и холодных дней)		Тренды сильных осадков (дождь, снег)		Тренды сухости и засухи	
	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки
Амазонка AMZ, 7	Недостаточные доказательства для идентификации трендов <sup>a</sup>	Число жарких дней, вероятно, увеличится (число холодных дней, вероятно, уменьшится) <sup>b</sup>	Увеличение во многих районах, уменьшение в нескольких районах <sup>a</sup>	Тенденция увеличения числа явлений сильных осадков в некоторых метриках <sup>b</sup>	Уменьшение сухости в значительной части региона. Некоторые обратные тренды и несоответствия <sup>a</sup>	Нестабильные сигналы <sup>b</sup>
Северо-восточная часть Бразилии NEB, 8	Увеличение числа жарких дней <sup>a</sup>	Число жарких дней, вероятно, увеличится (число холодных дней, вероятно, уменьшится) <sup>b</sup>	Увеличение во многих районах, уменьшение в нескольких районах <sup>a</sup>	Незначительное или нулевое изменение <sup>b</sup>	Меняющиеся и непоследовательные тренды <sup>a</sup>	Усиление сухости <sup>b</sup>
Юго-восточная часть Южной Америки SSA, 10	Пространственно меняющиеся тренды (увеличение числа жарких дней в некоторых районах, уменьшение этого числа в других районах) <sup>a</sup>	Число жарких дней, вероятно, увеличится (число холодных дней, вероятно, уменьшится) <sup>b</sup>	Увеличение в северных районах <sup>a</sup> Недостаточные доказательства в южных районах <sup>a</sup>	Увеличение в северных районах <sup>b</sup> Недостаточные доказательства в южных районах <sup>b</sup>	Меняющиеся и непоследовательные тренды <sup>a</sup>	Нестабильные сигналы <sup>b</sup>
Западное побережье Южной Америки WSA, 9	Пространственно меняющиеся тренды (увеличение числа жарких дней в некоторых районах, уменьшение этого числа в других районах) <sup>a</sup>	Число жарких дней, вероятно, увеличится (число холодных дней, вероятно, уменьшится) <sup>b</sup>	Увеличение во многих районах, уменьшение в нескольких районах <sup>a</sup>	Увеличение в тропиках <sup>b</sup> Низкая степень достоверности во внетропических районах <sup>b</sup>	Меняющиеся и непоследовательные тренды <sup>a</sup>	Уменьшение числа последовательных сухих дней в тропиках и увеличение этого числа во внетропических районах <sup>b</sup> Увеличение числа последовательных сухих дней и влажности почвы в юго-западной части Южной Америки <sup>b</sup>
Северная Азия NAS, 18	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>a</sup>	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Увеличение в некоторых регионах, но пространственная вариация <sup>a</sup>	Вероятно увеличение сильных осадков в большинстве регионов <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Центральная Азия CAS, 20	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>a</sup>	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал в моделях <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Восточная Азия EAS, 22	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>a</sup>	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды <sup>a</sup>	Увеличение сильных осадков по всему региону <sup>b</sup>	Тенденция повышения сухости <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Юго-Восточная Азия SEA, 24	Увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>a</sup> Недостаточные доказательства для Малайского архипелага <sup>a</sup>	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды, частичное отсутствие доказательств <sup>a</sup>	Увеличение большинства метрик над большинством (особенно неконтинентальных) регионов. Одна метрика показывает нестабильные сигналы изменения <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Южная Азия SAS, 23	Увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>a</sup>	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Смешанный сигнал в Индии <sup>a</sup>	Дни более частых и интенсивных сильных осадков над частями Южной Азии. Либо нулевое изменение, либо определенное последовательное увеличение в других метриках <sup>b</sup>	Нестабильный сигнал для разных исследований и индексов <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Западная Азия WAS, 19	Очень вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней, скорее вероятно, чем нет) <sup>a</sup>	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Уменьшение числа явлений сильных осадков <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>	Отсутствие исследований, смешанные результаты <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Тибетское нагорье TIB, 21	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>a</sup>	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Недостаточные доказательства <sup>a</sup>	Увеличение сильных осадков <sup>b</sup>	Недостаточные доказательства. Тенденция уменьшения сухости <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>
Северная Австралия NAU, 25	Вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней). Более слабые тренды на северо-западе <sup>a</sup>	Очень вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней) <sup>b</sup>	Пространственно меняющиеся тренды, что отражает, главным образом, изменения в среднем показателе дождевых осадков <sup>a</sup>	Усиление в большинстве регионов интенсивности экстремальных (т.е. текущий 20-летний период повторяемости) явлений сильных дождевых осадков <sup>b</sup>	Никакого существенного изменения в наступлении засухи в Австралии (определено с использованием аномалий дождевых осадков) <sup>a</sup>	Нестабильный сигнал изменения <sup>b</sup>

Продолжение на следующей стр. →

TP

Таблица ТР.6 (продолжение)

Регион/код региона	Тренды дневных экстремальных температур (повторяемость жарких и холодных дней)		Тренды сильных осадков (дождь, снег)		Тренды сухости и засухи	
	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки	Наблюдаемые	Перспективные оценки
Южная Австралия/ Новая Зеландия SAU, 26	 <p>Весьма вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней)<sup>a</sup></p>	 <p>Весьма вероятно увеличение числа жарких дней (уменьшение числа холодных дней)<sup>b</sup></p>	 <p>Пространственно меняющиеся тренды в южной части Австралии, что отражает главным образом изменения в среднем показателе дождевых осадков<sup>e</sup></p>  <p>Пространственно меняющиеся тренды в Новой Зеландии, что отражает главным образом изменения в среднем показателе дождевых осадков<sup>e</sup></p>	 <p>Усиление в большинстве регионов интенсивности экстремальных (т.е. текущий 20-летний период повторяемости) явлений сильных дождевых осадков<sup>e</sup></p>	 <p>Никакого существенного изменения в наступлении засухи в Австралии (определено с использованием аномалий дождевых осадков)<sup>e</sup></p>  <p>Никакого тренда наступления засухи в Новой Зеландии (определено с использованием модели водного баланса почвы) после 1972 г.<sup>e</sup></p>	 <p>Увеличение повторяемости засухи в южной части Австралии и во многих регионах Новой Зеландии<sup>e</sup></p>

случае повышения глобальной средней температуры на 2 °C по сравнению с доиндустриальными уровнями, при этом эффективность адаптации будет ниже в случае повышения температуры на 4 °C (*высокая степень достоверности*). Хотя большая часть городских центров будет характеризоваться более значительными адаптивными способностями, такие факторы, как высокая плотность населения, неадекватные инфраструктура, недостаточный институциональный потенциал и ухудшение состояния естественной окружающей среды, приведут к усилению будущих климатических рисков, возникающих в результате волн тепла, засух, штормов и повышения уровня моря (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). Будущие риски, возникающие в результате экстремальных климатических явлений, могут быть уменьшены, например посредством продуманного и стабильного кондиционирования воздуха, более эффективных систем предупреждения и реагирования, более действенных мер по борьбе с загрязнением, стратегий городского планирования и устойчивой инфраструктуры здравоохранения (*высокая степень достоверности*). [26.3-26.6, 26.8]

**Центральная и Южная Америка.** Несмотря на наличие достижений, результатом высоких и устойчивых уровней нищеты в большинстве стран является высокая степень уязвимости для изменчивости и изменения климата (*высокая степень достоверности*). Предполагается, что воздействия изменения климата на сельскохозяйственную продуктивность будут характеризоваться значительной пространственной изменчивостью, например долговременной или повышенной продуктивностью в середине столетия в юго-восточной части Южной Америки и снижением продуктивности в ближнесрочной перспективе (к 2030 г.) в Центральной Америке, что будет угрожать продовольственной безопасности самых бедных слоев населения (*средняя степень достоверности*). Уменьшение осадков и увеличение эвапотранспирации в полусухих регионах повысит риски, связанные с нехваткой

водоснабжения, которые затронут города, производство гидроэлектроэнергии и сельское хозяйство (*высокая степень достоверности*). Текущие стратегии адаптации включают уменьшение несоответствия между водоснабжением и спросом на воду, а также реформы менеджмента и координации водных ресурсов (*средняя степень достоверности*). Преобразование естественных экосистем, которое является движущим фактором антропогенного изменения климата – это основная причина утраты биоразнообразия и экосистем (*высокая степень достоверности*). Изменение климата ускорит, как ожидается, темпы исчезновения видов (*средняя степень достоверности*). В прибрежных и морских экосистемах повышение уровня моря и антропогенные факторы стресса повышают риски для рыбных запасов, кораллов, мангровых лесов, рекреации и туризма, а также борьбы с заболеваниями (*высокая степень достоверности*). Изменение климата усугубит будущие риски для здоровья, учитывая региональные темпы роста населения и уязвимости, связанные с загрязнением, отсутствием продовольственной безопасности в бедных регионах и существующими системами здравоохранения, водоснабжения, санитарии и сбора отходов (*средняя степень достоверности*). [27.2, 27.3]

**Полярные регионы.** Изменение климата и часто взаимосвязанные неклиматические факторы, включая экологические изменения, демографию, культуру и экономическое развитие, взаимодействуют в Арктике и определяют физические, биологические и социально-экономические риски, причем с такими темпами изменения, которые могут опережать темпы, которыми может происходить адаптация социальных систем (*высокая степень достоверности*). Таяние многолетней мерзлоты и изменение режимов осадков могут потенциально затронуть инфраструктуру и соответствующие услуги, при этом особые риски существуют для жилых строений, например в арктических городах и малых сельских поселениях. Изменение климата окажет особое воздействие на арктические сообщества с узконаправленной эконо-

мической деятельностью, ограничивающей выборы вариантов адаптации. Более благоприятные возможности навигации в Арктике и увеличение протяженности сетей транспортных перевозок по суше и пресноводным водоемам расширят экономические возможности. Воздействия на неформальную, обеспечивающую средства к существованию экономическую деятельность, будут включать меняющееся состояние морского льда, которое повышает трудность охоты на морских млекопитающих. Полярные медведи были и будут затронуты потерей ежегодного льда над континентальными шельфами, уменьшением срока существования льда и его толщины. Ускорившиеся темпы изменения в таянии многолетней мерзлоты, потеря прибрежного морского льда, повышение уровня моря и усиление интенсивности экстремальных метеорологических явлений уже являются причиной вынужденного перемещения некоторых общин коренного населения на Аляске (*высокая степень достоверности*). В Арктике и Антарктике некоторые морские виды сдвинут границы своей среды обитания в соответствии с меняющимися условиями жизни в океане и состоянием морского льда (*средняя степень достоверности*). Изменение климата усилит уязвимость наземных экосистем для инвазий неместных видов (*высокая степень достоверности*). [6.3, 6.5, 28.2-28.4]

**Малые острова.** Малые острова характеризуются *высокой уязвимостью для климатических и неклиматических факторов стресса (высокая степень достоверности)*. Различные физические и антропогенные факторы, а также чувствительность этих островов к климатическим факторам, являются причиной меняющихся профилей рисков, связанных с изменением климата, а также адаптации в зависимости от того или иного островного региона или стран в одном и том же регионе. Риски могут возникать в результате трансграничных взаимодействий, например связанных с существующими и будущими инвазивными видами и проблемами для здоровья человека. Повышение уровня моря порождает одну из самых широко признанных угроз изменения климата для низменных прибрежных территорий на островах и атоллах. Повышение уровня моря, которое произойдет, согласно перспективным оценкам, в конце XXI века, усугубляемое экстремальными явлениями, связанными с уровнем моря, является причиной рисков разрушительных прибрежных наводнений и эрозии для низменных прибрежных территорий и атоллов. Заплеск волны приведет к деградации ресурсов грунтовых вод. Деградация экосистем коралловых рифов, сопровождаемая повышением температуры поверхности моря и закислением океана, окажет негативное воздействие на островные сообщества и средства к существованию, учитывая зависимость островных сообществ от экосистем коралловых рифов, обеспе-

чивающих защиту побережья, средства к существованию в виде рыбной ловли и туризма. [29.3-29.5, 29.9, 30.5, рисунок 29-1, таблица 29-3, вставка CC-CR]

**Океан.** Потепление увеличит риски для океанических экосистем (*высокая степень достоверности*). Коралловые рифы, находящиеся в пределах прибрежных пограничных систем, полузакрытые моря и субтропические циркуляции быстро сокращаются в результате действия локальных неклиматических факторов стресса (т.е. прибрежное загрязнение, чрезмерная эксплуатация) и изменения климата. Согласно перспективным оценкам, увеличение масштабов массового обесцвечивания и гибели кораллов приведут к изменению или уничтожению экосистем, в результате чего возрастут риски для прибрежных средств к существованию и продовольственной безопасности (*средняя-высокая степень достоверности*). Анализ по ансамблю моделей CMIP5 дает перспективные оценки утраты коралловых рифов в большинстве мест в глобальном масштабе, которая, *весьма вероятно*, будет иметь место к 2050 г. в случае средних-высоких темпов потепления океана. Снижение воздействия неклиматических факторов стресса дает возможность для усиления экологической устойчивости. Высокопродуктивные системы весеннего цветения в высоких широтах в северо-восточной части Атлантики реагируют на потепление (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*), при этом наибольшие изменения наблюдаются с конца 1970-х годов в фенологии, распространении и количестве скоплений планктона и реорганизации скоплений рыб, сопровождаемых целым рядом последствий для рыбных промыслов (*высокая степень достоверности*). Прогнозируемое потепление увеличивает вероятность более значительной термальной стратификации в некоторых регионах, что может привести к ослаблению вентилирования O<sub>2</sub> и стимулированию образования гипоксических зон, особенно в Балтийском и Черном морях (*средняя степень достоверности*). Меняющиеся приземные ветра и волны, уровень моря и интенсивность штормов увеличат уязвимость связанных с океаном отраслей, таких как судоходство, энергетика и горнодобывающая промышленность. Новые возможности, а также международные проблемы, связанные с доступом к ресурсам и уязвимостью, могут быть непосредственно связаны с потеплением вод, особенно в высоких широтах. [5.3, 5.4, 6.4, 28.2, 28.3, 30.3, 30.5, 30.6, таблица 30-1, рисунки 30-4 и 30-10, вставки 6-1, CC-CR и CC-MB]

**Понимание экстремальных явлений и их взаимодействий с изменением климата имеет особенно важное значение для менеджмента рисков в региональном контексте.** Таблица TP.6 содержит резюме наблюдаемых и прогнозируемых в перспективе трендов некоторых типов экстремальных температур и осадков.

## C: МЕНЕДЖМЕНТ БУДУЩИХ РИСКОВ И УСИЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ

Менеджмент рисков изменения климата требует решений в области адаптации и смягчения воздействий на изменение климата, имеющих последствия для будущих поколений, экономики и окружающей среды. На рисунке TP.12 дается обзор мер реагирования, касающихся решения проблемы риска, связанного с изменением климата.

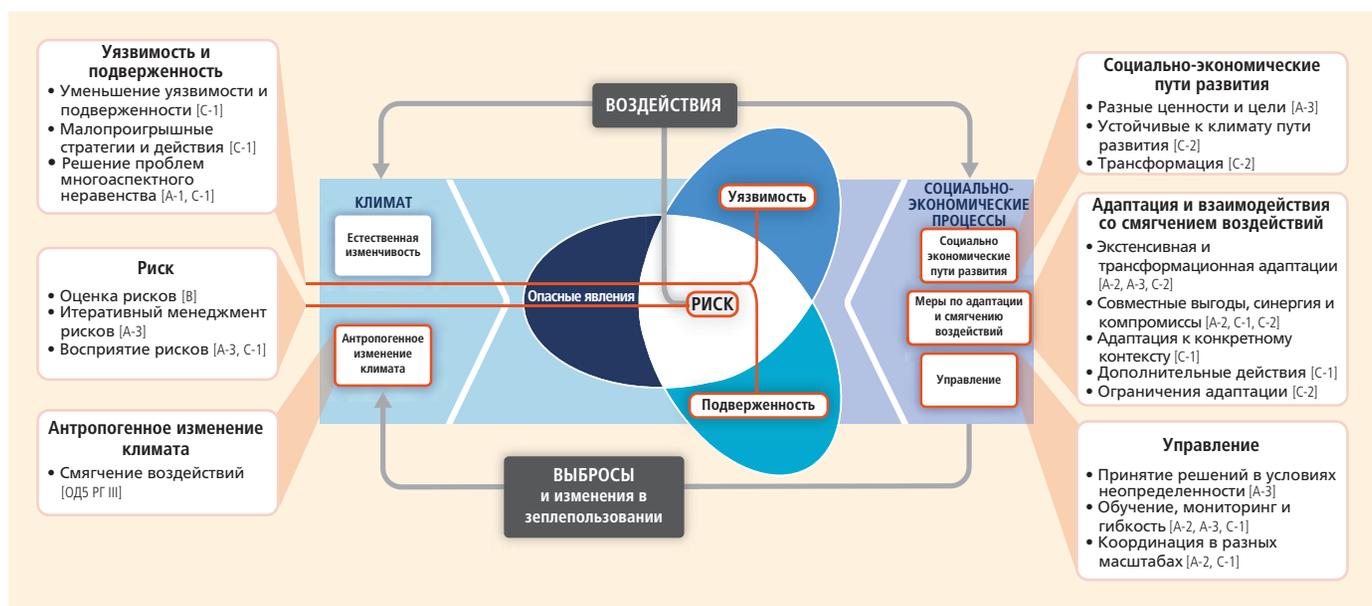
В этом разделе, который начинается с принципов эффективной адаптации, дается оценка того, каким образом взаимосвязанные антропогенные и естественные системы могут усилить устойчивость посредством адаптации, смягчения воздействий на изменение климата и устойчивого развития. В нем описывается понимание устойчивых к климату вариантов, поэтапных в отличие от трансформационных изменений, предел адаптации, а также рассматриваются сопутствующие выгоды, синергия и компромиссы между смягчением воздействий, адаптацией и развитием.

### C-1. Принципы эффективной адаптации

В докладе дается оценка широкого разнообразия подходов к уменьшению и менеджменту рисков и усилению устойчивости. Стратегии и подходы к адаптации к изменению климата включают усилия по улучшению уязвимости или подверженности и/или усилению устойчивости или адаптивной способности. Смягчение воздействий на изменение климата оценивается в ОД5 РГ III. Конкретные примеры мер реагирования на изменение климата представлены в таблице TP.7.

Адаптация конкретно привязана к месту и контексту, при этом не существует никакого единого подхода к снижению рисков, подходящего для всех условий (**высокая степень достоверности**). Эффективные стратегии по снижению рисков и адаптации учитывают динамику уязвимости и подверженности и их связей с социально-экономическими процессами, устойчивым развитием и изменением климата. [2.1, 8.3, 8.4, 13.1, 13.3, 13.4, 15.2, 15.3, 15.5, 16.2, 16.3, 16.5, 17.2, 17.4, 19.6, 21.3, 22.4, 26.8, 26.9, 29.6, 29.8]

Эффективность планирования и осуществления адаптации может быть повышена посредством дополнительных действий на всех уровнях – от действий отдельных лиц до действий правительств (**высокая степень достоверности**). Национальные правительства могут координировать усилия местных и субнациональных правительств в области адаптации, например посредством защиты уязвимых граждан, поддержки экономической диверсификации, а также посредством предоставления информации, создания политических и правовых основ и оказания финансовой поддержки (**твердые доказательства, высокая степень согласия**). Местные правительства и частный сектор во все большей мере признаются в качестве жизненно важных элементов прогресса в области адаптации, учитывая их роль в расширении масштабов адаптации общин, домашних хозяйств и гражданского общества, а также в менеджменте информации о рисках и финансировании (**доказательства средней степени, высокая степень согласия**). [2.1-2.4, 3.6, 5.5, 8.3, 8.4, 9.3, 9.4, 14.2, 15.2, 15.3, 15.5, 16.2-16.5, 17.2, 17.3, 22.4, 24.4, 25.4, 26.8, 26.9, 30.7, таблицы 21-1, 21-5 и 21-6, вставка 16-2]



**Рисунок TP.12 |** Пространство решений. Основные понятия ОД5 РГ II, иллюстрирующие пересекающиеся входные точки и подходы, а также ключевые соображения, при менеджменте рисков, связанных с изменением климата, которые оцениваются в этом докладе и представлены в этом резюме. Ссылки в скобках указывают на разделы этого резюме с соответствующими оценочными выводами.

Первым шагом в направлении адаптации к будущему изменению климата является уменьшение уязвимости и подверженности к существующей изменчивости климата (**высокая степень достоверности**). Стратегии включают действия с сопутствующими выгодами для других целей. Имеющиеся стратегии и действия могут повысить устойчивость к целому ряду возможных будущих климатов, способствуя при этом улучшению здоровья человека, средств к существованию, повышению социально-экономического благосостояния и качества окружающей среды. Примеры стратегий адаптации, которые также укрепляют средства к существованию, повышают эффективность развития и уменьшают масштабы нищеты, включают более совершенную социальную защиту, повышение качества воды и управление землепользованием, более совершенное хранение воды и гидрологическое обслуживание, более активное участие в планировании и уделение повышенного внимания городским и пригородным районам, серьезно затронутым миграцией бедных групп населения. См. таблицу TP.7. [3.6, 8.3, 9.4, 14.3, 15.2, 15.3, 17.2, 20.4, 20.6, 22.4, 24.4, 24.5, 25.4, 25.10, 27.3-27.5, 29.6, вставки 25-2 и 25-6]

Планирование и осуществление адаптации на всех уровнях управления зависят от социальных ценностей, целей и восприятия риска (**высокая степень достоверности**). Процессу принятия решений может способствовать признание разнообразных интересов, обстоятельств, социально-культурных контекстов и ожиданий. Осознание того, что изменение климата может оказаться сильнее адаптивной способности некоторых людей и экосистем, может иметь этические последствия для решений и инвестиций, связанных со смягчением воздействий на изменение климата. Экономический анализ адаптации отходит от уделения главного внимания исключительно вопросам эффективности, рыночных решений и анализа экономической эффективности, с тем чтобы учитывать такие факторы, как немонитарные и нерыночные меры, риски, несправедливость, поведенческие предубеждения, барьеры и пределы, а также дополнительные выгоды и расходы. [2.2-2.4, 9.4, 12.3, 13.2, 15.2, 16.2-16.4, 16.6, 16.7, 17.2, 17.3, 21.3, 22.4, 24.4, 24.6, 25.4, 25.8, 26.9, 28.2, 28.4, таблица 15-1, вставки 16-1, 16-4 и 25-7]

Системы и практики знаний коренных народов, а также местные и традиционные системы и практики, включая целостное восприятие общины и окружающей среды коренными народами, являются основным источником для адаптации к изменению климата (**твердые доказательства, высокая степень согласия**). Общины, зависящие от природных ресурсов, включая коренные народы, имеют долгую историю адаптирования к очень изменчивым и меняющимся социальным и экологическим условиям. Однако воздействия изменения климата создают проблемы для характерных особенностей знаний коренных народов, а также знаний на местном и традиционном уровнях. Подобные виды знаний не

использовались последовательно в рамках осуществляемых усилий в области адаптации. Интеграция подобных видов знаний в существующей практике повысит эффективность адаптации. [9.4, 12.3, 15.2, 22.4, 24.4, 24.6, 25.8, 28.2, 28.4, таблица 15-1]

Поддержка решений является наиболее эффективной, когда она четко реагирует на контекст и разнообразие видов решений, процессы принятия решений и целевую аудиторию (**твердые доказательства, высокая степень согласия**). Организации, занимающиеся сведением воедино научных знаний и процесса принятия решений, включая климатическое обслуживание, играют важную роль в коммуникации, передаче и развитии связанных с климатом знаний, в том числе практическое применение, взятие обязательств и обмен знаниями (**доказательства средней степени, высокая степень согласия**). [2.1-2.4, 8.4, 14.4, 16.2, 16.3, 16.5, 21.2, 21.3, 21.5, 22.4, вставка 9-4]

Включение адаптации в процесс формирования и принятия решений может способствовать синергии с деятельностью в области развития и уменьшения риска бедствий (**высокая степень достоверности**). Подобное включение в основную деятельность означает анализ чувствительных к климату проблем в существующих и новых учреждениях и организациях. Адаптация может принести более значительные выгоды в тех случаях, когда она связана с деятельностью в области развития и уменьшения риска бедствий (**средняя степень достоверности**). [8.3, 9.3, 14.2, 14.6, 15.3, 15.4, 17.2, 20.2, 20.3, 22.4, 24.5, 29.6, вставка CC-UR]

Существующие и появляющиеся экономические инструменты могут ускорить адаптацию посредством создания стимулов для предвидения и уменьшения воздействий (**средняя степень достоверности**). Эти инструменты включают финансовые партнерства государственного и частного секторов, займы, выплаты за экологические услуги, более совершенное установление цен на ресурсы, сборы и субсидии, нормы и правила, а также механизмы разделения и передачи рисков. Механизмы финансирования рисков в государственном и частном секторах, такие как пулы страхования и рисков, могут способствовать усилению устойчивости, однако без уделения внимания основным концептуальным требованиям; они также могут быть причиной отсутствия стимулов, вызывать нарушение работы рынка и снижать стоимость активов. Правительства часто играют ключевую роль в качестве регулирующих органов, поставщиков услуг или страхователей в случае крайних ситуаций. [10.7, 10.9, 13.3, 17.4, 17.5, вставка 25-7]

Сдерживающие факторы могут взаимодействовать между собой, препятствуя таким образом планированию и осуществлению адаптации (**высокая степень достоверности**). Common Обычные препятствия для осуществления возникают по следующим причинам: ограниченные

**Таблица TP.7 | Подходы к менеджменту рисков изменения климата.** Эти подходы следует рассматривать в качестве скорее пересекающихся, а не отдельных, и часто они применяются одновременно. Смягчение воздействий на изменение климата считается существенным элементом менеджмента рисков изменения климата. Оно не рассматривается в этой таблице, поскольку смягчение воздействий на изменение климата является главным элементом ОД5 РГ III. Примеры приводятся без какой-либо специальной последовательности и могут относиться к нескольким категориям. [14.2, 14.3, таблица 14-1]

Пересекающиеся подходы	Категория	Примеры	Ссылка(и) на главу
Уменьшение уязвимости и подверженности посредством развития, планирования и практик, включающих множество малопротирывных мер	Развитие людей	Улучшенный доступ к образованию, питанию, медицинским учреждениям, энергии, безопасным структурам жилищ и поселений, а также структурам социальной поддержки; уменьшение гендерного неравенства и маргинализации в иных формах.	8.3, 9.3, 13.1-3, 14.2-3, 22.4
	Уменьшение масштабов нищеты	Улучшенный доступ к местным ресурсам и контроль за ними; землепользование; уменьшение рисков бедствий; системы социального обеспечения и социальная защита; схемы страхования.	8.3-4, 9.3, 13.1-3
	Безопасность средств к существованию	Диверсификация дохода, активов и средств к существованию; усовершенствованная инфраструктура; доступ к технологии и процессу принятия решений; расширение полномочий на принятие решений; изменение практик растениеводства, скотоводства и аквакультуры; опора на социальные сети.	7.5, 9.4, 13.1-3, 22.3-4, 23.4, 26.5, 27.3, 29.6, таблица ДМ24-7
	Менеджмент рисков бедствий	Системы раннего предупреждения; картирование опасных явлений и уязвимости; диверсификация водных ресурсов; усовершенствованный дренаж; убежища от паводков и циклонов; строительные кодексы и практики; обработка ливневых и сточных вод; усовершенствования транспортной и дорожной инфраструктуры.	8.2-4, 11.7, 14.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.6, 28.4, вставка 25-1, таблица 3-3
	Менеджмент экосистем	Сохранение водно-болотных угодий и городских зеленых зон; облесение побережья; менеджмент водосборов и водохранилищ; уменьшение других стрессов для экосистем и фрагментации окружающей среды; сохранение генетического разнообразия; управление режимами возмущений; менеджмент природных ресурсов на основе общин.	4.3-4, 8.3, 22.4, таблица 3-3, вставки 4-3, 8-2, 15-1, 25-8, 25-9 и СС-ЕА
	Планирование территорий и землепользования	Обеспечение адекватных жилищ, инфраструктуры и услуг; менеджмент развития в районах, подверженных паводкам и другим высоким рискам; городское планирование и программы обновления; законодательство в области районирования земель; полосы отчуждения; охраняемые районы.	4.4, 8.1-4, 22.4, 23.7-8, 27.3, вставка 25-8
	Структурная/ физическая	<b>Возможности инжиниринга и создания окружающей среды:</b> волнорезы и структуры защиты побережья; противопаводковые дамбы; водохранилища; улучшенный дренаж; убежища от наводнений и циклонов; строительные кодексы и практики; обработка ливневых и сточных вод; улучшение транспортной и дорожной инфраструктуры; плавающие дома, регулирование работы электростанций и электросетей.	3.5-6, 5.5, 8.2-3, 10.2, 11.7, 23.3, 24.4, 25.7, 26.3, 26.8, вставки 15-1, 25-1, 25-2, & 25-8
		<b>Технологические возможности:</b> новые сорта растений и породы скота; технологии и методы традиционных и местных знаний и знаний коренных народов; эффективная ирригация; водосберегающие технологии; опреснение; сохранение сельского хозяйства; предприятия по хранению и сохранению продовольствия; картирование и мониторинг опасных явлений и уязвимости; система раннего предупреждения; изоляция зданий; механическое и пассивное охлаждение; разработка, передача и распространение технологий.	7.5, 8.3, 9.4, 10.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.3, 26.5, 27.3, 28.2, 28.4, 29.6-7, вставки 20-5 и 25-2, таблицы 3-3 и 15-1
		<b>Возможности на основе экосистем:</b> экологическое восстановление; сохранение почв; облесение и лесовосстановление; сохранение и повторная посадка мангровых лесов; зеленая инфраструктура (например затеняющие деревья, зеленые крыши); борьба с чрезмерным выловом рыбы; совместный менеджмент рыбных промыслов; содействие миграции и распространению видов; экологические коридоры; банки семян, банки генов и другие виды сохранения ex situ; менеджмент природных ресурсов на основе общин.	4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 15.4, 22.4, 23.6-7, 24.4, 25.6, 27.3, 28.2, 29.7, 30.6, вставки 15-1, 22-2, 25-9, 26-2, & СС-ЕА
	Институциональная	<b>Услуги:</b> системы социального обеспечения и социальная защита; банки продовольствия и распространение продовольственных излишков; муниципальные службы, включая водоснабжение и санитарно-гигиенические программы вакцинации; первичные службы общественного здравоохранения; улучшенные службы скорой медицинской помощи.	3.5-6, 8.3, 9.3, 11.7, 11.9, 22.4, 29.6, вставка 13-2
<b>Экономические возможности:</b> финансовые стимулы; страхование; катастрофические бонды; выплаты за экосистемные услуги; установление цен на воду для поощрения повсеместного снабжения и экономного использования; микрофинансирование; фонды на случай непредвиденных бедствий; переводы денежной наличности; партнерства между государственным и частным секторами.		8.3-4, 9.4, 10.7, 11.7, 13.3, 15.4, 17.5, 22.4, 26.7, 27.6, 29.6, вставка 25-7	
<b>Законы и правила:</b> законодательство в области районирования земель; строительные стандарты и практики; полосы отчуждения; правила и соглашения по водопользованию; законы, способствующие уменьшению рисков бедствий; законы, поощряющие приобретение страховок; установленные положения, касающиеся прав собственности и гарантирования землевладения; охраняемые районы; квоты на рыбную ловлю; патентные пулы и передача технологий.		4.4, 8.3, 9.3, 10.5, 10.7, 15.2, 15.4, 17.5, 22.4, 23.4, 23.7, 24.4, 25.4, 26.3, 27.3, 30.6, таблица 25-2, вставка СС-CR	
Социальная	<b>Национальные и правительственные политика и программы:</b> национальные и региональные планы адаптации, в том числе включение в основную деятельность; субнациональные и местные планы адаптации; экономическая диверсификация; программы модернизации городов; программы муниципального менеджмента воды; планирование бедствий и готовность к ним; комплексный менеджмент водных ресурсов; комплексный менеджмент прибрежной зоны; менеджмент на экосистемной основе; адаптация на основе общин.	2.4, 3.6, 4.4, 5.5, 6.4, 7.5, 8.3, 11.7, 15.2-5, 22.4, 23.7, 25.4, 25.8, 26.8-9, 27.3-4, 29.6, вставки 25-1, 25-2 и 25-9, таблицы 9-2 и 17-1	
	<b>Возможности образования:</b> повышение осведомленности и интеграция в образование; гендерное равенство в системе образования; информационно-пропагандистские услуги; обмен знаниями коренных народов, традиционными и местными знаниями; исследование совместно организованных действий и социальное обучение; обмен знаниями и обучающие платформы.	8.3-4, 9.4, 11.7, 12.3, 15.2-4, 22.4, 25.4, 28.4, 29.6, таблицы 15-1 и 25-2	
	<b>Информационные возможности:</b> картирование опасных явлений и уязвимости; система раннего предупреждения и реагирования; систематический мониторинг и дистанционное зондирование; климатическое обслуживание; использование климатических наблюдений коренных народов; разработка сценария совместно организованных действий; комплексные оценки.	3.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, 27.3, 28.2, 28.5, 30.6, таблица 25-2, вставка 26-3	
Сферы изменения	<b>Поведенческие возможности:</b> подготовка домашних хозяйств и планирование эвакуации; миграция; сохранение почв и водных ресурсов; дренажная очистка ливневых вод; диверсификация средств к существованию; изменение практик растениеводства, скотоводства и аквакультуры; опора на социальные сети.	5.5, 7.5, 9.4, 12.4, 22.3-4, 23.4, 23.7, 25.7, 26.5, 27.3, 29.6, таблица ДМ 24-7, вставка 25-5	
	<b>Практические:</b> социальные и технические инновации, поведенческие сдвиги или институциональные и управленческие изменения, которые вызывают существенные сдвиги в конечных результатах.	8.3, 17.3, 20.5, вставка 25-5	
	<b>Политические:</b> политические, социальные, культурные и экологические решения и действия, соответствующие уменьшению уязвимости и рисков и содействующие адаптации, смягчению воздействий и устойчивому развитию.	14.2-3, 20.5, 25.4, 30.7, таблица 14-1	
	<b>Личные:</b> индивидуальные и коллективные предположения, мнения, ценности и общемировые взгляды, влияющие на меры реагирования на изменение климата.	14.2-3, 20.5, 25.4, таблица 14-1	

TP

финансовые и людские ресурсы; ограниченная интеграция или координация управления; неопределенности в перспективных оценках воздействий; разные восприятия рисков; конкурирующие ценности; отсутствие ключевых лидеров и сторонников адаптации; и ограниченные инструменты для мониторинга эффективности адаптации. К числу других препятствий относятся недостаточные исследования, мониторинг и наблюдения, а также недостаточное финансирование для их поддержания. Недооценка сложного характера адаптации как социального процесса может породить нереалистичные ожидания в отношении достижения предполагаемых конечных результатов адаптации. [3.6, 4.4, 5.5, 8.4, 9.4, 13.2, 13.3, 14.2, 14.5, 15.2, 15.3, 15.5, 16.2, 16.3, 16.5, 17.2, 17.3, 22.4, 23.7, 24.5, 25.4, 25.10, 26.8, 26.9, 30.6, таблица 16-3, вставки 16-1 и 16-3]

**Плохая адаптация может быть результатом плохого планирования, уделения чрезмерного внимания краткосрочным конечным результатам или неспособности полноценного предвидения последствий (доказательства средней степени, высокая степень согласия).** Плохая адаптация может увеличить уязвимость и подверженность целой группы в будущем или уязвимость других людей, мест или секторов. Узкий фокус внимания на количественно определяемых расходах и выгодах может привести к принятию решений, направленных против интересов бедных слоев населения, против экосистем и в будущем против тех, чьи ценности могут быть исключены или приуменьшены. Некоторые краткосрочные меры реагирования на возрастающие риски, связанные с изменением климата, могут также ограничить возможности выбора в будущем. Например, усиленная защита подверженных воздействиям активов может привести к постоянной зависимости от дальнейших защитных мер. [5.5, 8.4, 14.6, 15.5, 16.3, 17.2, 17.3, 20.2, 22.4, 24.4, 25.10, 26.8, таблица 14-4, вставка 25-1]

**Ограниченные доказательства указывают на разрыв между глобальными потребностями в адаптации и имеющимися для адаптации средствами (средняя степень достоверности).** Существует необходимость в более точной оценке глобальных расходов, финансирования и инвестирования, связанных с адаптацией. Исследования, посвященные оценке глобальной стоимости адаптации, характеризуются нехваткой данных, методов и охвата (высокая степень достоверности). [14.2, 17.4, таблицы 17-2 и 17-3]

## C-2. Способы обеспечения устойчивости к изменению климата и трансформация

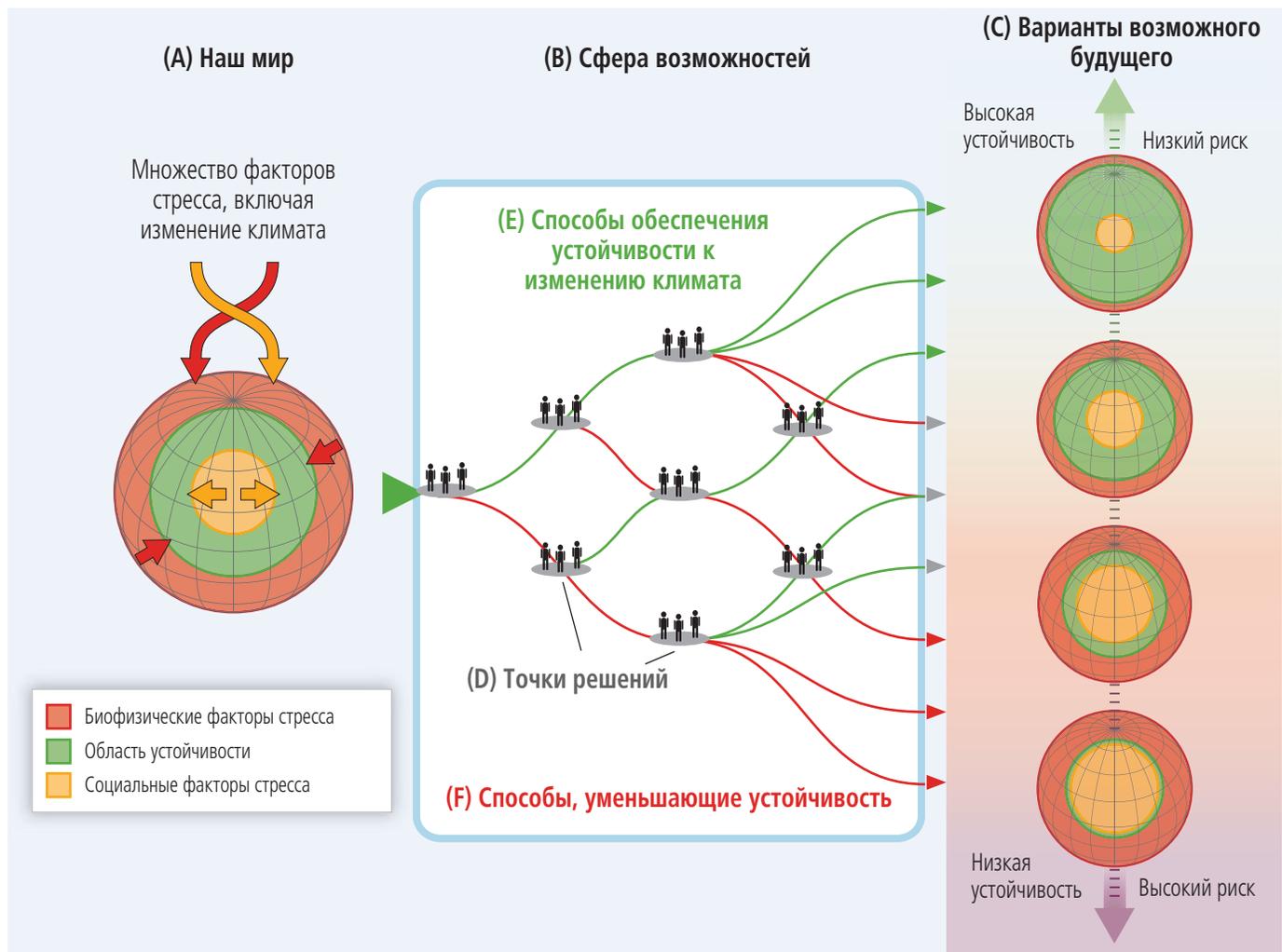
Способы обеспечения устойчивости к изменению климата – это пути устойчивого развития, сочетающие адаптацию и смягчение воздействий для ослабления

изменения климата и его последствий. Они включают итеративные процессы по обеспечению возможности осуществления и стабильности эффективного менеджмента рисков. См. рисунок TP13. [2.5, 20.3, 20.4]

**Перспективы способов обеспечения устойчивости к изменению климата в целях устойчивого развития связаны существенным образом с тем, что делается в мире в отношении смягчения изменения климата (высокая степень достоверности).** Поскольку смягчение воздействий снижает темпы, а также масштабы потепления, оно также увеличивает время, имеющееся для адаптации к определенному уровню изменения климата с возможными сроками в несколько десятилетий. Задержка действий по смягчению воздействий может сузить рамки возможностей для способов обеспечения устойчивости к изменению климата в будущем. [1.1, 19.7, 20.2, 20.3, 20.6, рисунок 1-5]

Более значительные темпы и масштабы изменения климата усиливают вероятность превышения пределов адаптации (высокая степень достоверности). См. вставку TP.8. Пределы адаптации наступают в тех случаях, когда невозможными или отсутствующими в данное время являются адаптивные действия, направленные на предотвращение рисков, неприемлемых для стоящих перед действующим лицом задач или для потребностей системы. Вытекающие из базовых ценностей суждения о том, что является неприемлемым риском, могут отличаться друг от друга. Ограничения для адаптации возникают в результате взаимодействия между изменением климата и биофизическими и/или социально-экономическими факторами сдерживания. Со временем могут уменьшиться возможности для того, чтобы воспользоваться позитивной синергией между адаптацией и смягчением воздействий, особенно если превышены пределы для адаптации. В некоторых частях мира недостаточные меры реагирования на возникающие воздействия уже разрушают основу для устойчивого развития. [1.1, 11.8, 13.4, 16.2-16.7, 17.2, 20.2, 20.3, 20.5, 20.6, 25.10, 26.5, вставки 16-1, 16-3 и 16-4]

**Преобразования в рамках экономических, социальных, технологических и политических решений и действий могут стимулировать способы обеспечения устойчивости к изменению климата (высокая степень достоверности).** Конкретные примеры приводятся в таблице TP.7. См. также вставку TP.8. Сейчас могут осуществляться стратегии и действия, которые обеспечат прогресс способов обеспечения устойчивости к изменению климата в целях устойчивого развития, способствуя в то же время совершенствованию средств к существованию, повышению социального и экономического благосостояния и улучшению ответственного экологического менеджмента. Трансформация в качестве меры реагирования на изменение климата может включать,



**Рисунок ТР.13 |** Пространство возможностей и способы обеспечения устойчивости к изменению климата. (А) Нашему миру [разделы А-1 и В-1] угрожают многочисленные стрессы, которые отрицательно сказываются на устойчивости по многим направлениям и которые представлены в данном случае просто как биофизические и социальные факторы стресса. Эти факторы включают изменение климата, изменчивость климата, изменения в землепользовании, деградацию экосистем, нищету и неравенство, а также культурные факторы. (В) Пространство возможностей [разделы А-2, А-3, В-2, С-1 и С-2] означает точки решений и способы, ведущие к целому ряду вариантов (С) возможного будущего [разделы С и В-3] с указанием разных уровней устойчивости и риска. (D) Результат точек решения – это действия или бездействие в рамках пространства возможностей, и в своей совокупности они образуют процесс осуществления или неосуществления менеджмента рисков, связанных с изменением климата. (E) Способы обеспечения устойчивости к изменению климата (зеленый цвет) в пределах пространства возможностей ведут к созданию более устойчивого мира посредством адаптивного образования, увеличения научных знаний, эффективной адаптации и мер по смягчению воздействий, а также других выборов, касающихся уменьшения рисков. (F) Способы, ведущие к снижению устойчивости (красный цвет), могут включать недостаточное смягчение воздействий, плохую адаптацию, неспособность обучаться и использовать знания, а также другие действия, снижающие устойчивость; и они могут быть необратимыми в плане вариантов возможного будущего. [Рисунок 1-5]

например, внедрение новых технологий или практик, создание новых структур или систем управления или сдвиги в типах или местонахождениях деятельности. Масштабы и величина трансформационных адаптаций зависит от смягчения воздействий и от процессов развития. Трансформационная адаптация является важным критерием для решений, связанным с длительным периодом жизни или временем упреждения, и она может быть реакцией на пределы адаптации. На национальном уровне трансформация считается наиболее эффективной в тех случаях, когда она отражает собственные концепции и под-

ходы страны в отношении достижения устойчивого развития в соответствии с ее национальными обстоятельствами и приоритетами. Считается, что итеративное обучение, аналитические процессы и инновация принесут пользу преобразованиям в целях обеспечения устойчивости. Общественные обсуждения по многочисленным аспектам преобразования могут выдвинуть новые и повышенные требования к управленческим структурам. [1.1, 2.1, 2.5, 8.4, 14.1, 14.3, 16.2-16.7, 20.5, 22.4, 25.4, 25.10, рисунок 1-5, вставки 16-1 и 16-4]

Примеры сопутствующих выгод, синергии и компромиссов между адаптацией, смягчением воздействий и устойчивым развитием

**Значительные сопутствующие выгоды, синергия и компромиссы существуют между смягчением воздействий и адаптаций, а также между разными адаптационными мерами реагирования; взаимодействия происходят как в регионах, так и между ними (*весьма высокая степень достоверности*). Показательные примеры включают следующее:**

- Все более активные усилия по смягчению воздействий и адаптации к изменению климата подразумевают повышение сложности взаимодействий, особенно в точках пересечения таких факторов, как вода, энергетика, землепользование и био-

разнообразии, однако по-прежнему ограниченными являются инструменты для понимания и менеджмента этих взаимодействий (*весьма высокая степень достоверности*). См. вставку TP.9. К негативным воздействиям на экосистемы и био-разнообразие может привести крупномасштабное преобразование наземных экосистем в целях смягчения воздействий на изменение климата, таких как секвестрация углерода посредством посадки быстрорастущих видов деревьев в экосистемах, где ранее их не существовало, или перевод ранее некультивируемых или недеградировавших земель в биоэнергетические плантации (*высокая степень достоверности*). [3.7, 4.2-4.4, 22.6, 24.6, 25.7, 25.9, 27.3, вставки 25-10 и CC-WE]

## Вставка TP.8 | Пределы адаптации и трансформация

Адаптация может увеличить способность естественных и антропогенных систем справляться с меняющимся климатом. Процесс принятия решений, основанных на учете риска, может использоваться для оценки потенциальных пределов адаптации. Пределы для адаптации возникают в тех случаях, когда адаптивные действия с целью избежания недопустимых рисков для стоящих перед действующими лицами задач или для потребностей системы, являются невозможными или не осуществляются в настоящее время. Пределы для адаптации зависят от конкретного контекста и тесно связаны с культурными нормами и общественными ценностями. Суждения на основе принятых ценностей в отношении того, что является недопустимым риском, могут отличаться у разных действующих лиц, однако понимание пределов адаптации может определяться историческим опытом или предположениями относительно воздействий, уязвимостей и адаптации, связанными с разными сценариями изменения климата. Чем больше величина или темпы изменения климата, тем больше правдоподобия того, что адаптация столкнется с определенными пределами. [16.2-16.4, 20.5, 20.6, 22.4, 25.4, 25.10, вставка 16-2]

На пределы для адаптации могут влиять субъективные понятия общественных действующих лиц о ценностях, которые могут сказываться как на предполагаемых потребностях в адаптации, так и предполагаемой целесообразности конкретных программ и мер. Хотя пределы подразумевают невозможность дальнейшего избежания недопустимых рисков и увеличения возможных потерь и ущерба, динамика социальных и экологических систем означает, что существуют как «мягкие», так и «жесткие» пределы для адаптации. В случае «мягких» пределов в будущем имеются возможности для изменения пределов и уменьшения рисков, например благодаря появлению новых технологий или изменений в законах, учреждениях или ценностях. В отличие от этого «жесткие» пределы – это пределы, при которых отсутствуют какие-либо разумные перспективы для избежания недопустимых рисков. Недавние исследования переломных моментов, ключевых уязвимостей и планетарных границ дают определенное понимание поведения сложных систем. [16.2-16.7, 25.10]

В тех случаях, когда пределы для адаптации были превышены, может произойти увеличение потерь или ущерба, и недостижимыми более могут стать задачи, стоящие перед определенными действующими лицами. Может существовать потребность в трансформационной адаптации для изменения основополагающих атрибутов системы в качестве меры реагирования на фактические или ожидаемые воздействия изменения климата. Это может включать более масштабные или интенсивные адаптации по сравнению с теми, которые ожидалось ранее, а именно адаптации, которые являются новыми для региона или системы, или адаптации, которые преобразуют места или ведут к сдвигу в видах или местоположениях деятельности. [16.2-16.4, 20.3, 20.5, 22.4, 25.10, вставки 25-1 и 25-9]

Опыт, связанный с ограничениями для адаптации, свидетельствует о том, что трансформационное изменение может быть требованием для устойчивого развития в условиях меняющегося климата, т.е. не только для адаптации к воздействиям изменения климата, но и для изменения систем и структур, экономических и социальных отношений, а также мнений и видов поведения, которые способствуют изменению климата и социальной уязвимости. Однако, равно как и наличие этических последствий, связанных с некоторыми вариантами адаптации, существует также законная озабоченность в отношении справедливости и этических факторов трансформации. Общественные обсуждения рисков, возникших в результате принудительных и ответных преобразований, в отличие от взвешенных мер по переходу к устойчивости, могут стать причиной новых и повышенных запросов к правительственным структурам на многих уровнях с целью примирения конфликтующих целей и мировоззренческих концепций в отношении будущего. [1.1, 16.2-16.7, 20.5, 25.10]

- Климатические программы, такие как увеличение энергоснабжения за счет возобновляемых источников энергии, поощрение выращивания биоэнергетических культур или содействие выплатам согласно СВОП+, затронут некоторые сельскохозяйственные районы как позитивным (например расширение возможностей для занятости, так и негативным образом (например изменения в землепользовании, усиление нехватки природного

капитала) (средняя степень достоверности). Эти вторичные воздействия и компромиссы между смягчением воздействий и адаптацией в сельских районах имеют последствия для управления, включая выгоды от поощрения участия заинтересованных сельских жителей. Программы по смягчению воздействий с заложенными в их концепции сопутствующими социальными выгодами, такие как МЧР и СВОП+, оказывали ограниченный или нуле-

Таблица TP.8 | Иллюстративные примеры внутрирегиональных взаимодействий между адаптацией, смягчением воздействий и устойчивым развитием

Зеленая инфраструктура и зеленые крыши	
Задачи	Менеджмент ливневых вод, адаптация к повышающимся температурам, сокращение использования энергии, обновление городов
Соответствующие секторы	Менеджмент ливневых вод, адаптация к повышающимся температурам, сокращение использования энергии, обновление городов
Обзор	Выгоды от зеленой инфраструктуры и зеленых крыш могут включать уменьшение стока ливневых вод и эффекта городского острова тепла, повышение энергоэффективности зданий, уменьшение шума и загрязнения воздуха, улучшение состояния здоровья, повышение комфортабельности жизни, повышение стоимости недвижимости, повышение биоразнообразия и иностранных инвестиций. Результаты компромиссов могут находиться в пределах от более высокой плотности городского населения до повышения энергоэффективности и открытого пространства для зеленой инфраструктуры. [8.3.3, 11.7.4, 23.7.4, 24.6, таблицы 11-3 и 25-5]
Примеры взаимодействий	<p><b>Лондон:</b> Зеленая сеть для Восточного Лондона предназначена для создания взаимосвязанных и многоцелевых открытых пространств в поддержку восстановления данного района. Эта программа направлена на объединение людей и мест, поглощение и хранение воды, охлаждение окрестностей и обеспечение разнообразных вариантов окружающей среды для дикой природы. [8.3.3]</p> <p><b>Нью-Йорк:</b> При подготовке к более интенсивным штормам Нью-Йорк использует зеленую инфраструктуру для захвата дождевой воды до того, как она может затопить канализационную систему, включая зеленые крыши и установление бойлеров и другого оборудования выше поверхности земли. [8.3.3, 26.3.3, 26.8.4]</p> <p><b>Сингапур:</b> В Сингапуре было использовано несколько перспективных планов и проектов по расширению зеленой инфраструктуры, включая Генеральный план создания городского пейзажа, обустроенные водно-болотные угодья или дренажные системы и общинные сады. В соответствии с его проектом Streetscape Greenery, Сингапур предоставил субсидии и руководства для инициатив по созданию зеленых крыш и озеленения стен. [8.3.3]</p> <p><b>Дурбан:</b> Адаптация на основе экосистем является частью стратегии Дурбана по адаптации к изменению климата. Данный подход направлен на обеспечение более четкого понимания экологии коренных экосистем и того, каким образом биоразнообразие и экосистемные услуги могут уменьшить уязвимость экосистем и людей. Примеры этого включают Программу по лесовозобновлению общин, в рамках которой общины осуществляют посадку местных саженцев, используемых для посадки и менеджмента сохраняемых лесных районов. Более широкая адаптация в Дурбане на основе экосистем продемонстрировала потребности в местных знаниях и данных, а также выгоды от более широкого использования существующих охраняемых районов, практик землепользования и местных инициатив, способствующих созданию рабочих мест, предпринимательской деятельности и повышению профессиональной подготовки. [8.3.3, вставка 8-2]</p>
Менеджмент водных ресурсов	
Первичная задача	Менеджмент водных ресурсов с учетом множественных факторов стресса в условиях меняющегося климата
Соответствующие секторы	Водопользование, производство и использование энергии, биоразнообразие, секвестрация углерода, производство биотоплива, производство продовольствия.
Обзор	Менеджмент водных ресурсов в контексте изменения климата может охватывать подходы на основе экосистем (например менеджмент или восстановление водораздела; услуги по регулированию паводков и уменьшение эрозии или заиливания), подходы, ориентированные на водоснабжение (например дамбы, водохранилища, выкачивание и пополнение грунтовых вод, а также отвод воды), и подходы, ориентированные на спрос (например повышение эффективности использования посредством рециркуляции воды, модернизации инфраструктуры, чувствительное к водным ресурсам проектирование или более эффективное распределение ресурсов). Вода может потребовать значительные объемы энергии для ее подъема, транспортировки, распределения и обработки. [3.7.2, 26.3, таблицы 9-8 и 25-5, вставки СС-ЕА и СС-WE]
Примеры взаимодействий	<p><b>Нью-Йорк:</b> Нью-Йорк имеет хорошо разработанную программу по защите и повышению эффективности его водоснабжения благодаря защите водосборных бассейнов. Программа защиты водосборных бассейнов включает владение городом землей, которая остается неразработанной, и координацию с землевладельцами и общинами в целях сбалансированной защиты качества воды, местного экономического развития и более эффективной обработки сточных вод. Правительство города заявляет о том, что это является наиболее экономически эффективным выбором для Нью-Йорка, учитывая расходы и экологические последствия станции очистки. [8.3.3, вставка 26-3]</p> <p><b>Кейптаун:</b> Учитывая проблемы с обеспечением будущих поставок, Кейптаун отреагировал заказами на исследования менеджмента водных ресурсов, которые определяли необходимость включения в процесс планирования вопросов, касающихся изменения климата, а также демографического и экономического роста. Во время засухи 2005 г. местные власти повысили тарифы на воду с целью повышения эффективности использования воды. Дополнительные меры могут включать ограничения на воду, повторное использование бытовых сточных вод, просвещение потребителей или технологические решения, такие как системы с небольшим расходом воды или туалеты с двойным смывом. [8.3.3]</p> <p><b>Главные города в Австралии:</b> Многие австралийские главные города снижают зависимость от стока с водосбора и грунтовых вод – водных ресурсов, являющихся наиболее чувствительными к изменению климата и засухе, – и диверсифицируют водоснабжение посредством использования опреснительных установок, повторного использования воды, включая рециркулирование канализационных и ливневых вод, а также комплексный менеджмент водного цикла, учитывающий воздействия изменения климата. Спрос снижается благодаря сохранению воды и чувствительному к водопользованию городскому планированию, а также посредством введения ограничений во время значительной нехватки воды. Программа по увеличению водных ресурсов в Мельбурне включает опреснительную установку. Были отмечены плюсы и минусы помимо энергоинтенсивности, такие как причинение ущерба местам, имеющим важное значение для общин аборигенов и более высокие расходы на воду, которые непропорционально затронут более бедные домашние хозяйства. [14.6.2, таблицы 25-6 и 25-7, вставка 25-2]</p>
Оплата экологических услуг и «зеленые» фискальные программы	
Первичная задача	Менеджмент, включающий стоимость внешних экологических воздействий и выгоды экосистемных услуг
Соответствующие секторы	Биоразнообразие, экосистемные услуги
Обзор	Оплата экосистемных услуг (ОЭУ) – это рыночный подход, который направлен на охрану природных территорий и связанных с ними средств к существованию и экологических услуг посредством финансовых стимулов для сохранения окружающей среды. Общепринятыми являются схемы ОЭУ, направленные на смягчение воздействий, и появляются доказательства направленных на адаптацию схем ОЭУ. Трудным может оказаться разработка успешных подходов ОЭУ для услуг, которым трудно дать определение или количественную оценку. [17.5.2, 27.6.2]
Примеры взаимодействий	<p><b>Центральная и Южная Америка:</b> В Центральной и Южной Америке применялись самые разнообразные схемы ОЭУ. Например программы на национальном уровне осуществлялись в Коста-Рике и Гватемале с 1997 г. и в Эквадоре – с 2008 г. На сегодняшний день примеры показали, что ОЭУ может финансировать сохранение, восстановление и лесовозобновление экосистем, более эффективные практики землепользования, смягчение воздействий и в более последнее время – адаптацию. Единые выплаты бенефициарам могут оказаться неэффективными в том случае, если, например, их получатели, которые поощряют получение более значительных экологических выгод, получают лишь общепринятую выплату. [17.5.2, 27.3.2, 27.6.2, таблица 27-8]</p> <p><b>Бразилия:</b> Муниципальное финансирование в Бразилии, зависящее от качества менеджмента экосистем, является формой перечисления доходов, имеющей важное значение для финансирования местных действий по адаптации. Правительства штатов собирают налог на добавленную стоимость, перераспределяемый между муниципалитетами, и некоторые штаты выделяют доходы, частично основанные на муниципальной территории, отведенной для охраны. Этот механизм помог улучшить экологический менеджмент и увеличить масштабы создания охраняемых территорий. Он приносит пользу отношениям между охраняемыми территориями и находящимися вокруг них жителями, поскольку эту территорию могут рассматривать в качестве скорее возможностей для получения дохода, а не препятствий на пути развития. Данный подход строится на существующих учреждениях и административных процедурах, и таким образом он характеризуется низкими операционными издержками. [8.4.3, вставка 8-4]</p>

Продолжение на следующей стр. →

Таблица TP.8 (продолжение)

Возобновляемые источники энергии	
Первичная задача	Производство энергии из возобновляемых источников энергии и уменьшение выбросов
Соответствующие сектора	Биоразнообразие, сельское хозяйство, продовольственная безопасность
Обзор	Производство энергии из возобновляемых источников энергии может потребовать значительных земельных территорий и водных ресурсов, создавая потенциал как для позитивных, так и негативных взаимодействий между программами по смягчению воздействий и менеджменту землепользования. [4.4.4, 13.3.1, 19.3.2, 19.4.1, вставка CC-WE]
Примеры взаимодействий	<b>Центральная и Южная Америка:</b> Возобновляемые источники энергии, особенно гидроэлектроэнергии и биотоплива, составляют значительные доли производства энергии в таких странах, как Бразилия. Там, где биоэнергетические культуры конкурируют за землю с продовольственными культурами, могут иметь место важные альтернативные варианты. Изменения в землепользовании с целью производства биоэнергетических культур могут затронуть производство продовольственных культур, биоразнообразие и экосистемные системы. Лignoцеллюлозное сырье, такое как сахарный тростник, обрабатываемый с использованием технологий второго поколения, не является дополнением продовольствия. [19.3.2, 27.3.6, 27.6.1, таблица 27-6] <b>Австралия и Новая Зеландия:</b> Обязательные задачи в области возобновляемых источников энергии и стимулы для повышения объема хранения углерода оказывают поддержку большему объему производства биотоплива и секвестрации биологического углерода с оказанием при этом воздействий на биоразнообразие, зависящих от осуществления. Выгоды могут включать уменьшение эрозии, дополнительную среду обитания и более широкие возможности для взаимодействия, сопровождаемые рисками или утраченными возможностями, связанными с крупномасштабными монокультурами, особенно в случае замены более разнообразных ландшафтов. Крупномасштабные изменения в землепользовании могут затронуть продуктивность водосборов и региональный климат. Новые культуры, такие как эвкалипты маслянистые и другие виды эвкалиптов, могут принести множество выгод, особенно на маргинальных территориях, заменяя ископаемые виды топлива или секвестрацию углерода, создавая доход для землевладельцев (эфирные масла, древесный уголь, биоуголь, биотопливо) и обеспечивая экосистемные услуги. [Таблица 25-7, вставка 25-10]
Уменьшение риска бедствий и адаптация к экстремальным климатическим явлениям	
Первичная задача	Повышение устойчивости к экстремальным метеорологическим явлениям в условиях меняющегося климата
Соответствующие сектора	Инфраструктура, использование энергии, пространственное планирование
Обзор	Синергия и компромиссы между устойчивым развитием, адаптацией и смягчением воздействий имеют место при подготовке к экстремальным климатическим явлениям и бедствиям и реагированию на них. [13.2-13.4, 20.3, 20.4]
Примеры взаимодействий	<b>Филиппины:</b> Федерация бездомных Филиппин разработала меры реагирования применительно к стихийным бедствиям, включая сбор данных на основе общин (например оценка разрушения и безотлагательные потребности жертв); установление доверительных отношений и контактов; содействие накоплениям; регистрация общинных организаций; и выявление необходимых мер вмешательства (например займы на строительные материалы). Путем проведения обследований общин проведена регистрация жителей, подвергаемых особому риску в неофициальных поселениях, повышена осведомленность о рисках среди жителей и обеспечено более широкое участие общин в планировании уменьшения рисков и системах раннего предупреждения. [8.3.2, 8.4.2] <b>Лондон:</b> В пределах Лондона форма строений и другие характеристики жилищ могут оказывать более сильное влияние на температуры внутри помещений во время волн тепла по сравнению с эффектом городского острова тепла, и эффективными вариантами адаптации являются использование затенения, теплоаккумулирующих материалов, вентиляционного контроля и других характеристик пассивного проектирования. Пассивное проектирование жилищ усиливает естественную вентиляцию и улучшает изоляцию, уменьшая также выбросы домашних хозяйств. Например в Лондоне была разработана застройка жилого комплекса Беддингтон с нулевым потреблением энергии, с тем чтобы уменьшить или ликвидировать спрос на энергию для целей отопления, охлаждения и вентиляции в течение значительной части года. [8.3.3, 11.7.4] <b>Соединенные Штаты Америки:</b> В Соединенных Штатах Америки финансовые средства, выделяемые на период после стихийного бедствия с целью уменьшения ущерба, добавляются к средствам, выделяемым на восстановление после бедствия. Они могут быть использованы, например, для выкупа недвижимости, которая подвергалась неоднократному ущербу в результате паводков, а также переселения жителей в более безопасные места, для восстановления структур, оказания помощи общинам в приобретении недвижимости и изменения систем землепользования в подверженных паводкам районах, а также для осуществления других видов деятельности, направленных на уменьшение воздействий будущих бедствий. [14.3.3]

TP

вой эффект с точки зрения уменьшения масштабов нищеты и устойчивого развития (*средняя степень достоверности*). Усилия по смягчению воздействий, сосредоточенные на приобретении земли для производства биотоплива, оказывают изначально негативные воздействия на бедные слои населения во многих развивающихся странах и особенно на коренное население и мелких владельцев (женщин). [9.3, 13.3, 22.6]

- Мангровые леса, морские водоросли и солончаковые экосистемы обеспечивают широкие возможности для хранения и секвестрации углерода (*ограниченные доказательства, средняя степень согласия*) в дополнение к экосистемным товарам и услугам, таким как защита от ущерба, вызываемого прибрежной эрозией и штормами, и сохранение среды обитания для промысловых видов рыб. Что касается смягчения воздействий и адаптации, связанных с океаном, в контексте антропогенного потепления и закисления океана, то международные системы предлагают возможности для коллективного решения проблем, например менеджмент рыболовных промыслов через национальные границы и реагирование на экстремальные явления. [5.4, 25.6, 30.6, 30.7]
- Геоинжиниринговые подходы, включающие манипуляции с океаном с целью улучшения ситуации

с изменением климата (такие как фертилизация питательными веществами, связывание CO<sub>2</sub> путем повышения щелочности или прямого закачивания CO<sub>2</sub> в глубинные слои океана), имеют весьма значительные экологические и связанные с ними социально-экономические последствия (*высокая степень достоверности*). Альтернативные методы, сконцентрированные на регулировании солнечной радиации (РСР), не влияют на темпы закисления океана, поскольку они не могут снижать возрастающие выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу. [6.4]

- Некоторые сельскохозяйственные практики могут снижать выбросы, а также повышать устойчивость культур к изменчивости температуры и дождевых осадков (*высокая степень достоверности*). [23.8, таблица 25-7]
- Уже осуществляются многие решения по снижению потребления энергии и воды в городских районах с сопутствующими выгодами для адаптации к изменению климата (например озеленение городов и рециркуляция воды) (*высокая степень достоверности*). Благодаря транспортным системам, поощряющим активное использование транспорта и сокращение использования моторных транспортных средств, может быть улучшено качество воздуха и повышена физическая активность (*средняя степень достоверности*). [11.9, 23.8, 24.4, 26.3, 26.8, вставки 25-2 и 25-9]

- Благодаря повышению энергоэффективности и более чистым источникам энергии могут быть снижены выбросы неблагоприятных для здоровья загрязнителей воздуха, вызывающих изменение климата (*весьма высокая степень достоверности*). [11.9, 23.8]
- В Африке приобретение опыта в осуществлении комплексных мер реагирования в области адаптации-смягчения воздействий при эффективном использовании выгод от процесса развития происходит с определенным участием фермеров и общин в системах компенсационных углеродных квот, расширенном использовании агролесоводства и восстановлении деревьев с помощью фермеров (*высокая степень достоверности*). [22.4, 22.6]
- В Азии развитие устойчивых городов с меньшим количеством транспортных средств и большим числом деревьев и зеленых насаждений принесло бы целый ряд сопутствующих выгод, включая улучшение здоровья населения (*высокая степень достоверности*). [24.4-24.7]
- В Австралии трансграничные эффекты, вызванные воздействиями изменения климата и мерами реагирования на него за пределами Австралии, обладают потенциалом, способным перевесить некоторые прямые воздействия в рамках региона, особенно экономические воздействия на тесно связанные с торговлей сектора, такие как сельское хозяйство (*средняя степень достоверности*) и туризм (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*), однако они по-прежнему остаются в числе наименее изученных вопросов. [25.7, 25.9, вставка 25-10]
- В Северной Америке программы, направленные на урегулирование местных проблем (например загрязнение воздуха, жилища для бедных, снижение сельскохозяйственного производства), могут быть адаптированы при низких или нулевых расходах, с тем чтобы осуществлять адаптацию, смягчение воздействий и цели, связанные с обеспечением устойчивости (*средняя степень достоверности*). [26.9]
- В Центральной и Южной Америке возобновляемые источники энергии на базе биомассы могут оказать воздействие на изменения в землепользовании и обезлесение, и они могли бы быть затронуты изменением климата (*средняя степень достоверности*). Увеличение объемов производства тростникового сахара, сои и пальмового масла может оказать определенное воздействие на землепользование, ведущее к обезлесению в некоторых частях бассейна Амазонки и Центральной Америки, среди прочих субрегионов, а также к снижению занятости в некоторых странах. [27.3]
- На малых островах энергоснабжение и использование энергии, туристическая инфраструктура и деятельность, а также прибрежные водно-болотные угодья, обеспечивают возможности для синергии адаптации и смягчения воздействий (*средняя степень достоверности*). [29.6-29.8]

**В таблице TP.8 приводятся дополнительные конкретные примеры взаимодействий между адаптацией, смягчением воздействий и устойчивым развитием как факторов, дополняющих вышеприведенные оценочные выводы.**

### Вставка TP.9 | Взаимозависимость между водой-энергией и продовольствием

Вода, энергия и продовольствие/фураж/клетчатка связаны между собой многочисленными интерактивными элементами, затронутыми изменяющимся климатом (вставка TP.9, рисунок 1). [Вставка CC-WE] Глубина и интенсивность этих связей варьируют в колоссальных пределах в зависимости от конкретных стран, регионов и производственных систем. Многим источникам энергии требуются значительные объемы воды, и они производят большое количество сточных вод, которые требуют энергии для их обработки. [3.7, 7.3, 10.2, 10.3, 22.3, 25.7, вставка CC-WE] Производство продовольствия, его охлаждение, перевозка и обработка также требуются как энергии, так и воды. Главным связующим звеном между продовольствием и энергией, связанным с изменением климата, является конкуренция между биоэнергией и производством продовольствия за землю и воду, а также чувствительность осадков, температуры и продуктивности сельскохозяйственных культур к изменению климата (твердые доказательства, высокая степень согласия). [7.3, вставки 25-10 и CC-WE]

Большинство методов выработки энергии требуют наличия больших объемов воды либо прямым (например источники энергии на базе сельскохозяйственных культур и гидроэлектроэнергия), либо косвенным образом, например охлаждения тепловых источников энергии или других операций) (*твердые доказательства, высокая степень согласия*) [10.2, 10.3, 25.7, вставка CC-WE]. Вода необходима для горнодобывающей промышленности, обрабатывающих отраслей и удаления остатков ископаемых видов топлива или их побочных продуктов. [25.7] На долю воды, необходимой для получения энергии, приходится в настоящее время от нескольких процентов в большинстве развивающихся стран до более 50 % забора пресной воды в некоторых развитых странах, в зависимости от конкретной страны. [Вставка CC-WE] Будущие потребности в воде будут зависеть от роста спроса на электроэнергию, портфеля технологий получения электроэнергии, а также вариантов

менеджмента водных ресурсов (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*). В результате изменения климата в будущем изменится наличие водных ресурсов для выработки энергии (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). [3.4, 3.5, вставка CC-WE]



**Вставка TP.9, рисунок 1** | Взаимосвязи между водой, энергией и продовольствием, связанные с изменением климата и имеющие последствия для как стратегий адаптации, так и стратегий смягчения воздействий. [Рисунок WE-1, вставка CC-WE]

Энергия также необходима для снабжения водой и ее обработки. Добыча воды может потребовать значительного количества энергии для ее подъема (особенно из-за продолжающегося истощения водных горизонтов), транспортировки и распределения, а также для ее обработки с целью либо ее использования, либо очистки. Энергия требуется для обработки или удаления сточных вод и даже избыточных дождевых осадков в городах. Некоторые нетрадиционные источники воды (сточные воды или морская вода) часто бывают весьма энергоемкими. [Таблица 25-7, вставка 25-2] Энергоемкость в расчете на 1 кубический метр воды варьирует с коэффициентом 10 для разных источников, например добываемая на месте питьевая вода из грунтовых/поверхностных источников воды по сравнению с опресненной морской водой. [Вставки 25-2 и CC-WE] Получение доступа к грунтовым водам обычно является более энергоемким по сравнению с поверхностными водами. [Вставка CC-WE]

Связь между водой, энергией, продовольствием/фуражом/клетчаткой и климатом находится в сильной зависимости от землепользования и менеджмента земель, таких как обезлесение, которые могут затрагивать водные ресурсы, а также другие экосистемные услуги, климат и водные циклы (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Деградация земли часто приводит к снижению эффективности использования воды и энергии (например результатом этого является необходимость более значительной фертилизации и большой объем поверхностного стока), и многие из этих взаимодействий могут поставить под угрозу продовольственную безопасность. С другой стороны, меры по облесению в целях секвестрации углерода характеризуются важными сопутствующими выгодами в виде ослабления эрозии почвы и обеспечения дополнительной (даже если и лишь временной) среды обитания, однако могут привести к уменьшению числа возобновляемых водных ресурсов. [3.7, 4.4, вставки 25-10 и CC-WE]

Компенсация влияния взаимосвязей, существующих между энергией, продовольствием/фуражом/клетчаткой, водой, землепользованием и изменением климата, имеет последствия для безопасности снабжения энергией, продовольствием и водой; вариантов адаптации и смягчения воздействий; уменьшения загрязнения воздуха; и воздействий на здоровье и экономику. Наличие этой взаимосвязи получает все более широкое признание как фактора, имеющего жизненно важное значение для эффективного принятия решений в отношении выбора устойчивого к климату пути развития (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*), хотя весьма ограниченными остаются инструменты для оказания поддержки оценкам на местном и региональном уровнях и поддержки принятию решений.



# Часто задаваемые вопросы Рабочей группе II



## Часто задаваемые вопросы Рабочей группе II

Эти ЧЗВ являются исходным элементом к подходу и научным выводам, содержащимся во вкладе Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад. Резюме научных выводов см. в Резюме для политиков (РП) и Техническом резюме (ТР). Эти ЧЗВ, сформулированные простым и доступным языком, не отражают официальной оценки степени определенности в выводах, и они не содержат стандартную терминологию оценки неопределенности, которая представлена в РП, ТР и базовых главах. Источники соответствующей оценки в докладе отмечены номерами глав в квадратных скобках.

### **ЧЗВ 1: Вызваны ли риски изменения климата главным образом изменениями в экстремальных явлениях, изменениями в средних параметрах состояния климата, или тем и другим?**

[Главы 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30; ТР]

Люди и экосистемы во всем мире ощущают климат многими разными способами, однако экстремальные метеорологические и климатические явления оказывают значительное влияние на потери и нарушения функционирования. Важное значение имеют средние параметры состояния климата. Они являются отправным пунктом для понимания того, что и где произрастает, и для обоснования решений относительно туристических пунктов назначения, иных возможностей для ведения бизнеса и сельскохозяйственных культур для посадки. В то же время, воздействия изменения средних параметров часто происходит в результате изменений в повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных метеорологических и климатических явлений. Именно экстремальные явления являются причиной чрезмерных и часто неожиданных требований к системам, которые плохо оборудованы для того, чтобы справляться с этими экстремальными явлениями. Например влажные условия ведут к наводнению в тех случаях, когда водосточные каналы и другая инфраструктура для отвода чрезмерного количества воды являются перегруженными. Здания разрушаются, когда скорости ветра превышают проектировочные стандарты. Для многих видов нарушений – от гибели урожая, вызванной засухой, до плохого самочувствия и случаев смерти в результате волн тепла – основные риски – это экстремальные явления, сопровождаемые изменениями в средних параметрах, определяющих климат, при которых меняются сроки, интенсивность и типы экстремальных явлений.

**ЧЗВ 2: Как много информации мы можем сообщить о том, каким будет наше общество в будущем, с тем чтобы готовиться на плановой основе к воздействиям изменения климата?**

[Главы 1, 2, 14, 15, 16, 17, 20 и 21; ТР]

Общие характеристики общества и экономики, такие как численность населения, экономическая деятельность и землепользования, являются высокодинамичными. В масштабе всего лишь одного или двух десятилетий, а иногда времени меньшего, чем это, технологические революции, политические движения или сингулярные явления могут определять ход истории непредсказуемым образом. Для понимания потенциальных воздействий изменения климата на общество и экосистемы ученые используют сценарии, предназначенные для исследований последствий целого ряда возможных вариантов будущего. Сценарии не являются предсказаниями того, что произойдет, однако они могут быть полезными инструментами для исследования широкого диапазона вопросов, таких как «что, если», относительно того, каким мир мог бы быть в будущем. Они могут быть использованы для исследования будущих выбросов парниковых газов и изменения климата. Они также могут быть использованы для исследования того, каким образом воздействия изменения климата зависят от изменений в обществе, таких как экономический или демографический рост или прогресс в борьбе с заболеваниями. Сценарии возможных решений и программ могут быть использованы для исследования возможных вариантов решений, касающихся уменьшения выбросов парниковых газов и подготовки к изменению климата. Содержащийся в сценариях анализ создает основу для понимания рисков изменения климата для людей, экосистем и экономики в целом ряде возможных будущих периодов. Он обеспечивает важные инструменты для принятия разумных решений в тех случаях, когда значительными являются неопределенности и последствия.

### **ЧЗВ 3: Почему изменение климата является особенно трудной проблемой для менеджмента риска?**

[Главы 1, 2, 16, 17, 19, 20, 21 и 25; ТР]

Менеджмент рисков является более простой задачей для стран, компаний и даже отдельных лиц в тех случаях, когда правдоподобие и последствия возможных явлений являются легко понятными. Менеджмент рисков становится гораздо более проблематичным в тех случаях, когда ставки повышаются или когда неопределенность бывает более значительной. Как показывает ОД5 РГ II, нам многое известно о воздействиях изменения климата, которые уже имели место, и мы в значительной мере понимаем ожидаемые воздействия в будущем. Однако остается и будет оставаться множество неопределенностей. В частности, будущие выбросы парниковых газов зависят от

сделанных обществом выборов, программ и технологических достижений, которые еще не разработаны, а воздействия изменения климата зависят как от объема происходящего изменения климата, так и эффективности достижений в области уменьшения подверженности и уязвимости. Реальной проблемой эффективной деятельности, связанной с изменением климата, является признание ценности разумных и своевременных решений в условиях, при которых невозможно наличие полной информации. В этом суть менеджмента рисков.

#### **ЧЗВ 4: Каковы временные рамки для получения выгод от смягчения воздействий и адаптации?**

[Главы 1, 2, 16, 19, 20 и 21; TP]

Адаптация может уменьшить ущерб, причиняемый воздействиями, избежать которые невозможно. Стратегии смягчения воздействий могут уменьшить объем происходящего изменения климата, о чем кратко говорится в ОД 5 РГ III. Однако последствия инвестиций в деятельность по смягчению воздействий выявляются лишь со временем. Сдерживающие факторы, связанные с существующей инфраструктурой, ограниченным внедрением многих чистых технологий и законными надеждами на экономический рост во всем мире, в полной мере характеризуются тенденцией замедления отхода от установившихся трендов в области выбросов парниковых газов. За несколько последующих десятилетий наблюдаемое нами изменение климата будет определяться в первую очередь комбинацией прошлых действий и текущими трендами. Таким образом, в ближайшей перспективе это эра, в которую краткосрочное уменьшение рисков является результатом адаптации к уже происходящим изменениям. В то же время, инвестиции в деятельность по смягчению воздействий в течение как ближне-, так и долгосрочного периодов, все же оказывают существенное влияние на величину изменения климата в более поздние десятилетия этого века, в результате чего вторая половина XXI века и последующий период станут эрой климатических выборов. Адаптация будет по-прежнему иметь важное значение в эру климатических выборов, но при этом с возможностями и потребностями, которые будут зависеть от многих аспектов изменения климата и политики в области развития, причем как в ближней, так и долгосрочной перспективе.

#### **ЧЗВ 5: Может ли наука определить пороговые значения, за пределами которых изменение климата является опасным?**

[Главы 1, 2, 4, 5, 6, 16, 17, 18, 19, 20 и 25; TP]

Деятельность человека меняет климат. Воздействия изменения климата уже получили широкое распространение и имеют важные последствия. Однако хотя наука может количественно определять риски изменения климата в техническом смысле, исходя при

этом из вероятности, величины и характера потенциальных последствий изменения климата, определение того, что является опасным, является, в конечном итоге, суждением, обоснованность которого зависит от понятий ценностей и задач. Например отдельные лица будут оценивать настоящий период по сравнению с будущим по-разному, и они будут исходить из личного мировоззренческого восприятия важности таких активов, как биоразнообразие, культура и эстетика. Понимание ценностей также влияет на суждения относительно относительной важности глобального экономического роста по сравнению с обеспечением благосостояния тех, кто является наиболее уязвимым среди нас. Суждения относительно опасностей могут зависеть от той степени, в которой средства к существованию, сообщество и семья отдельного лица непосредственно подвержены и уязвимы для изменения климата. Отдельное лицо или сообщество, перемещенные в результате изменения климата, могли бы считать на законном основании, что конкретное воздействие является опасным, даже если это сингулярное воздействие могло бы не пересекаться с глобальным пороговым значением опасности. Научная оценка риска может стать важным отправным пунктом для подобных оценочных суждений в отношении опасности изменения климата.

#### **ЧЗВ 6: Видим ли мы воздействия недавнего изменения климата?**

[Главы 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 и 30; РП]

Да, имеются твердые доказательства воздействий недавно наблюдаемого изменения климата на физические, биологические и антропогенные системы. Во многих регионах наблюдались тренды потепления и более частые экстремально высокие температуры. Повышение температур связано с уменьшением снежной массы, и во многих экосистемах происходят вызванные климатом сдвиги в деятельности, границах или количестве населяющих их видов. Океаны также демонстрируют изменения физических и химических характеристик, которые, в свою очередь, затрагивают прибрежные и морские экосистемы, такие как коралловые рифы, а также другие океанические организмы, такие как моллюски, ракообразные, рыбы и зоопланктон. Продуктивность сельскохозяйственных культур и рыбных запасов чувствительно реагирует на изменения в температуре. Воздействия изменения климата ведут к сдвигам в урожайности культур, снижая урожайность в целом и иногда повышая ее в умеренных и высоких широтах, а потенциал улова рыбных промыслов повышается в некоторых регионах, но уменьшается в других. Некоторые общины коренного населения меняют системы сезонной миграции и охоты, с тем чтобы адаптироваться к изменениям в температуре.

**ЧЗВ 7: Являются ли будущие воздействия изменения климата только негативными? Могут ли также иметь место позитивные воздействия?**

[Главы 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27 и 30]

В целом в докладе определяется гораздо больше негативных воздействий по сравнению с позитивными воздействиями, которые возникнут, согласно перспективным оценкам, в будущем, особенно в том, что касается величин и темпов изменения климата. В то же время изменение климата будет оказывать разные воздействия на людей во всем мире, и эти эффекты будут варьироваться не только в зависимости от региона, но также и во времени, в зависимости от темпов и величины изменения климата. Например многие страны столкнутся со все большими проблемами в области экономического развития, возросшими рисками в результате некоторых заболеваний или деградации экосистем, однако некоторые страны обретут, вероятно, более широкие возможности для экономического развития, в них снизятся масштабы распространения некоторых заболеваний или будут расширены площади продуктивных земель. Изменения в продуктивности сельскохозяйственных культур будут меняться в зависимости от географии и широты. Режимы потенциального улова рыбных промыслов также меняются в глобальном масштабе и характеризуются как позитивными, так и негативными последствиями. Наличие таких ресурсов, как годная к употреблению вода, будут также зависеть от меняющихся темпов выпадения осадков, при этом во многих местах их количество будет уменьшаться, но, возможно, будет увеличиваться объем стока и пополнение грунтовых вод в некоторых регионах, таких как высокие широты и влажные тропики.

**ЧЗВ 8: Какие сообщества являются наиболее уязвимыми для воздействий изменения климата?**

[Главы 8, 9, 12, 13, 19, 22, 23, 26, 27, 29 и вставка СС-ГС]

Любое общество является уязвимым для воздействий изменения климата, однако характер этой уязвимости варьирует в зависимости от регионов и сообществ, периода времени и зависит от уникальных социально-экономических и прочих условий. Более бедные сообщества, как правило, являются более уязвимыми для потери здоровья и жизни, в то время как у более богатых сообществ обычно имеется больше находящихся под угрозой экономических активов. Регионы, затронутые насилием или сбоями в системе управления, могут быть особенно уязвимыми для воздействий изменения климата. Проблемы развития, такие как гендерное неравенство и низкие уровни образования, а также другие различия между сообществами в плане возраста, расы и этнического происхождения, социально-экономического статуса и управления, могут влиять на уязвимость для воздействий изменения климата сложными путями.

**ЧЗВ 9: Является ли изменение климата причиной насильственных конфликтов?**

[Главы 12, 19]

Некоторые факторы, которые повышают риски в результате насильственных конфликтов и гражданских войн, являются чувствительными к изменению климата. Например появляется все больше доказательств того, что такие факторы, как низкие доходы на душу населения, спад экономики и несоответствующие государственные институты, связаны с масштабом гражданских войн, а также, как представляется, являются чувствительными к изменению климата. Программы, связанные с изменением климата, особенно программы, имеющие отношение к изменению прав на ресурсы, могут также повышать риски, являющиеся результатом насильственного конфликта. Хотя статистические исследования документально фиксируют наличие взаимосвязи между изменчивостью климата и конфликтом, по-прежнему имеется значительное несогласие относительно того, является ли изменение климата непосредственной причиной насильственных конфликтов.

**ЧЗВ 10: Каким образом связаны между собой адаптация, смягчение воздействий и устойчивое развитие?**

[Главы 1, 2, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27 и 29]

Смягчение воздействий может потенциально уменьшить воздействия изменения климата, а адаптация может уменьшить ущерб, причиняемый этими воздействиями. В своей совокупности оба этих подхода могут способствовать развитию обществ, которые являются более стойкими к угрозе изменения климата и соответственно более устойчивыми. Результаты исследований показывают, что взаимодействия между такими мерами реагирования, как адаптация и смягчение воздействий, обладают как возможностями как для синергии, так и для компромиссов, которые варьируют в зависимости от определенного контекста. Меры реагирования в виде адаптации могут увеличивать выбросы парниковых газов (например усиленное кондиционирование воздуха с использованием ископаемых видов топлива как реакция на более высокие температуры), а смягчение воздействий может мешать адаптации (например более масштабное использование земли для производства биоэнергетических культур, негативно воздействующее на экосистемы). Появляется все больше примеров сопутствующих выгод от смягчения воздействий и программ в области развития подобно тем, которые могут потенциально уменьшить локальные выбросы загрязнителей воздуха из энергетических систем, которые причиняют ущерб здоровью и изменяют климат. Очевидно, что адаптации, смягчение воздействий и устойчивое развитие будут связаны между собой в будущем.

**ЧЗВ 11: Почему трудно быть уверенным в том, какую роль изменение климата играет в наблюдаемых воздействиях на людей и экосистемы?**

[Главы 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 и 30]

Изменение климата – это один из многих факторов, оказывающих воздействие на сложные общества людей и природные экосистемы Земли. В некоторых случаях эффект изменения климата имеет уникальный характер с точки зрения пространства или времени, создавая отпечаток для идентификации. В других случаях потенциальные эффекты изменения климата тесно связаны с эффектами изменений в землепользовании, экономическим развитием, изменением в технологии и другими процессами. Тренды, характеризующие деятельность человека, здоровье и общество, часто имеют множество одновременных причин, делая таким образом особенно проблематичным выделение роли изменения климата.

Значительная доля связанного с климатом ущерба является следствием экстремальных метеорологических явлений, и на нее могут влиять такие факторы, как изменения в повторяемости и интенсивности этих явлений, вызванных изменением климата. Большинство причиняющих ущерб явлений являются редкими, а степень ущерба зависит от контекста. В этой связи проблематичным является расчет формулы статистической достоверности наблюдаемых трендов, особенно за короткие временные периоды. Несмотря на это многие воздействия изменения климата на физическую окружающую среду и экосистемы были идентифицированы, а также было выявлено возрастающее число воздействий в антропогенных системах.

# Перекрестные вставки по главам



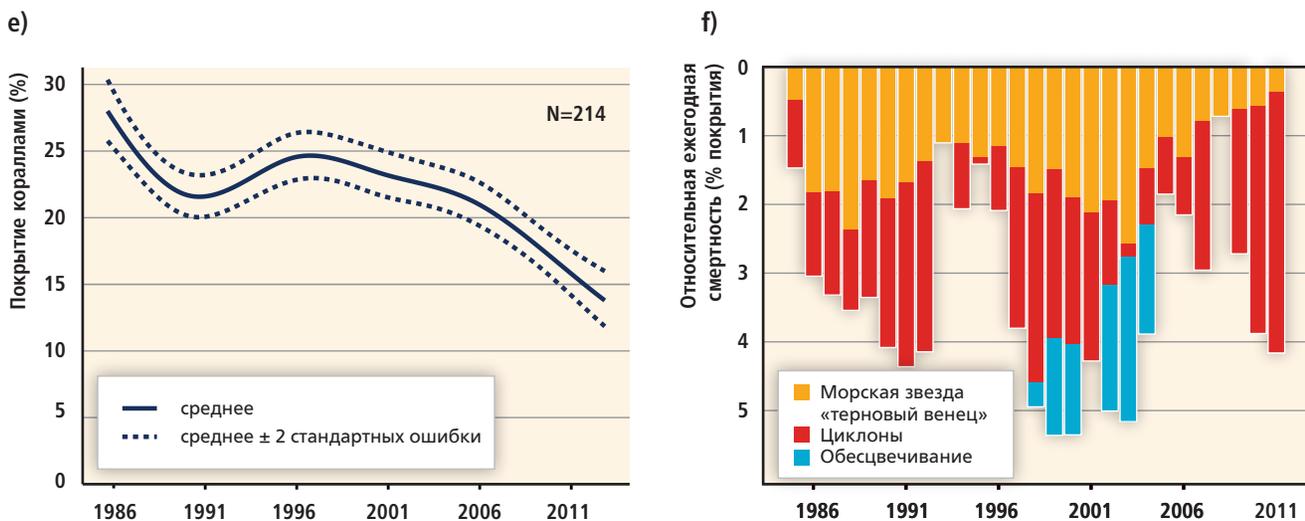
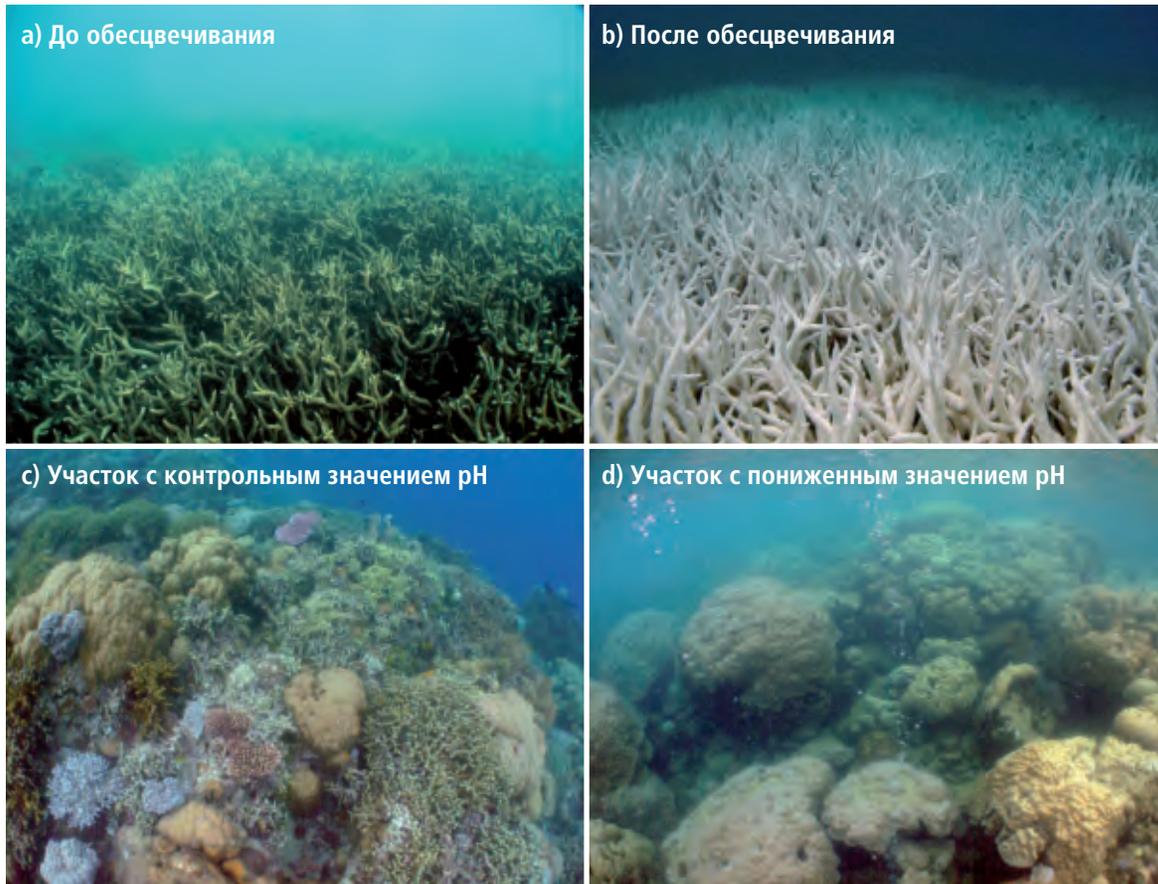
## Коралловые рифы

Жан-Пьер Гаттузо (Франция), Уве Хоеф-Гулдберг (Австралия) и Ганс-Отто Пертнер (Германия)

Коралловые рифы представляют собой мелководные экосистемы, которые состоят из рифов, образованных из карбоната кальция, выделяемого рифообразующими кораллами, и обрастающих макроводорослями. Они занимают менее 0,1 % площади дна океана, но тем не менее играют многообразную роль в тропиках, давая прибежище для широкого биоразнообразия, а также предоставляя экологические товары и услуги, такие как естественная природная среда для рыбных промыслов, защита побережья и притягательные для туристов участки природы (Wild et al, 2011). На территории вокруг кораллового рифа размером в 30 км живут 275 млн. человек (Burke et al., 2011) и они получают выгоды от экологических услуг, предоставляемых рифами (Hoegh-Guldberg, 2011), включая жизнеобеспечение (продовольствие, средства к существованию, стройматериалы, медикаменты), регулирование (защита прибрежной полосы, качество воды), вспомогательные (первичная продукция, кругооборот питательных веществ) и культурные (религия, туризм) услуги. Это особенно справедливо в отношении многих прибрежных и малых островных стран, находящихся в тропических регионах мира (раздел 29.3.3.1).

Коралловые рифы являются наиболее уязвимыми морскими экосистемами (*высокая степень достоверности*, разделы 5.4.2.4, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.5, 25.6.2 и 30.5) и более чем половина рифов мира подвергаются среднему или высокому риску деградации (Burke et al., 2011). Большинство видов воздействия человека на коралловые рифы до начала 1980-х годов носили локальный характер (например, неустойчивое развитие прибрежной зоны, загрязнение, обогащение биогенными веществами и чрезмерный вылов рыбы, а затем возмущения, вызванные потеплением океана (в основном массовое обесцвечивание и гибель кораллов), начали приобретать широкое распространение (Glynn, 1984). В тот же период возникла обеспокоенность воздействием закисления океана на коралловые рифы, в первую очередь в части последствий закисления океана для формирования и сохранения карбоната кальция, создающего основу рифа (вставка ПВ-30).

На кораллы и коралловые рифы влияет широкий спектр климатических и неклиматических факторов и уже наблюдаются их негативные



**Рисунок КР-1** | (а, б). Одно и то же сообщество кораллов до и после случая обесцвечивания в феврале 2002 г. на глубине 5 м, остров Хафвей, Большой Барьерный риф. Приблизительно 95 % площади сообщества кораллов подверглось интенсивному обесцвечиванию в 2002 г. (Elvidge et al., 2004). По мере увеличения температуры возрастала смертность кораллов. Несколько видов кораллов демонстрируют способность перестраивать симбиотические сообщества динофлагеллят и, как представляется, являются более толерантными к более теплым условиям (Berkelmans and van Oppen, 2006; Jones et al., 2008). (с, d) Данные для участков вблизи трех источников CO<sub>2</sub> в провинции Милн-Бей, Папуа - Новая Гвинея, показывают, что длительное воздействие высоких концентраций CO<sub>2</sub> сопряжено с кардинальными изменениями экологии коралловых рифов (Fabricius et al., 2011), включая сокращение биоразнообразия (–39 %), значительное сокращение комплексности структуры (–67 %), пониженную плотность молодых кораллов (–66 %) и меньшее количество корковых кораллиновых водорослей (–85 %). На участках с высоким содержанием CO<sub>2</sub> (d, медиана pH<sub>T</sub> ~7,8, где pH<sub>T</sub> - значение pH по общей шкале) в рифах преобладают массивные кораллы, в то время как кораллы с высокой морфологической сложностью представлены недостаточно по сравнению с контрольными участками (с; медиана pH<sub>T</sub> ~8,0). Развитие рифа прекращается при значениях pH<sub>T</sub> ниже 7,7. (e) Временной тренд кораллового покрова для всего Большого Барьерного рифа за период 1985 – 2012 гг. (N = количество рифов, De'ath et al., 2012). (f) Составные колонки показывают оценку смертности кораллов для каждого года, а их части - относительную смертность от морских звезд «терновый венец», циклонов и обесцвечивания для всего Большого Барьерного рифа (De'ath et al., 2012). (Фото сделано R. Berkelmans (а и б) и К. Fabricius (с и d).)

воздействия (разделы 5.4.2.4, 6.3.1, 6.3.2, 25.6.2.1, 30.5.3, 30.5.6). При обесцвечивании происходит разрушение и утрата эндосимбиотических водорослей, которые живут в тканях кораллов и играют важную роль в снабжении коралла энергией (подробнее см. раздел 6.3.1 в части физиологии и раздел 30.5 в части

регионального анализа). Массовое обесцвечивание и гибель кораллов, вызванные положительными аномалиями температуры (*высокая степень достоверности*), представляют собой наиболее широко распространенное и явно выраженное воздействие изменения климата (рисунок КР-1А и В, рисунок 5-3; разделы 5.4.2.4, 6.3.1, 6.3.5, 25.6.2.1, 30.5 и 30.8.2). Например, в период 1903 - 1998 гг. уровень термического стресса на большинстве из 47 участков рифов, где в 1997-1998 гг. происходило обесцвечивание, был беспрецедентно высоким (Lough, 2000). Закисление океана сокращает биоразнообразие (рисунок КР-1С и D) и скорость минерализации кораллов (*высокая степень достоверности*; разделы 5.4.2.4, 6.3.2, 6.3.5), одновременно увеличивая скорость растворения основы рифа (*средняя степень достоверности*; раздел 5.2.2.4) путем стимулирования биологической эрозии и химического растворения. Взятые вместе, эти изменения будут смещать карбонатный баланс коралловых рифов в сторону суммарного растворения (*средняя степень достоверности*; раздел 5.4.2.4).

Потепление и закисление океана оказывают совместное влияние на несколько рифообразующих кораллов (разделы 5.2.4.2, 6.3.5). Вместе взятые эти изменения приведут к деградации среды обитания для ориентированного на рифовые острова рыболовства, увеличат подверженность побережий воздействию волн и штормов, а также ускорят деградацию характеристик окружающей среды, важных для таких отраслей как туризм (*высокая степень достоверности*; разделы 6.4.1.3, 25.6.2, 30.5).

Во все возрастающем количестве исследований сообщалось о изменениях регионального масштаба в кальцификации и смертности кораллов, которые соответствуют масштабу и воздействию потепления и закисления океана при их сравнении с локальными факторами, такими как ухудшение качества воды и чрезмерный вылов рыбы (Hoegh-Guldberg et al., 2007). Численность рифообразующих кораллов быстро сокращается во многих районах Тихого океана и Юго-Восточной Азии (*весьма высокая степень достоверности*, от 1 до 2 % в год в период 1968 – 2004 гг.; Bruno и Selig, 2007). Аналогичным образом, на многих карибских рифах численность рифообразующих кораллов сократилась более чем на 80 % (1977–2001 гг.; Gardner et al., 2003), причем на рифах Ямайки произошел резкий сдвиг по фазе от кораллов к морским водорослям (Hughes, 1994). Тропические циклоны, питающиеся кораллами хищники и связанные с термическим стрессом обесцвечивание и смертность кораллов привели между 1985 и 2012 гг. к сокращению кораллового покрова на Большом Коралловом рифе приблизительно на 51 % (рисунок КР-1Е и F). Помимо кораллов под угрозой находятся также другие бентосные беспозвоночные (Przeslawski et al., 2008), хотя документальных свидетельств этому не столь много. Из-за постоянной деградации коралловых рифов, включая расположенные в морском заповеднике, биоразнообразие рыбного стада находится под угрозой (Jones et al., 2004).

Будущие воздействия связанных с климатом факторов (потепление океана, закисление, рост уровня моря, а также более интенсивные тропические циклоны и осадки) будут отягощать последствия воздействия не связанных с климатом факторов (*высокая степень достоверности*). Согласно перспективным оценкам по сценарию 3-PD из числа сценариев репрезентативной траектории концентраций (РТК), даже при оптимистических предположениях о способности кораллов быстро адаптироваться к термическому стрессу, одна треть (9–60 %, при диапазоне неопределенности 68 %) коралловых рифов мира подвергнется долговременной (в течение нескольких следующих десятилетий) деградации (Frieler et al., 2013). По сценарию РТК4.5 эта доля увеличивается до двух третей (30–88 %, при диапазоне неопределенности 68 %). Если современные кораллы имеют остаточную способность акклиматизироваться и/или адаптироваться, то половина коралловых рифов может избежать частого обесцвечивания до 2100 г. (*ограниченные доказательства, ограниченная степень согласия*; Logan et al., 2014). Однако свидетельства быстрой адаптации кораллов к изменению климата отсутствуют или неоднозначны (Hoegh-Guldberg, 2012).

Ущерб коралловым рифам имеет последствия для нескольких ключевых региональных услуг:

- **Ресурсы:** На коралловые рифы приходится от 10 до 12 % вылова рыбы в тропических странах и от 20 до 25 % вылова рыбы в развивающихся странах (Garcia and de Leiva Moreno, 2003). Более половины (55 %) из 49 островных стран, рассмотренных в работе Newton et al. (2007), уже эксплуатируют свои рыбные промыслы на коралловых рифах в неустойчивом режиме и, как следует из перспективной оценки по сценарию выбросов А2 из Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ), к 2050 г. добыча рыбы на коралловых рифах в Тихом океане сократится на 20 % (Bell et al., 2013).
- **Защита побережья:** Коралловые рифы вносят вклад в защиту береговой линии от разрушительного воздействия штормовых нагонов и циклонов (Sheppard et al., 2005), укрывая единственный в нескольких островных государствах обитаемый участок суши, среду обитания, пригодную для возникновения и сохранения мангровых зарослей и водно-болотных угодий, а также мест для рекреации. Эта их роль подвергается опасности из-за будущего подъема уровня моря, сокращения кораллового покрова,

уменьшения темпов минерализации и повышения темпов растворения и биологической эрозии, вызванных потеплением и закислением океана (разделы 5.4.2.4, 6.4.1, 30.5).

- **Туризм:** Более 100 стран получают выгоду от рекреационной ценности, создаваемой их коралловыми рифами (Burke et al., 2011). Например, морской парк Большого Барьерного рифа ежегодно привлекает около 1,9 млн. посетителей, приносит австралийской экономике 5,4 млрд. австралийских долларов и создает 54 000 рабочих мест (90 % в туристическом секторе; Biggs, 2011).

Коралловые рифы вносят скромный вклад в глобальный валовой внутренний продукт (ВВП), но на уровне страны и региона их экономическое значение может быть большим (Pratchett et al., 2008). Например, туризм и рыболовство составляют 5 % от ВВП на островах Тихого океана (в среднем за период 2001-2011 гг.; Laurans et al., 2013). В локальном масштабе эти две отрасли приносили в 2009-2011 гг. по крайней мере 25 % годового дохода деревень в Вануату и Фиджи (Pascal, 2011; Laurans et al., 2013).

Изолированные рифы могут восстанавливаться от крупных возмущений и преимущества изоляции от хронической антропогенной нагрузки могут перевесить последствия их ограниченных связей с внешним миром (Gilmour et al., 2013). Морские охраняемые районы (МОР) и управление рыбным промыслом создают возможности для повышения устойчивости экосистем и усиливают способность коралловых рифов к восстановлению после таких последствий изменения климата, как массовое обесцвечивание кораллов (McLeod et al., 2009). Хотя они представляют собой важнейшие инструменты сохранения и управления, они не способны защитить кораллы непосредственно от термического стресса (Selig et al., 2012), что дает основание полагать, что их необходимо дополнять дополнительными и альтернативными стратегиями (Rau et al., 2012; Billé et al., 2013). В то время как сети МОР представляют собой важнейший инструмент управления, они должны создаваться с учетом других форм управления ресурсами (например, квот на вылов рыбы и ограничений на орудия лова) и комплексного управления океаном и прибрежными зонами для контроля связанных с суши угроз, таких как загрязнение и осадконакопление. Имеется *средняя степень достоверности* того, что сеть особо охраняемых районов, встроенных в более широкую схему управления, может внести вклад в сохранение коралловых рифов в условиях усиливающегося антропогенного давления в локальном и глобальном масштабах (Salm et al., 2006). На локальном уровне контроль поступления биогенных веществ и осадочных материалов с суши представляет собой важную дополнительную стратегию управления (McLeod et al., 2009), поскольку обогащение вод биогенными веществами способно увеличить подверженность кораллов процессу обесцвечивания (Kelly et al., 2011). В долгосрочном плане, ограничение степени потепления и закисления океана является главным фактором для обеспечения жизнеспособности коралловых рифов и зависящих от них сообществ (*высокая степень достоверности*, разделы 5.2.4.4, 30.5).

## Ссылки

- Bell, J.D., A. Ganachaud, P.C. Gehrke, S.P. Griffiths, A.J. Hobday, O. Hoegh-Guldberg, J.E. Johnson, R. Le Borgne, P. Lehodey, J.M. Lough, R.J. Matear, T.D. Pickering, M.S. Pratchett, A. Sen Gupta, I. Senina and M. Waycott, 2013: Mixed responses of tropical Pacific fisheries and aquaculture to climate change. *Nature Climate Change*, 3(6), 591-599.
- Berkelmans, R. and M.J.H. van Oppen, 2006: The role of zooxanthellae in the thermal tolerance of corals: a 'nugget of hope' for coral reefs in an era of climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1599), 2305-2312.
- Biggs, D., 2011: *Case study: the resilience of the nature-based tourism system on Australia's Great Barrier Reef*. Report prepared for the Australian Government Department of Sustainability Environment Water Population and Communities on behalf of the State of the Environment 2011 Committee, Canberra, 32 pp.
- Billé, R., R. Kelly, A. Biastoch, E. Harrould-Kolieb, D. Herr, F. Joos, K.J. Kroeker, D. Laffoley, A. Oschlies and J.-P. Gattuso, 2013: Taking action against ocean acidification: a review of management and policy options. *Environmental Management*, 52, 761-779.
- Bruno, J.F. and E.R. Selig, 2007: Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons. *PLoS ONE*, 2(8), e711. doi: 10.1371/journal.pone.0000711.
- Burke, L., K. Reytar, M. Spalding and A. Perry, 2011: *Reefs at risk revisited*. World Resources Institute, Washington D.C., 114 pp.
- De'ath, G., K.E. Fabricius, H. Sweatman and M. Puotinen, 2012: The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(44), 17995-17999.
- Elvidge, C.D., J.B. Dietz, R. Berkelmans, S. Andréfouët, W. Skirving, A.E. Strong and B.T. Tuttle, 2004: Satellite observation of Keppel Islands (Great Barrier Reef) 2002 coral bleaching using IKONOS data. *Coral Reefs*, 23(1), 123-132.
- Fabricius, K.E., C. Langdon, S. Uthicke, C. Humphrey, S. Noonan, G. De'ath, R. Okazaki, N. Muehllehner, M.S. Glas and J.M. Lough, 2011: Losers and winners in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations. *Nature Climate Change*, 1(3), 165-169.
- Frieler, K., M. Meinshausen, A. Golly, M. Mengel, K. Lebek, S.D. Donner and O. Hoegh-Guldberg, 2013: Limiting global warming to 2°C is unlikely to save most coral reefs. *Nature Climate Change*, 3(2), 165-170.
- García, S.M. and I. de Leiva Moreno, 2003: Global overview of marine fisheries. In: *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem* [Sinclair, M. and G. Valdimarsson (eds.)]. Wallingford: CABI, pp. 1-24.

- Gardner, T.A., I.M. Côté, J.A. Gill, A. Grant and A.R. Watkinson, 2003: Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science*, 301(5635), 958-960.
- Gilmour, J.P., L.D. Smith, A.J. Heyward, A.H. Baird and M.S. Pratchett, 2013: Recovery of an isolated coral reef system following severe disturbance. *Science*, 340(6128), 69-71.
- Glynn, P.W., 1984: Widespread coral mortality and the 1982-83 El Niño warming event. *Environmental Conservation*, 11(2), 133-146.
- Hoegh-Guldberg, O., 2011: Coral reef ecosystems and anthropogenic climate change. *Regional Environmental Change*, 11, 215-227.
- Hoegh-Guldberg, O., 2012: The adaptation of coral reefs to climate change: Is the Red Queen being outpaced? *Scientia Marina*, 76(2), 403-408.
- Hoegh-Guldberg, O., P.J. Mumby, A.J. Hooten, R.S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C.D. Harvell, P.F. Sale, A.J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C.M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R.H. Bradbury, A. Dubi and M.E. Hatzioioli, 2007: Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318(5857), 1737-1742.
- Hughes, T.P., 1994: Catastrophes, phase-shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265(5178), 1547-1551.
- Jones, A.M., R. Berkelmans, M.J.H. van Oppen, J.C. Mieog and W. Sinclair, 2008: A community change in the algal endosymbionts of a scleractinian coral following a natural bleaching event: field evidence of acclimatization. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1641), 1359-1365.
- Jones, G.P., M.I. McCormick, M. Srinivasan and J.V. Eagle, 2004: Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8251-8253.
- Kelly, R.P., M.M. Foley, W.S. Fisher, R.A. Feely, B.S. Halpern, G.G. Waldbusser and M.R. Caldwell, 2011: Mitigating local causes of ocean acidification with existing laws. *Science*, 332(6033), 1036-1037.
- Laurans, Y., N. Pascal, T. Binet, L. Brander, E. Clua, G. David, D. Rojat and A. Seidl, 2013: Economic valuation of ecosystem services from coral reefs in the South Pacific: taking stock of recent experience. *Journal of Environmental Management*, 116, 135-144.
- Logan, C.A., J.P. Dunne, C.M. Eakin and S.D. Donner, 2014: Incorporating adaptive responses into future projections of coral bleaching. *Global Change Biology*, 20(1), 125-139.
- Lough, J.M., 2000: 1997-98: Unprecedented thermal stress to coral reefs? *Geophysical Research Letters*, 27(23), 3901-3904.
- McLeod, E., R. Salm, A. Green and J. Almany, 2009: Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(7), 362-370.
- Newton, K., I.M. Côté, G.M. Pilling, S. Jennings and N.K. Dulvy, 2007: Current and future sustainability of island coral reef fisheries. *Current Biology*, 17(7), 655-658.
- Pascal, N., 2011: *Cost-benefit analysis of community-based marine protected areas: 5 case studies in Vanuatu, South Pacific*. CRISP Research Reports. CRILOBE (EPHE/CNRS). Insular Research Center and Environment Observatory, Moorea, French Polynesia, 107 pp.
- Pratchett, M.S., P.L. Munday, S.K. Wilson, N.A.J. Graham, J.E. Cinner, D.R. Bellwood, G.P. Jones, N.V.C. Polunin and T.R. McClanahan, 2008: Effects of climate-induced coral bleaching on coral-reef fishes - Ecological and economic consequences. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 46, 251-296.
- Przeslawski, R., S. Ahyong, M. Byrne, G. Wörheide and P. Hutchings, 2008: Beyond corals and fish: the effects of climate change on noncoral benthic invertebrates of tropical reefs. *Global Change Biology*, 14(12), 2773-2795.
- Rau, G.H., E.L. McLeod and O. Hoegh-Guldberg, 2012: The need for new ocean conservation strategies in a high-carbon dioxide world. *Nature Climate Change*, 2(10), 720-724.
- Salm, R.V., T. Done and E. McLeod, 2006: Marine Protected Area planning in a changing climate. In: *Coastal and Estuarine Studies 61. Coral Reefs and Climate Change: Science and Management*. [Phinney, J.T., O. Hoegh-Guldberg, J. Kleypas, W. Skirving and A. Strong (eds.)]. American Geophysical Union, pp. 207-221.
- Selig, E.R., K.S. Casey and J.F. Bruno, 2012: Temperature-driven coral decline: the role of marine protected areas. *Global Change Biology*, 18(5), 1561-1570.
- Sheppard, C., D.J. Dixon, M. Gourlay, A. Sheppard and R. Payet, 2005: Coral mortality increases wave energy reaching shores protected by reef flats: Examples from the Seychelles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64(2-3), 223-234.
- Wiedenmann, J., C. D'Angelo, E.G. Smith, A.N. Hunt, F.-E. Legiret, A.D. Postle and E.P. Achterberg, 2013: Nutrient enrichment can increase the susceptibility of reef corals to bleaching. *Nature Climate Change*, 3(2), 160-164.
- Wild, C., O. Hoegh-Guldberg, M.S. Naumann, M.F. Colombo-Pallotta, M. Ateweberhan, W.K. Fitt, R. Iglesias-Prieto, C. Palmer, J.C. Bythell, J.-C. Ortiz, Y. Loya and R. van Woesik, 2011: Climate change impedes scleractinian corals as primary reef ecosystem engineers. *Marine and Freshwater Research*, 62(2), 205-215.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Гаттузо, Ж.-П., У.Хоеф-Гулдберг и Г.-О. Пертнер, 2014 г.: Перекрестная вставка по главам о коралловых рифах. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействие, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж.Доккен, К. Дж.Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 113-117. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).



# Экосистемные подходы к адаптации – возникающие возможности

Ребекка Шоу (США), Джонатан Оверпек (США), Гай Мидгли (Южная Африка)

Адаптация на основе экосистемного подхода (АЭП), определяемая как использование биоразнообразия и экосистемных услуг в качестве части общей адаптационной стратегии для того, чтобы помочь людям адаптироваться к неблагоприятным воздействиям изменения климата (КБР, 2009), интегрирует использование биоразнообразия и экосистемных услуг в стратегии адаптации (например, CBD, 2009; Munroe et al., 2011; см. главы 3, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 19, 22, 25 и 27 в докладе ОД5 РГ II МГЭИК). АЭП осуществляется посредством устойчивого управления природными ресурсами и сохранения и восстановления экосистем в целях постоянного предоставления услуг для облегчения адаптации как к изменчивости, так и к изменению климата (Colls et al., 2009). Он также предоставляет возможность учитывать многочисленные социальные, экономические и культурные сопутствующие выгоды для местных сообществ (решение X/33 КС-10 КБР).

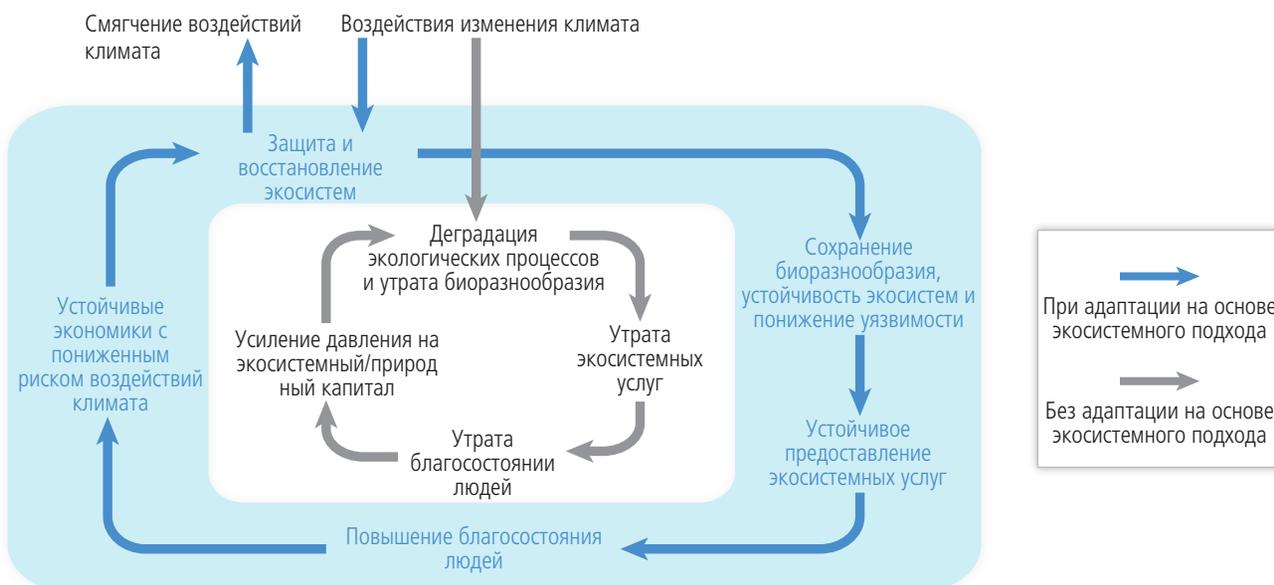
АЭП может сочетаться с использованием инженерной инфраструктуры или других технологических подходов или даже служить их заменой. Объекты инженерной защиты, такие как дамбы, защитные стены и прирусловые валы, негативно воздействуют на биоразнообразие, потенциально приводя к неправильной адаптации из-за ущерба экосистемным услугам в области регулирования окружающей среды (Campbell et al., 2009; Munroe et al., 2011). Имеются некоторые свидетельства того, что восстановление и использование экосистемных услуг может уменьшить или отложить необходимость в этих инженерных решениях (CBD, 2009). АЭП создает более низкий уровень риска неправильной адаптации, чем инженерные решения, поскольку ее применение носит более гибкий характер и быстрее реагирует на неожиданные изменения окружающей среды. Хорошо интегрированная АЭП может быть экономически более эффективной и устойчивой, чем не интегрированные физические инженерные подходы (Jones et al., 2012), и может вносить вклад в достижение целей устойчивого развития (например, сокращение масштабов нищеты, устойчивое управление окружающей средой и даже решение задач смягчения последствий), особенно когда они сочетаются с рациональным подходом к управлению экосистемами (CBD, 2009). Кроме того, АЭП создает экономические, социальные и экологические сопутствующие выгоды в виде экосистемных товаров и услуг (World Bank, 2009).

АЭП применима как в развитых, так и в развивающихся странах. В развивающихся странах, где экономика в большей степени зависит от предоставления экосистемных услуг (Vignola et al., 2009), АЭП может быть весьма полезным подходом для уменьшения риска воздействий изменения климата и обеспечения того, чтобы развитие происходило по путям, устойчивым к изменению климата (Munang et al., 2013). Проекты АЭП могут разрабатываться путем развития существующих инициатив, таких как адаптация на уровне общин и подходы к управлению природными ресурсами (например, Khan et al., 2012, Midgley et al., 2012; Roberts et al., 2012).

Примеры экосистемных подходов к адаптации включают:

- устойчивое управление водными ресурсами, при котором речные бассейны, водоносные горизонты, поймы и связанная с ними растительность управляются или восстанавливаются таким образом, чтобы обеспечить устойчивость запасов воды и усиление просачивания подземных вод, регулирование и защиту от паводков, сокращение темпов эрозии/заиливания и увеличение количества экосистемных товаров (например, Opperman et al., 2009; Midgley et al., 2012);
- сокращение рисков бедствий благодаря восстановлению прибрежных мест обитания (например, мангровых зарослей, водно-болотных угодий и дельт) для обеспечения эффективных мер против штормовых нагонов, интрузии соленых вод и эрозии берегов (Jonkman et al., 2013);
- устойчивое управление лугами и пастбищными угодьями для развития средств к существованию, связанных с пастбищным животноводством, и усиления устойчивости к засухам и наводнениям;
- создание разнообразных и устойчивых сельскохозяйственных систем и адаптация многочисленных комбинаций растениеводства и животноводства для надежного снабжения продовольствием. Традиционные знания могут внести вклад в эту область, например, путем выявления генетического разнообразия местных видов сельскохозяйственных культур и домашнего скота и методов охраны водных ресурсов;
- управление пожароопасными экосистемами для достижения более низкого уровня пожарной опасности при обеспечении управления природными процессами.

Применение АЭП, как и других подходов, не свободно от риска, и оценки соотношения риск/выгода позволят дать более надежную оценку возможностей, предоставляемых данным подходом (CBD, 2009). Примеры АЭП слишком немногочисленны и появились слишком недавно для того, чтобы на этой стадии всесторонне оценить как риски, так и выгоды. АЭП все еще представляет собой развивающуюся концепцию, но должна рассматриваться параллельно с вариантами адаптации, основанными в большей степени на инженерных работах или социальных изменениях, и с учетом имеющихся и новых примеров, используемых для формирования понимания того, когда и где ее применение целесообразно.



**Рисунок ЭП-1** | Воспроизводится по Munang et al. (2013). Адаптация на основе экосистемного подхода (АЭП) использует способность природы смягчать негативное воздействие изменения климата на антропогенные системы. При отсутствии АЭП изменение климата может вызвать деградацию экологических процессов (белый прямоугольник в центре), приводящую к потерям в благосостоянии людей. Применение АЭП (голубой внешний прямоугольник) способно уменьшить или сгладить эти негативные воздействия, создавая в итоге благоприятный цикл, который сокращает связанные с климатом риски для сообществ людей и может создавать выгоды, связанные со смягчением воздействий изменения климата.

## Ссылки

- Campbell, A., V. Kapos, J. Scharlemann, P. Bubba, A. Chenery, L. Coad, B. Dickson, N. Doswald, M. Khan, F. Kershaw, and M. Rashid, 2009: *Review of the Literature on the Links between Biodiversity and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation*. CBD Technical Series No. 42, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, 124 pp.
- CBD, 2009: *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. CBD Technical Series No. 41, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, 126 pp.
- Colls, A., N. Ash, and N. Ikkala, 2009: *Ecosystem-Based Adaptation: A Natural Response to Climate Change*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland, 16 pp.
- Jones, H.P., D.G. Hole, and E.S. Zavaleta, 2012: Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change*, 2(7), 504-509.
- Jonkman, S.N., M.M. Hillen, R.J. Nicholls, W. Kanning, and M. van Leeden, 2013: Costs of adapting coastal defences to sea-level rise – new estimates and their implications. *Journal of Coastal Research*, 29(5), 1212-1226.
- Khan, A.S., A. Ramachandran, N. Usha, S. Punitha, and V. Selvam, 2012: Predicted impact of the sea-level rise at Vellar-Coleroon estuarine region of Tamil Nadu coast in India: mainstreaming adaptation as a coastal zone management option. *Ocean & Coastal Management*, 69, 327-339.
- Midgley, G.F., S. Marais, M. Barnett, and K. Wågsæther, 2012: *Biodiversity, Climate Change and Sustainable Development – Harnessing Synergies and Celebrating Successes*. Final Technical Report, The Adaptation Network Secretariat, hosted by Indigo Development & Change and The Environmental Monitoring Group, Nieuwoudtville, South Africa. 70 pp.
- Munang, R., I. Thiaw, K. Alverson, M. Mumba, J. Liu, and M. Rivington, 2013: Climate change and ecosystem-based adaptation: a new pragmatic approach to buffering climate change impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 67-71.
- Munroe, R., N. Doswald, D. Roe, H. Reid, A. Giuliani, I. Castelli, and I. Moller, 2011: *Does EbA Work? A Review of the Evidence on the Effectiveness of Ecosystem-Based Approaches to Adaptation*. Research collaboration between BirdLife International, United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), and the University of Cambridge, Cambridge, UK, and the International Institute for Environment and Development (IIED), London, UK, 4 pp.
- Opperman, J.J., G.E. Galloway, J. Fargione, J.F. Mount, B.D. Richter, and S. Secchi, 2009: Sustainable floodplains through large-scale reconnection to rivers. *Science*, 326(5959), 1487-1488.
- Roberts, D., R. Boon, N. Diederichs, E. Douwes, N. Govender, A. McInnes, C. McLean, S. O'Donoghue, and M. Spires, 2012: Exploring ecosystem-based adaptation in Durban, South Africa: “learning-by-doing” at the local government coal face. *Environment and Urbanization*, 24(1), 167-195.
- Vignola, R., B. Locatelli, C. Martinez, and P. Imbach, 2009: Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policymakers, society and scientists? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(8), 691-696.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Шоу, Р. М., Д.Т. Оверпек, Г.Ф. Мидгли, 2014 г.: Перекрестная вставка по главам о экосистемных подходах к адаптации - возникающих возможностях. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 119-121. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).



# ГФ

## Гендерный фактор и изменение климата

Катарина Винсент (Южная Африка), Петра Тшакерт (США), Джон Барнет (Австралия), Марта Ривера-Ферре (Испания), Алистер Вудворд (Новая Зеландия)

Гендерный фактор, наряду с социально-демографическими факторами, такими как возраст, благосостояние и класс, является критически важной для восприятия изменения климата. Имеются значительные гендерные аспекты воздействий, адаптации и уязвимости. Этот вопрос был поднят в докладах ДО4 РГ II и СДЭКС (Adger et al., 2007; МГЭИК, 2012), но в ОД5 приведены существенно новые результаты исследований, основанные на многочисленных данных о том, как восприятие изменения климата дифференцируется по гендерному признаку и как изменение климата вносит вклад в извечно существующее гендерное неравенство. Эти новые исследования выполнялись во всех регионах мира (например, Brouwer et al., 2007; Buechler, 2009; Nelson and Stathers, 2009; Nightingale, 2009; Dankelman, 2010; MacGregor, 2010; Alston, 2011; Arora-Jonsson, 2011; Omolo, 2011; Resurreccion, 2011).

Гендерные аспекты уязвимости проистекают из дифференцированного доступа к социальным и природным ресурсам, необходимым для адаптации. Во многих аграрных экономиках и при укладах жизни, основанных на природных ресурсах, четко установлено, что женщины, по сравнению с мужчинами, имеют меньшие возможности для доступа к финансовым ресурсам, образованию, здравоохранению и другим основополагающим правам. Другие факторы гендерного неравенства обусловлены социальным исключением из процессов принятия решений и рынков труда, что в частности, делает женщину менее способной к тому, чтобы преодолевать проблемы и адаптироваться к воздействию изменения климата (Paavola, 2008; Djoudi and Brockhaus, 2011; Rijkers and Costa, 2012). Такие виды гендерного неравенства проявляются в воздействиях на разделенные по гендерному признаку средства к существованию и феминизацию ответственности: в то время как роли и мужчин и женщин в производстве возрастают, в репродукции возрастает только роль женщин (Resurreccion, 2011; раздел 9.3.5.1.5, вставка 13-1). Например, исследование, выполненное в Австралии, показало, как регулярная повторяемость засух оказывает на женщин все возрастающее давление с тем, чтобы они получали доход, не связанный с сельскохозяйственным производством, и вносили еще больший вклад в аграрный труд (Alston, 2011). Исследования в Танзании и Малави показывают, что женщины испытывают

отсутствие безопасности в области продовольствия и питания, поскольку продовольствие распределяется преимущественно среди других членов семьи (Nelson and Stathers, 2009; Kakota et al., 2011).

В ДО4 был проанализирован значительный объем литературы, посвященной относительно более высокой уязвимости для связанных с погодой бедствий согласно показателю числа смертей (Adger et al., 2007). Дополнительная литература, опубликованная позднее, добавила нюансы, показав каким образом гендерные различия, создаваемые социальной структурой общества, влияют на подверженность экстремальным явлениям, приводящую к различным показателям смертности как среди мужчин, так и женщин (*высокая степень достоверности*; раздел 11.3.3, таблица 12-3). Статистические данные о показателях мужской и женской смертности от экстремальных явлений, зарегистрированных в 141 стране между 1981 и 2002 гг., свидетельствовали о том, что стихийные бедствия приводили к гибели женщин в более молодом возрасте по сравнению с мужчинами (Neumayer and Plümpner, 2007; см. также вставку 13-1). Причины различий в смертности мужчин и женщин вызваны различием гендерных ролей, обусловленных социальными и культурными особенностями. Например, исследования в Бангладеш показывают, что женщин не учат плавать и поэтому они более уязвимы в случае наводнения (Röhr, 2006), а в Никарагуа структура гендерных ролей подразумевает, что от женщин из среднего класса ожидают нахождения дома даже во время наводнений и в подверженных риску районах (Bradshaw, 2010). Хотя дифференцированная уязвимость женщин к экстремальным явлениям признавалась давно, в настоящее время растет количество данных, указывающих на то, как гендерные роли мужчин могут влиять на их уязвимость. В частности, от мужчин часто ожидают смелых и героических поступков, и они ведут себя с риском для жизни, что увеличивает вероятность гибели (вставка 13-1). В провинции Лонг-Хай, Вьетнам, например, гибнет больше мужчин, чем женщин, поскольку они привлекаются к операциям по поиску и спасению и защите полей при паводках (Campbell et al., 2009). Женщины и девочки имеют больше шансов стать жертвами домашнего насилия после бедствия, особенно, если они живут во временном убежище, как это было зарегистрировано в США и Австралии (Jenkins and Phillips, 2008; Anastario et al., 2009; Alston, 2011; Whittenbury, 2013; см. также вставку 13-1).

Тепловой стресс выявляет гендерные различия, обусловленные как физиологическими, так и социальными факторами (раздел 11.3.3). Большинство исследований в европейских странах показывают, что женщины подвержены большему риску, но их обычно более высокая физиологическая уязвимость может быть компенсирована в некоторых обстоятельствах за счет относительно более низкой социальной уязвимости (например, если они тесно связаны друг с другом в сетях социальной поддержки). В период волны тепла в Париже холостые мужчины подвергались большему риску, чем незамужние женщины, а в Чикаго наибольшему риску подвергались пожилые мужчины. Это, как полагают, стало отражением отсутствия у них связи с сетями социальной поддержки, что привело к большей социальной уязвимости (Kovats and Hajat, 2008). Исследование, выполненное во многих городах, продемонстрировало географическую изменчивость связи между полом и смертностью из-за теплового стресса: в Мехико женщины были подвержены большему риску смерти, чем мужчины, хотя в Сантьяго и Сан-Паулу ситуация была обратной (Bell et al., 2008).

Признание гендерных различий в степени уязвимости и возможностях для адаптации позволяет принять ответные меры с учетом гендерных аспектов, что уменьшает степень уязвимости женщин и мужчин (Alston, 2013). Оценки инвестиций, связанных с адаптацией, показывают, что подходы, не учитывающие гендерные аспекты и другие факторы социального неравенства, создают риск усиления существующей уязвимости (Vincent et al., 2010; Arora-Jonsson, 2011; Figueiredo and Perkins, 2012). Например, поддерживаемые государственными органами оперативные меры по увеличению производства путем выращивания товарных сельскохозяйственных культур и создания несельскохозяйственных предприятий в сельскохозяйственных районах обычно дает преимущество мужчинам перед женщинами, поскольку в сельских районах зарабатывание денег считается мужским занятием (Gladwin et al., 2001; см. также раздел 13.3.1). В противоположность этому, инициативы по сбору дождевой воды и адаптации, основанной на ее сохранении, могут потребовать вложения дополнительного труда, который женщины не обязательно смогут обеспечить (Baiphethi et al., 2008). Поощрение равного доступа мужчин и женщин к образованию и наращиванию социального капитала представляет собой одно из наилучших средств повышения уровня адаптации женщин-фермеров (Goulden et al., 2009; Vincent et al., 2010; Below et al., 2012) и могло бы быть применено в качестве дополнительной меры к указанным выше существующим инициативам, которые приносят выгоду мужчинам. Основанные на соблюдении прав подходы к развитию могут содействовать деятельности по адаптации, поскольку они сконцентрированы на анализе путей, по которым институциональная практика определяет доступ к ресурсам и контролирует процессы принятия решения, включая социальное толкование гендерного фактора и его взаимодействие с другими факторами, формирующими неравенство и различные виды уязвимости (Tschakert and Machado, 2012; Bee et al., 2013; Tschakert, 2013; см. также раздел 22.4.3 и таблицу 22-5).

## Ссылки

- Adger, W.N., S. Agrawala, M.M.Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Pulhin, R. Pulwarty, B. Smit, and K. Takahashi, 2007: Chapter 17: Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 719-743.
- Alston, M., 2011: Gender and climate change in Australia. *Journal of Sociology*, 47(1), 53-70.
- Alston, M., 2013: Women and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, (4)5, 351-358.
- Anastario, M., N. Shebab, and L. Lawry, 2009: Increased gender-based violence among women internally displaced in Mississippi 2 years post-Hurricane Katrina. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 3(1), 18-26.
- Arora-Jonsson, S., 2011: Virtue and vulnerability: discourses on women, gender and climate change. *Global Environmental Change*, 21, 744-751.
- Baiphethi, M.N., M. Viljoen, and G. Kundhlande, 2008: Rural women and rainwater harvesting and conservation practices: anecdotal evidence from the Free State and Eastern Cape. *Agenda*, 22(78), 163-171.
- Bee, B., M. Biermann, and P. Tschakert, 2013: Gender, development, and rights-based approaches: lessons for climate change adaptation and adaptive social protection. In: *Research, Action and Policy: Addressing the Gendered Impacts of Climate Change* [Alston, M. and K. Whittenbury (eds.)]. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 95-108.
- Bell, M.L., M.S. O'Neill, N. Ranjit, V.H. Borja-Aburto, L.A. Cifuentes, and N.C. Gouveia, 2008: Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *International Journal of Epidemiology*, 37(4), 796-804.
- Below, T.B., K.D. Mutabazi, D. Kirschke, C. Franke, S. Sieber, R. Siebert, and K. Tscherning, 2012: Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables? *Global Environmental Change*, 22(1), 223-235.
- Bradshaw, S., 2010: Women, poverty, and disasters: exploring the links through Hurricane Mitch in Nicaragua. In: *The International Handbook of Gender and Poverty: Concepts, Research, Policy* [Chant, S. (ed.)]. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, pp. 627-632.
- Brouwer, R., S. Akter, L. Brander, and E. Haque, 2007: Socioeconomic vulnerability and adaptation to environmental risk: a case study of climate change and flooding in Bangladesh. *Risk Analysis*, 27(2), 313-326.
- Campbell, B., S. Mitchell, and M. Blackett, 2009: *Responding to Climate Change in Vietnam. Opportunities for Improving Gender Equality*. A Policy Discussion Paper, Oxfam in Viet Nam and United Nations Development Programme-Viet Nam (UNDP-Viet Nam), Ha noi, Viet Nam, 62 pp.
- Dankelman, I., 2010: Introduction: exploring gender, environment, and climate change. In: *Gender and Climate Change: An Introduction* [Dankelman, I. (ed.)]. Earthscan, London, UK and Washington, DC, USA, pp. 1-18.
- Djouidi, H. and M. Brockhaus, 2011: Is adaptation to climate change gender neutral? Lessons from communities dependent on livestock and forests in northern Mali. *International Forestry Review*, 13(2), 123-135.
- Figueiredo, P. and P.E. Perkins, 2012: Women and water management in times of climate change: participatory and inclusive processes. *Journal of Cleaner Production*, 60(1), 188-194.
- Gladwin, C.H., A.M. Thomson, J.S. Peterson, and A.S. Anderson, 2001: Addressing food security in Africa via multiple livelihood strategies of women farmers. *Food Policy*, 26(2), 177-207.
- Goulden, M., L.O. Naess, K. Vincent, and W.N. Adger, 2009: Diversification, networks and traditional resource management as adaptations to climate extremes in rural Africa: opportunities and barriers. In: *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values and Governance* [Adger, W.N., I. Lorenzoni, and K. O'Brien (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 448-464.
- МГЭИК, 2012 г.: *Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Специальный доклад рабочих групп I и II Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [К. Б. Филд, В. Баррос, Т. Ф. Стокер, Цинь Дахэ, Д. Д. Доккен, К. Л. Эби, М. Д. Мастрандреа, К. Мэч, Д.-К. Платтнер, С. Аллен, М. Тигнор и П. Миджлей (ред.)]. Кэمبرидж Университи Пресс, Кэمبرидж, СК и Нью-Йорк, шт. Нью-Йорк, США, 582 pp.
- Jenkins, P. and B. Phillips, 2008: Battered women, catastrophe, and the context of safety after Hurricane Katrina. *NWSA Journal*, 20(3), 49-68.
- Kakota, T., D. Nyariki, D. Mkwambisi, and W. Kogi-Makau, 2011: Gender vulnerability to climate variability and household food insecurity. *Climate and Development*, 3(4), 298-309.
- Kovats, R. and S. Hajat, 2008: Heat stress and public health: a critical review. *Public Health*, 29, 41-55.
- MacGregor, S., 2010: 'Gender and climate change': from impacts to discourses. *Journal of the Indian Ocean Region*, 6(2), 223-238.
- Nelson, V. and T. Stathers, 2009: Resilience, power, culture, and climate: a case study from semi-arid Tanzania, and new research directions. *Gender & Development*, 17(1), 81-94.
- Neumayer, E. and T. Plümpner, 2007: The gendered nature of natural disasters: the impact of catastrophic events on the gender gap in life expectancy, 1981-2002. *Annals of the Association of American Geographers*, 97(3), 551-566.
- Nightingale, A., 2009: Warming up the climate change debate: a challenge to policy based on adaptation. *Journal of Forest and Livelihood*, 8(1), 84-89.
- Omolo, N., 2011: Gender and climate change-induced conflict in pastoral communities: case study of Turkana in northwestern Kenya. *African Journal on Conflict Resolution*, 10(2), 81-102.
- Paavola, J., 2008: Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. *Environmental Science & Policy*, 11(7), 642-654.
- Resurreccion, B.P., 2011: *The Gender and Climate Debate: More of the Same or New Pathways of Thinking and Doing?* Asia Security Initiative Policy Series, Working Paper No. 10, RSIS Centre for Non-Traditional Security (NTS) Studies, Singapore, 19 pp.
- Rijkers, B. and R. Costa, 2012: *Gender and Rural Non-Farm Entrepreneurship*. Policy Research Working Paper 6066, Macroeconomics and Growth Team, Development Research Group, The World Bank, Washington, DC, USA, 68 pp.
- Röhr, U., 2006: Gender and climate change. *Tiempo*, 59, 3-7.
- Tschakert, P., 2013: From impacts to embodied experiences: tracing political ecology in climate change research. *Geografisk Tidsskrift/Danish Journal of Geography*, 112(2), 144-158.
- Tschakert, P. and M. Machado, 2012: Gender justice and rights in climate change adaptation: opportunities and pitfalls. *Ethics and Social Welfare*, 6(3), 275-289, doi: 10.1080/17496535.2012.704929.

- Vincent, K., T. Cull, and E. Archer, 2010: Gendered vulnerability to climate change in Limpopo province, South Africa. In: *Gender and Climate Change: An Introduction* [Dankelman, I. (ed.)]. Earthscan, London, UK and Washington, DC, USA, pp. 160-167.
- Whittenbury, K., 2013: Climate change, women's health, wellbeing and experiences of gender-based violence in Australia. In: *Research, Action and Policy: Addressing the Gendered Impacts of Climate Change* [Alston, M. and K. Whittenbury (eds.)]. Springer Science, Dordrecht, Netherlands, pp. 207-222.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Винсент К.Е., П. Тшакерт, Дж. Барнет, М. Г. Ривера-Ферре и А. Вудворд, 2014: Перекрестная вставка по главам о гендерном факторе и изменении климата. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 123-126. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

## Тепловой стресс и волны тепла

Леннарт Олссон (Швеция), Дэйв Чади (Тринидад и Тобаго), Уве Хоеф-Гулдберг (Австралия), Майкл Оппенгеймер (США), Джон Портер (Дания), Ганс-О. Пертнер (Германия), Дэвид Саттеруайт (Соединенное Королевство), Кирк Р. Смит (США), Мария Изабель Травассо (Аргентина), Петра Тшакерт (США)

По данным РГ I *весьма вероятно*, что число и интенсивность жарких дней заметно увеличилась за последние три десятилетия и *практически вероятно*, что это увеличение продолжится до конца XXI века. Кроме того, *вероятно (средняя степень достоверности)*, что повторяемость волн тепла (несколько дней с жаркой погодой подряд) почти вдвое увеличилась в некоторых районах, но *весьма вероятно*, что во второй половине века над большей частью суши волны тепла станут еще более частыми. В работе Coumou et al. (2013) прогнозируется, что при сценарии умеренного потепления к 2040-м годам количество месяцев с рекордно высокой температурой будет более чем в 12 раз больше, чем до начала потепления климата. В более длительной перспективе, если глобальная средняя температура увеличится до +7 °C или более, то обитаемость части тропиков и умеренных широт будет поставлено под угрозу (Sherwood and Huber, 2010). Волны тепла непосредственно воздействуют на природные и антропогенные системы, результатом чего часто является гибель большого количества людей и огромные потери имущества, и могут инициировать переломные моменты (Hughes et al., 2013). Вследствие этого тепловой стресс играет важную роль в нескольких ключевых видах рисков, указанных в главе 19 и ПВ-КР.

### **Экономика и общество (главы 10, 11, 12, 13)**

Тепловой стресс в окружающей среде уже уменьшил глобальную производительность труда в пиковые месяцы до 90 % при прогнозируемом ее дальнейшем уменьшении в пиковые месяцы до 80 % к 2050 г. Согласно сценарию значительного потепления климата (РТК8.5), предполагается, что к 2200 г. производительность труда в пиковые месяцы будет составлять менее 40 % от таковой в современных условиях (Dunne et al., 2013). Стоимость адаптации путем обеспечения необходимых мощностей охлаждения и аварийных укрытий во время волн тепла будет значительной.

Волны тепла связаны с социальными проблемами, такими как рост насилия (Anderson, 2012), а также общее ухудшение здоровья и психологического состояния и низкая удовлетворенность жизнью (Tawatsupa et al., 2012). Воздействия сильно дифференцированы при непропорционально высокой нагрузке на бедняков, стариков и маргинальные элементы (Wilhelmi et al., 2012).

Как ожидается, городские районы будут страдать от этого воздействия в большей степени вследствие совместного влияния климата и городского острова тепла (Fischer et al., 2012; см. также раздел 8.2.3.1). В странах с низким и средним уровнем дохода адаптация к тепловому стрессу в большой степени ограничена для большинства людей, живущих в бедности, и особенно тех, кто зависит от труда вне помещений в сельском хозяйстве, рыболовстве и строительстве. При сельскохозяйственном производстве, ведущемся в небольших масштабах, женщины и дети в особенности подвержены риску из-за гендерного разделения труда (Croppenstedt et al., 2013). Предполагаемое увеличение числа стихийных пожаров в результате воздействия волн тепла (Pechony and Shindell, 2010) вызывает обеспокоенность за безопасность и здоровье населения и экосистем. Загрязнение воздуха от стихийных пожаров уже является причиной 339 000 преждевременных смертей ежегодно по всему миру (Johnston et al., 2012).

### Здоровье человека (глава 11)

Заболееваемость и смертность вследствие теплового стресса является в настоящее время обычным явлением во всем мире (Barriopedro et al., 2011; Nitschke et al., 2011; Rahmstorf and Coumou, 2011; Diboulo et al., 2012; Hansen et al., 2012). Пожилые люди и люди с болезнями кровообращения и респираторными заболеваниями также уязвимы даже в развитых странах; они могут стать жертвами даже в собственных домах (Honda et al., 2011). Люди, занимающиеся физическим трудом, подвергаются особому риску, поскольку при такой работе в теле образуется значительное количество тепла, которое не может выделиться в случае, если температура и влажность окружающей среды превышают определенные пределы (Kjellstrom et al., 2009). Риск заболеть немеланомным раком кожи из-за воздействия ультрафиолетовой радиации в летние месяцы увеличивается с температурой (van der Leun, et al., 2008). Высокие температуры также способствуют повышенному содержанию в воздухе аллергенных веществ, инициирующих респираторные заболевания, такие как астма, аллергические риниты, конъюнктивиты и дерматиты (Beggs, 2010).

### Экосистемы (главы 4, 5, 6, 30)

Гибель деревьев увеличивается во всем мире (Williams et al., 2013) и может быть связана с воздействием климата, особенно жары и засухи (Reichstein et al., 2013), даже если привязка к изменению климата затруднена из-за отсутствия временных рядов наблюдений и искажающих факторов. В Средиземноморском регионе ожидается повышение риска пожаров, увеличение продолжительности пожароопасных сезонов и увеличение повторяемости крупных пожаров в результате усиления волн тепла в сочетании с засухой (Duguay et al., 2013; см. также вставку 4.2).

Сдвиги в морских экосистемах, связанные с изменением климата, часто вызваны скорее экстремальными температурами, чем изменением средних температур (Pörtner and Knust, 2007). При подверженности жаре даже небольшие (<0,5 °C) сдвиги в температурных экстремумах вблизи биогеографических пределов могут дать большой эффект, часто усугубляемый сопровождающим его воздействием гипоксии и/или повышенных уровней содержания CO<sub>2</sub> и связанного с ними закисления (*средняя степень достоверности*; Hoegh - Guldberg et al., 2007; см. также рисунок 6-5; разделы 6.3.1, 6.3.5, 30.4, 30.5; ПВ-МБ).

Большая часть коралловых рифов испытывала термический стресс, достаточный для того, чтобы вызвать в течение последних 30 лет частые явления массового обесцвечивания кораллов, за которыми в некоторых случаях следовала массовая смертность (Baker et al., 2008). Обесцвечивание кораллов усугубляется взаимодействием закисления и потепления (*весьма высокая степень достоверности*). Водоросли умеренных широт и экосистемы бурых водорослей будут деградировать по мере увеличения повторяемости волн тепла и вследствие воздействия инвазивных субтропических видов (*высокая степень достоверности*, разделы 5, 6, 30.4, 30.5, ПВ-КР, ПВ-МБ).

### Сельское хозяйство (глава 7)

Чрезмерная жара взаимодействует с ключевыми физиологическими процессами в сельскохозяйственных культурах. В случае отсутствия мер по адаптации, после того как локальное потепление превысит +3 °C ожидаются негативные последствия для урожайности всех сельскохозяйственных культур даже с учетом преимуществ от повышенного содержания CO<sub>2</sub> и количества осадков и даже в областях с прохладным климатом (Teixeira et al., 2013). Для тропических систем, в которых наличие влаги или экстремальная жара ограничивают длительность вегетационного периода, имеется большой потенциал для сокращения длительности вегетационного периода и его пригодности для произрастания сельскохозяйственных культур (*средняя степень достоверности, средняя степень согласия*; Jones and Thornton, 2009). Например, половина области, занятой зерновыми культурами на Индо-Гангской равнине, к 2050-м годам может стать подверженной значительному тепловому стрессу.

Имеется *высокая степень достоверности* того, что высокие температуры сокращают интенсивность питания и темпы роста животных (Thornton et al., 2009). Тепловой стресс сокращает темпы репродукции домашнего скота (Hansen, 2009), уменьшает его общую продуктивность (Henry et al., 2012), и может вызвать массовый падеж животных на пастбищах в периоды волн тепла (Polley et al., 2013). В США текущие экономические потери вследствие теплового стресса для домашнего скота оцениваются в несколько миллиардов долларов США ежегодно (St-Pierre et al., 2003).

## Ссылки

- Anderson, C.A., 2012: Climate change and violence. In: *The Encyclopedia of Peace Psychology* [Christie, D.J. (ed.)]. John Wiley & Sons/Blackwell, Chichester, UK, pp. 128-132.
- Baker, A.C., P.W. Glynn, and B. Riegl, 2008: Climate change and coral reef bleaching: an ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **80**(4), 435-471.
- Barriopedro, D., E.M. Fischer, J. Luterbacher, R.M. Trigo, and R. García-Herrera, 2011: The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, **332**(6026), 220-224.
- Beggs, P.J., 2010: Adaptation to impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **7**(8), 3006-3021.
- Coumou, D., A. Robinson, and S. Rahmstorf, 2013: Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures. *Climatic Change*, **118**(3-4), 771-782.
- Croppenstedt, A., M. Goldstein, and N. Rosas, 2013: Gender and agriculture: inefficiencies, segregation, and low productivity traps. *The World Bank Research Observer*, **28**(1), 79-109.
- Diboulo, E., A. Sie, J. Rocklöv, L. Niamba, M. Ye, C. Bagagnan, and R. Sauerborn, 2012: Weather and mortality: a 10 year retrospective analysis of the Nouna Health and Demographic Surveillance System, Burkina Faso. *Global Health Action*, **5**, 19078, doi:10.3402/gha.v5i0.19078.
- Duguy, B., S. Paula, J.G. Pausas, J.A. Alloza, T. Gimeno, and R.V. Vallejo, 2013: Effects of climate and extreme events on wildfire regime and their ecological impacts. In: *Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean, Volume 3: Case Studies* [Navarra, A. and L. Tubiana (eds.)]. Advances in Global Change Research Series: Vol. 52, Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 101-134.
- Dunne, J.P., R.J. Stouffer, and J.G. John, 2013: Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming. *Nature Climate Change*, **3**, 563-566.
- Fischer, E., K. Oleson, and D. Lawrence, 2012: Contrasting urban and rural heat stress responses to climate change. *Geophysical Research Letters*, **39**(3), L03705, doi:10.1029/2011GL050576.
- Hansen, J., M. Sato, and R. Ruedy, 2012: Perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **109**(37), E2415-E2423.
- Hansen, P.J., 2009: Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **364**(1534), 3341-3350.
- Henry, B., R. Eckard, J.B. Gaughan, and R. Hegarty, 2012: Livestock production in a changing climate: adaptation and mitigation research in Australia. *Crop and Pasture Science*, **63**(3), 191-202.
- Hoegh-Guldberg, O., P. Mumby, A. Hooten, R. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. Harvell, P. Sale, A. Edwards, and K. Caldeira, 2007: Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, **318**(5857), 1737-1742.
- Honda, Y., M. Ono, and K.L. Ebi, 2011: Adaptation to the heat-related health impact of climate change in Japan. In: *Climate Change Adaptation in Developed Nations: From Theory to Practice* [Ford, J.D. and L. Berrang-Ford (eds.)]. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 189-203.
- Hughes, T.P., S. Carpenter, J. Rockström, M. Scheffer, and B. Walker, 2013: Multiscale regime shifts and planetary boundaries. *Trends in Ecology & Evolution*, **28**(7), 389-395.
- Johnston, F.H., S.B. Henderson, Y. Chen, J.T. Randerson, M. Marlier, R.S. DeFries, P. Kinney, D.M. Bowman, and M. Brauer, 2012: Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environmental Health Perspectives*, **120**(5), 695-701.
- Jones, P.G. and P.K. Thornton, 2009: Croppers to livestock keepers: livelihood transitions to 2050 in Africa due to climate change. *Environmental Science & Policy*, **12**(4), 427-437.
- Kjellstrom, T., R. Kovats, S. Lloyd, T. Holt, and R. Tol, 2009: The direct impact of climate change on regional labor productivity. *Archives of Environmental & Occupational Health*, **64**(4), 217-227.
- Nitschke, M., G.R. Tucker, A.L. Hansen, S. Williams, Y. Zhang, and P. Bi, 2011: Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: a case-series analysis. *Environmental Health*, **10**, 42, doi:10.1186/1476-069X-10-42.
- Pechony, O. and D. Shindell, 2010: Driving forces of global wildfires over the past millennium and the forthcoming century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107**(45), 19167-19170.
- Polley, H.W., D.D. Briske, J.A. Morgan, K. Wolter, D.W. Bailey, and J.R. Brown, 2013: Climate change and North American rangelands: trends, projections, and implications. *Rangeland Ecology & Management*, **66**(5), 493-511.
- Pörtner, H.O. and R. Knust, 2007: Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science*, **315**(5808), 95-97.
- Rahmstorf, S. and D. Coumou, 2011: Increase of extreme events in a warming world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**(44), 17905-17909.
- Reichstein, M., M. Bahn, P. Ciais, D. Frank, M.D. Mahecha, S.I. Seneviratne, J. Zscheischler, C. Beer, N. Buchmann, and D.C. Frank, 2013: Climate extremes and the carbon cycle. *Nature*, **500**(7462), 287-295.
- Sherwood, S.C. and M. Huber, 2010: An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107**(21), 9552-9555.
- Smith, K.R., M. Jerrett, H.R. Anderson, R.T. Burnett, V. Stone, R. Derwent, R.W. Atkinson, A. Cohen, S.B. Shonkoff, and D. Krewski, 2010: Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: health implications of short-lived greenhouse pollutants. *The Lancet*, **374**(9707), 2091-2103.

- St-Pierre, N., B. Cobanov, and G. Schnitkey, 2003: Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, **86**, E52-E77.
- Tawatsupa, B., V. Yiengprugsawan, T. Kjellstrom, and A. Sleight, 2012: Heat stress, health and well-being: findings from a large national cohort of Thai adults. *BMJ Open*, **2(6)**, e001396, doi:10.1136/bmjopen-2012-001396.
- Teixeira, E.I., G. Fischer, H. van Velthuizen, C. Walter, and F. Ewert, 2013: Global hot-spots of heat stress on agricultural crops due to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, **170**, 206-215.
- Thornton, P., J. Van de Steeg, A. Notenbaert, and M. Herrero, 2009: The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, **101(3)**, 113-127.
- van der Leun, J.C., R.D. Piacentini, and F.R. de Gruijl, 2008: Climate change and human skin cancer. *Photochemical & Photobiological Sciences*, **7(6)**, 730-733.
- Wilhelmi, O., A. de Sherbinin, and M. Hayden, 2012: Chapter 12. Exposure to heat stress in urban environments: current status and future prospects in a changing climate. In: *Ecologies and Politics of Health* [King, B. and K. Crews (eds.)]. Routledge Press, Abingdon, UK and New York, NY, USA, pp. 219-238.
- Williams, A.P., C.D. Allen, A.K. Macalady, D. Griffin, C.A. Woodhouse, D.M. Meko, T.W. Swetnam, S.A. Rauscher, R. Seager, and H.D. Grissino-Mayer, 2013: Temperature as a potent driver of regional forest drought stress and tree mortality. *Nature Climate Change*, **3**, 292-297.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Олссон, Л., Д.Д. Чади, У. Хоеф-Гулдберг, М. Оппенгеймер, Д.Р. Потер, Г.-О. Пертнер, Д. Саттеруайт, К.Р. Смит, М. И. Травассо, П. Тшакерт, 2014: Перекрестная вставка по главам о тепловом стрессе и волнах тепла. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействие, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 127-130. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках)

## Выборка опасных явлений, ключевых уязвимостей, ключевых рисков и возникающих рисков, определенных во вкладе РГ II в Пятый оценочный доклад

Биркманн, Йоерн (Германия), Рэчел Ликер (США), Майкл Оппенгеймер (США), Максимилиано Кампос (Коста Рика), Рэчел Уоррен (СК), Джорж Лубер (США), Брайн О'Нил (США) и Кьюши Такахаши (Япония)

Нижеприведенная таблица содержит выборку опасных явлений, ключевых уязвимостей, ключевых рисков и возникающих рисков, определенных в различных главах этого доклада (главы 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30). Ключевые риски обуславливаются опасными явлениями, взаимодействующими с уязвимостью и подверженностью антропогенных систем и экосистем или биологических видов. В таблице подчеркивается комплексный характер рисков, обусловленных различными связанными с климатом опасными явлениями, неклиматическими факторами стресса и разносторонними видами уязвимости. Примеры показывают, что обуславливающие явления факторы, такие как нищета или необеспеченность прав землевладения, неустойчивая и быстрая урбанизация, другие демографические изменения, недостатки в управлении и недостаточное внимание к уменьшению рисков со стороны государства, а также пределы толерантности видов и экосистем, которые часто предоставляют важные услуги уязвимым сообществам, создают ситуацию, при которой могут возникнуть ущерб и потери, связанные с изменением климата. Таблица демонстрирует, что современные глобальные мегатренды (например, урбанизация и другие демографические изменения) в сочетании и в конкретных условиях развития (например в низменных прибрежных зонах) способны создавать новые системные риски при их взаимодействии с опасными климатическими явлениями, воздействие которых превышает имеющиеся возможности адаптации и управления рисками, особенно в регионах с высокой уязвимостью, таких как густо населенные районы в низменных дельтах. Приведен представительный набор мнений РГ I и РГ II. Полное описание методов, использованных для выбора этих позиций, смотрите в разделе 19.6.2.1.

Таблица КР-1 | Примеры опасных явлений/факторов стресса, ключевых уязвимостей, ключевых рисков и возникающих рисков

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Наземные и материковые водные системы (глава 4)	Повышение температуры воздуха, почвы и воды (разделы 4.2.4, 4.3.2, 4.3.3).	Превышение эко-физиологических климатических пределов толерантности видов (ограничение способности к противодействию и адаптации), повышение жизнеспособности чужеродных организмов.	Риск утраты естественного биоразнообразия, усиление доминирования чужеродных организмов.	Последовательная утрата естественных видов вследствие их взаимозависимостей.
		Реагирование здравоохранения на распространение чувствительных к температуре переносчиков инфекции (насекомых).	Риск появления новых и/или гораздо более сильных вредителей и вспышки патогенных болезней.	Взаимодействия между вредителями, засухой и пожарами могут привести к новым рискам и большим негативным воздействиям на экосистемы.
	Изменение сезонного хода осадков (раздел 4.3.3).	Возрастающая восприимчивость растений и экосистемных услуг вследствие несоответствия между стратегией и возможностями развития растительного мира.	Изменения функциональных типов переопыления растений, приводящие к изменению биомы с соответствующими рисками для экосистем и экосистемных услуг.	Произрастание трав, способствующих распространению пожаров, в районах с зимними дождями и образованием ими горючего материала в сухие летние сезоны.
Океанические системы (глава 6)	Рост температуры воды, усиление (термической и халинной) стратификации и закисление морской среды (раздел 6.1.1).	Превышение пределов толерантности эндемичных видов (ограничение способности к противодействию и адаптации), увеличение численности инвазивных организмов, высокая подверженность и чувствительность тепловодных коралловых рифов и соответствующих экосистемных услуг прибрежным сообществам (разделы 6.3.1, 6.4.1).	Риск потери эндемичных видов, смешивание экосистем различных типов, усиление доминирования инвазивных организмов. Растущий риск потери кораллового покрова и связанных с ним экосистем при сокращении биоразнообразия и экосистемных услуг (раздел 6.3.1).	Увеличение риска в результате взаимодействий, например, совместного воздействия закисления и потепления на известковые организмы (раздел 6.3.5).
		Могут появиться новые виды уязвимости в результате смещения продуктивных зон и диапазонов распределения биологических видов, преимущественно от низких к высоким широтам (разделы 6.3.4, 6.5.1), смещая области потенциального вылова по мере миграции видов (разделы 6.3.1, 6.5.2., 6.5.3).	Риски, связанные с неизвестной продуктивностью и услугами новых типов экосистем (раздел 6.4.1, 6.5.3).	Увеличение риска, вызванного взаимодействиями потепления, гипоксии, закисления, новых видов биотических взаимодействий (разделы 6.3.5, 6.3.6).
	Расширение зон с минимальным содержанием кислорода и прибрежных мертвых зон под влиянием стратификации и эвтрофикации (раздел 6.1.1).	Увеличение подверженности из-за превышения пределов толерантности гипоксии у крупных животных, сокращения и утраты мест обитания пелагических рыб и бентосных беспозвоночных (раздел 6.3.3).	Риск утраты крупных животных и растений, сдвигов к адаптированному к гипоксии, преимущественно микробным сообществам с пониженной биопродуктивностью (раздел 6.3.3).	Увеличение риска, вызванного расширением гипоксии в океанах, подверженных потеплению и закислению (раздел 6.3.5).
	Усиление интенсивности цветения вредоносных водорослей в прибрежных зонах, вызванное повышением температуры воды (раздел 6.4.2.3).	Рост подверженности и ограничение способности к адаптации важных экосистем и ценных услуг вследствие уже существующих многочисленных факторов стресса (разделы 6.3.5, 6.4.1).	Возрастающий риск, вызванный увеличением повторяемости цветения динофлагеллят и соответствующими потенциальными потерями и деградацией береговых экосистем и экосистемных услуг (раздел 6.4.2).	личение риска, вызванного взаимодействиями различных факторов стресса (раздел 6.3.5).
Продовольственная безопасность и системы производства продовольствия (глава 7)	Повышение средней температуры и увеличение повторяемости экстремальных температур (разделы 7.1, 7.2, 7.4, 7.5).	Восприимчивость всех элементов продовольственной системы от производства до потребления, особенно для ключевых зерновых культур.	Риск неурожаев сельскохозяйственных культур, сбоев в процессах распределения и хранения продовольствия.	Рост населения Земли до приблизительно 9 миллиардов в сочетании с повышением температуры и концентрации малых газовых составляющих, таких как озон, воздействующих на производство и качество продовольствия. Достижение верхнего температурного предела для способности некоторых продовольственных систем к адаптации.
	Экстремальные осадки и засухи (раздел 7.4).	Сельскохозяйственные культуры, пастбища и полеводство восприимчивы и чувствительны к засухе и экстремальным осадкам.	Риск неурожая сельскохозяйственных культур, риск ограничения доступа к продовольствию и ухудшению его качества.	Наводнения и засухи воздействуют на урожайность и качество сельскохозяйственных культур и непосредственно воздействуют на доступ к продовольствию в большинстве развивающихся стран.
Городские районы (глава 8)	Наводнения на материковой части суши (разделы 8.2.3, 8.2.4).	Большое количество людей подвержено наводнениям в городских районах. Особенно уязвимы жители неофициальных поселений с низким доходом и недостаточной инфраструктурой (часто расположенных в поймах или вдоль берегов рек). Это приводит к серьезным последствиям для состояния окружающей среды из-за перегруженной, устаревшей, плохо эксплуатируемой и неадекватной городской дренажной инфраструктуры и широкого распространения водонепроницаемых поверхностей. Местные правительства часто не способны или не желают обращать внимание на необходимость мер по уменьшению риска бедствий, связанных с наводнениями. Большая часть городского населения не имеет возможности получить или позволить себе жилье, которое обеспечивает защиту от наводнений, или застраховаться от них. Определенные группы более чувствительны к ухудшению здоровья от воздействий наводнений, которые могут включать повышение заболеваемости болезнями, передающимися москитами и через воду.	Риски гибели или травматизма и сбоев в функционировании средств к существованию/получения доходов, снабжения продовольствием и питьевой водой.	Во многих городских районах более крупные и более частые наводнения воздействуют на более значительные массы населения. Страхование отсутствует или воздействия достигают пределов страхового покрытия. Смещение финансовой нагрузки, связанной с менеджментом рисков, с государства на лиц, подвергающихся риску, что приводит к большому неравенству и ущербу для собственности, оставлению городских районов населением и созданию пространственных ловушек, характеризующихся высоким риском/высоким уровнем нищеты.
	Затопление прибрежных территорий (включая подъем уровня моря и штормовые нагоны) (разделы 8.1.4, 8.2.3, 8.2.4).	Большая концентрация людей, бизнеса и физических активов, включая критическую инфраструктуру, подвергающихся опасности в низменных и незащищенных прибрежных зонах. Особенно восприимчиво к этому городское население, которое не может получить или позволить себе жилье, которое защищает от наводнений, или его страховку. Местные правительства не способны или не желают обращать внимание на необходимость мер по уменьшению риска бедствий.	Риски гибели или травматизма и сбоев в функционировании средств к существованию/получения доходов, снабжения продовольствием и питьевой водой.	Ожидается, что в ближайшие три десятилетия число городских жителей увеличится еще на два миллиарда. Подъем уровня моря означает увеличение рисков со временем, к тому же в условиях высокой и, во многих случаях, возрастающей, концентрации населения и экономической активности на побережье. Страхование отсутствует или воздействия достигают пределов страхового покрытия; смещение финансовой нагрузки, связанной с менеджментом рисков, с государства на лиц, подвергающихся риску, что приводит к большому неравенству и ущербу для собственности, оставлению городских районов населением и созданию пространственных ловушек, характеризующихся высоким риском/высоким уровнем нищеты.

Таблица КР-1 (продолжение)

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Городские районы (продолжение) (глава 8)	Жара и холод (включая явление городского острова тепла) (раздел 8.2.3).	Особенно подверженным является большое и часто растущее городское население, включающее детей, старшие возрастные группы, будущих матерей, людей с хроническими заболеваниями или дефектами иммунной системы в поселениях, подверженных воздействию повышенных температур (особенно городского острова тепла) и неожиданных периодов похолодания. Неспособность местных организаций, занимающихся здравоохранением, чрезвычайными ситуациями и социальными услугами, адаптироваться к новым уровням риска и выступить с необходимыми инициативами для уязвимых групп населения.	Возрастание риска смертности и заболеваемости, включая сдвиги в режиме сезонной изменчивости и величинах концентраций из-за жарких дней с более высокими температурами и более длительными периодами с высокими температурами или из-за неожиданных холодных периодов. Избежать этих рисков часто наиболее трудно для групп населения с низкими доходами.	Продолжительность и изменчивость волн тепла повышают с течением времени риски для большинства регионов вследствие взаимодействий с многочисленными факторами стресса, такими как загрязнение воздуха.
	Недостаток воды и засуха в городских районах (разделы 8.2.3, 8.2.4)	Отсутствие водопроводов в домах сотен миллионов городских жителей. Многие городские районы подвержены недостатку воды и нерегулярному водоснабжению, при этом имеются ограничения для увеличения водоснабжения. Отсутствие технических возможностей и устойчивости управления водными ресурсами, включая связи между городом и деревней. Зависимость энергогенерирующих систем от водных ресурсов.	Риски, обусловленные ограничениями на услуги по обеспечению населения и промышленности, и имеющие социально-экономические последствия. Риск ущерба и потерь для городской экологии и ее услуг, включая городское и пригородное сельское хозяйство.	Жизнеспособность городов может быть поставлена под угрозу из-за потери или истощения ресурсов пресной воды, в том числе городов, зависимых от удаленных источников талой воды ледников или от истощающихся ресурсов грунтовых вод.
	Изменения городского метеорологического режима, приводящие к увеличению загрязнения воздуха (раздел 8.2.3)	Повышение уровней подверженности и загрязнения с наиболее серьезными воздействиями на психологически восприимчивую часть населения. Ограниченные возможности для противодействия и адаптации из-за отсутствия реализации городской администрацией законодательства о ограничении загрязнения.	Рост риска смертности и заболеваний, ухудшение качества жизни. Эти риски могут также ослабить конкурентоспособность глобальных городов в плане привлечения квалифицированной рабочей силы и инвестиций.	Комплексные и усугубляющиеся кризисы здравоохранения.
	Геогидрологические опасные явления (интрузия соленой воды, грязевые/земляные оползни, опускание почвы) (разделы 8.2.3, 8.2.4)	Особенно уязвимы местные структуры и разветвленная инфраструктура (водопровод, канализация, водостоки, линии связи, транспорт, электричество, газ). Невозможность для домохозяйств с низкими доходами переселиться в более безопасные места.	Риск ущерба для разветвленной инфраструктуры. Риск потери человеческой жизни и собственности.	Возможность крупного воздействия местного и комплексного характера. Косвенные последствия для деятельности и благосостояния в городе.
	Штормовые ветра повышенной интенсивности (разделы 8.1.4, 8.2.4)	Особенно уязвимы строения и физическая инфраструктура, возведенные с нарушением строительных норм, и услуги и функции, которые они обеспечивают. Старые и с трудом модернизируемые здания и инфраструктура в городах. Местное правительство не имеет возможности или не желает обращать внимание на сокращение рисков бедствий (ограниченный потенциал для противодействия рискам и осуществления адаптации).	Риск ущерба для жилья, бизнеса и общественной инфраструктуры. Риск потерь функций и услуг. Проблемы с восстановлением, особенно в тех случаях, когда отсутствует страхование.	Проблемы для отдельных лиц, коммерческих предприятий и государственных агентств в случае, когда расходы на переоборудование велики и средства для инвестиций используются в других секторах или интересах; потенциальное противоречие между инвестированием в развитие и в уменьшение риска бедствий.
	Изменение характера опасных явлений, включая новые опасные явления и новые комплексы многих опасных явлений (разделы 8.1.4, 8.2.4)	Увеличение количества подверженных риску групп населения и инфраструктуры, особенно имеющих ограниченную возможность прогнозировать риски многих опасных явлений и в случаях, когда потенциал сокращения рисков ограничен, например когда планирование менеджмента рисков ориентировано на конкретное опасное явление, включая случаи, когда при предварительном проектировании физической инфраструктуры были предусмотрены другие риски (например, геофизические, а не гидрометеорологические).	Риски отказов в совмещенных системах, например зависимость систем водоотведения от работы электрических насосов, зависимость аварийных служб от дорог и работы систем связи. Возможность психологического шока от возникновения неожиданных рисков.	Потеря доверия к учреждениям, осуществляющим деятельность по менеджменту рисков. Возможность экстремальных воздействий, усиливающих из-за неподготовленности и отсутствия потенциала для реагирования.
	Сложные, медленно развивающиеся опасные явления, включая рост температуры и изменчивость температуры и водных ресурсов (разделы 8.2.2, 8.2.4)	Особенно уязвимы большие группы городского населения в странах с низким и средним доходом, в которых средства к существованию и обеспечение продовольствием зависят от городского и пригородного сельского хозяйства.	Риск ухудшения или деградации почв и потенциала водосбора, заготовки древесного топлива, городского и пригородного сельского хозяйства и других производственных и защитных экосистемных услуг. Риск косвенных воздействий на городские и пригородные средства существования и городское здравоохранение.	Разрушение пригородной экономики и экосистемных услуг с последующими последствиями для продовольственной безопасности городов, предоставления услуг и уменьшения риска бедствий.
	Вызванная или усиленная изменением климата опасность увеличения заболеваемости и подверженности переносчикам болезней (разделы 8.2.3, 8.2.4).	Большая часть городского населения подвержена болезням, передаваемым через пищу и воду, а также малярии, лихорадке денге и другим вызванным переносчиками инфекции заболеваниям, на которые влияет изменение климата.	Риск, вызванный ростом подверженности этим болезням.	Отсутствие у государственной системы здравоохранения возможности противодействия этим рискам для здоровья одновременно с противодействием другим рискам, связанным с климатом, таким как наводнения.
Сельские районы (глава 9)	Засуха в пастбищных районах (разделы 9.3.3.1, 9.3.5.2).	Повышенная уязвимость в результате вторжения в пастбищные угодья, неправильной земельной политики, ошибочного восприятия пастбищных средств к существованию и их уничтожения, конфликта из-за природных ресурсов, при этом все эти факторы объясняются удаленностью территорий и отсутствием права голоса.	Риск голода. Риск потери доходов от торговли скотом.	Повышенные риски для сельских средств к существованию, вызванные болезнями скота в пастбищных районах, в сочетании с прямыми воздействиями засухи.
	Воздействия изменения климата на кустарное рыболовство (разделы 9.3.3.1, 9.3.5.2).	Кустарное рыболовство находится под воздействием загрязнения и исчезновения мангровых зарослей, конкуренции со стороны сельского хозяйства и невнимания к этому сектору со стороны правительств и исследователей, а также сложных прав собственности.	Риск экономических потерь для рыбаков-кустарей из-за сокращающихся уловов и доходов и ущерба для орудий лова и рыболовной инфраструктуры.	Сокращение протеина в питании людей, потребляющих рыбу, пойманную кустарями, в сочетании с другими рисками, связанными с климатом.

Продолжение на следующей стр. →

Таблица КР-1 (продолжение)

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Сельские районы (продолжение)  (глава 9)	Нехватка воды и засуха в сельских районах (раздел 9.3.5.1.1).	Сельское население лишено доступа к питьевой воде и воде для полива. Высокая степень зависимости сельского населения от деятельности, связанной с естественными ресурсами. Отсутствие потенциала и устойчивости режимов управления водными ресурсами (вызванные институциональными механизмами). Увеличение спроса на воду в результате роста населения.	Риск сокращения продуктивности сельского хозяйства, ведущегося сельским населением, включая зависящее от осадков и поливное земледелие или высокопродуктивные сорта, лесное хозяйство и промысел рыбы во внутренних водах. Ухудшение условий питания в домохозяйствах (раздел 9.3.5.1).	Воздействия на средства к существованию, вызванные взаимодействием с другими факторами (учреждения для менеджмента водных ресурсов, потребности в воде, потребляющими воду непитьевыми культурами), включая потенциальные конфликты из-за доступа к воде. Связанные с водой болезни.
Здоровье человека  (глава 11)	Повышение повторяемости и интенсивности экстремальной жары.	Люди преклонного возраста, проживающие в городах, наиболее подвержены воздействию жарких дней и волн тепла, также как и люди с имевшимися ранее проблемами здоровья (раздел 11.3).	Риск увеличения смертности и заболеваемости в периоды жарких дней и волн тепла (раздел 11.4.1). Риск смертности, заболеваемости и потерь в производительности труда, особенно среди работников физического труда.	Согласно перспективным оценкам, число пожилых людей увеличится втрое между 2010 и 2050 гг. В результате этого органы здравоохранения и службы по чрезвычайным ситуациям могут оказаться перегруженными работой.
	Повышение температуры, усиление изменчивости осадков.	Более бедные слои населения особенно подвержены обусловленным климатом сокращениям урожайности местных культур. Отсутствие продовольственной безопасности может привести к недостаточному питанию. Особенно уязвимыми являются дети (раздел 11.3).	Риск увеличения масштабов заболеваемости и обострения проблемы отсутствия продовольственной безопасности для конкретных групп населения. Увеличение риска того, что прогресс в уменьшении смертности и заболеваемости, вызванных недостатком питания, может замедлиться или обратиться вспять.	Совокупные эффекты воздействий климата, роста населения, прекращения роста производства, спроса на землю для животноводства, производства биотоплива, постоянного неравенства и продолжающегося отсутствия продовольственной безопасности для бедных слоев населения.
	Повышение температуры, изменение режимов осадков.	Не имеющие иммунитета группы населения, подверженные болезням, передающимся через воду и переносчиков инфекции, которые чувствительны к метеорологическим условиям (раздел 11.3).	Повышение рисков для здоровья вследствие меняющегося пространственного и временного распределения болезней создает трудности для систем общественного здравоохранения, особенно если это происходит одновременно с экономическим спадом (раздел 11.5.1).	Быстрое изменение климата и другие изменения в окружающей среде могут способствовать появлению новых возбудителей болезней.
	Повышение изменчивости осадков.	Лица, подверженные диарее, осложненной высокой температурой, и необычно большое или малое количество осадков (раздел 11.3).	Риск того, что будет поставлен под угрозу достигнутый к настоящему времени прогресс в области уменьшения детской смертности от желудочно-кишечных заболеваний.	Увеличение повторяемости сбоев в инфраструктуре водоснабжения и канализации, вызванное изменением климата и приводящее к повышению риска диареи.
Средства к существованию и бедность  (глава 13)	Увеличивающаяся повторяемость и интенсивность засух, сочетающаяся с уменьшением количества осадков и/или увеличивающейся степенью непредсказуемости осадков (разделы 13.2.1.2, 13.2.1.4, 13.2.2.2).	Фермеры с низким доходом (большая или постоянная бедность), особенно на засушливых землях, восприимчивы к этим опасностям, поскольку они располагают очень слабыми возможностями компенсировать потери в зависящих от воды системах земледелия и/или животноводства.	Риск невосполнимого вреда вследствие меняющегося промежутка времени на восстановление между засухами, приближающийся переломный момент при богарном земледелии и/или пастбищном скотоводстве.	Деградация средств к существованию, попадающих в «ловушки бедности», усиление трудностей, связанных с отсутствием продовольственной безопасности, уменьшение продуктивности земледелия, исход населения и появление новых бедных слоев городского населения в странах с низким уровнем дохода (СНУД) и странах со средним уровнем дохода (ССУД).
	Наводнения и внезапные паводки в неформальных городских поселениях и горных районах, разрушающие физические активы (например, дома, дороги, террасы, оросительные каналы) (разделы 13.2.1.1, 13.2.1.3, 13.2.1.4).	Высокая подверженность и восприимчивость населения, особенно детей и людей пожилого возраста, а также инвалидов в районах, подверженных наводнениям. Неадекватная инфраструктура, обусловленные культурными особенностями гендерные роли и ограниченная возможность преодолеть проблемы и адаптироваться вследствие политической или институциональной маргинализации, а также глубокая бедность усиливают дополнительную восприимчивость этих людей в неформальных городских поселениях; ограниченный интерес политиков к развитию и наращиванию адаптивной способности.	Риск высокой смертности и заболеваемости вследствие наводнений и внезапных паводков. Факторы, которые еще более увеличивают риск, могут включать переход от временной к хронической бедности вследствие сокращения людских и экономических активов (например, рынка труда) и экономических потерь из-за ущерба инфраструктуре.	Усиление неравенства между более материально обеспеченными домохозяйствами, способными инвестировать в мероприятия по регулированию паводков и/или страхование, и все более уязвимыми группами населения, подверженными лишению собственности, сокращению средств к существованию и переселению.
	Усиление изменчивости осадков; сдвиги в средних климатических значениях и характеристиках экстремальных явлений (раздел 13.2.1.1, 13.2.1.4).	Ограниченная способность к преодолению проблем вследствие нарушения социальных связей, особенно среди пожилых людей и домохозяйств, главами которых являются женщины; мобилизация трудовых и продовольственных ресурсов более невозможна.	Опасные явления сочетаются с уязвимостью к сдвигу от временной к хронической бедности населения из-за постоянной и необратимой социально-экономической и политической маргинализации. Кроме того, риск возрастает вследствие отсутствия государственной поддержки, а также ограниченной эффективности возможных вариантов реагирования.	Возрастающие, хотя и пока невидимые, многофакторная уязвимость и лишения в случае сочетания опасных климатических явлений и социально-экономических факторов стресса.
	Следующие друг за другом и экстремальные явления (наводнения, засухи) совместно с повышением температур и ростом спроса на воду (разделы 13.2.1.1, 13.2.1.5).	С учетом политических и экономических приоритетов (например, в Австралии, Андах, Гималаях, на Карибских островах) особенно восприимчивы сельские общины вследствие предоставления преимуществ городским пользователям за счет сельских пользователей.	Риск потери сельских средств к существованию, огромные экономические потери в сельском хозяйстве и причинение ущерба культурным ценностям и идентичности; воздействия на психическое здоровье (включая возрастную частоту самоубийств).	Потери сельских средств к существованию, которые существовали в течение многих поколений, возросшая миграция в городские районы; появление новых бедных в СНУД и ССУД.
	Подъем уровня моря (разделы 13.1.4, 13.2.1.1, 13.2.2.1, 13.2.2.3)	Большое количество людей, подверженных опасности в низменных районах, при одновременно существующей высокой восприимчивости вследствие многофакторной бедности, ограниченных возможностей для бедных домохозяйств в получении альтернативных средств к существованию и исключения из институциональных структур, принимающих решения.	Риск большого ущерба и потери средств к существованию. Потенциальная потеря ресурсов, находящихся в коллективной собственности; утрата чувства места, принадлежности и самобытности, особенно среди коренных народов.	Потеря средств к существованию и риски для психического здоровья вследствие радикального изменения ландшафта, исчезновения естественных ресурсов и потенциального изменения места жительства, включая миграцию.
	Повышение температуры и волны тепла (разделы 13.2.1.5, 13.2.2.3, 13.2.2.4)	Особенно восприимчивы наемные сельскохозяйственные рабочие, мелкие фермеры в районах с многофакторной бедностью и экономической маргинализацией, дети в городских трущобах и пожилые люди.	Риск роста смертности и заболеваемости вследствие теплового стресса среди работников мужского и женского пола, детей и пожилых людей, ограниченные возможности защиты из-за социально-экономической дискриминации и неадекватности государственных мер реагирования.	Сокращение трудовых ресурсов в сельском хозяйстве, сочетающиеся с новыми проблемами для сельских систем медицинского обслуживания в СНУД и ССУД; подверженные риску группы стареющего населения и группы населения с низкими доходами, не имеющие социальной защиты, в странах с высоким уровнем дохода (СВУД).

Таблица КР-1 (продолжение)

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Средства к существованию и бедность (продолжение) (глава 13)	Увеличение изменчивости осадков и/или экстремальных явлений (наводнений, засух, волн тепла) (разделы 13.3.1.1, 13.2.1.3, 13.2.1.4, 13.2.1.5).	Люди, в большой мере зависящие от богарного земледелия, особенно подвергаются риску. Устойчивая бедность среди фермеров, ведущих натуральное хозяйство, и городских наемных рабочих, которые преимущественно покупают продукты питания, при ограниченном наборе механизмов для преодоления проблем.	Риск неурожа, всплеск цен на продукты питания, сокращение потребления для защиты активов домовладений, риск отсутствия продовольственной безопасности, сдвиг от временной к хронической бедности вследствие ограниченной возможности уменьшения рисков.	Голодные бунты, детское недоедание, глобальные продовольственные кризисы, ограничение на страхование и другие виды стратегий распределения рисков.
	Изменение режимов осадков (во времени и пространстве).	Домохозяйства или люди с высокой степенью зависимости от богарного земледелия и плохой доступ к альтернативным источникам доходов.	Риск неурожаев, недостатка продовольствия, сильного голода.	Совпадение опасных явлений с периодами высоких мировых цен на продовольствие приводит к риску провала стратегий преодоления проблем и адапционным механизмам, таким как страхование посевов (распределение рисков).
	Фактор стресса от быстро растущего спроса (и цен) на сырье для биотоплива вследствие климатической политики.	Фермеры и группы, которые имеют неоднозначные и/или негарантированные права на землевладение, подвержены угрозе потери собственности на земельные участки вследствие захвата земли в развивающихся странах.	Риск причинения ущерба и потеря средств существования для некоторых сельских жителей вследствие быстрого роста спроса на сырье для биотоплива и негарантированного права на землевладение и захвата земель.	Образование больших групп безземельных фермеров, неспособных прокормить себя. Социальная нестабильность из-за несоответствия между интенсивным производством энергии и незначительным производством продовольствия.
	Увеличение повторяемости экстремальных явлений (засухи, наводнения), например, если соотношение засухи/наводн от 1:20 лет до 1:5 лет.	Риску ущерба производственным активам (например, стада домашнего скота, дамбы, ограды, террасы) подвергаются люди, занимающиеся пастбищным животноводством, и мелкие фермеры.	Риск потери средств к существованию и ущерб из-за сокращения времени на восстановление между экстремальными явлениями. Пополнение поголовья в животноводстве после засухи может занять несколько лет; при террасном земледелии необходимо восстановить террасы после наводнения, что может занять несколько лет.	Провал стратегий противодействия проблемам с риском потери средств к существованию. Механизмы адаптации, такие как страхование, не работают вследствие увеличения числа страховых исков.
Возникающие риски и ключевые уязвимости (глава 19)	Потепление и засушливость (изменение осадков на неопределенную величину) (ТР 5.3 ОД5 РГ I; РП; разделы 11.3, 12.4).	Ограничение способности преодолевать проблемы, вызванные уменьшением имеющихся водных ресурсов, повышением степени подверженности и спроса вследствие роста населения; конфликтующие потребности различных водопользователей; социально-культурные ограничения для некоторых вариантов адаптации (разделы 19.2.2, 19.3.2.2, 19.6.1.1, 19.6.3.4).	Риск причинения ущерба и потерь вследствие деградации средств к существованию из-за систематических ограничений в использовании водных ресурсов, что ведет к падению предложения гораздо ниже уровня спроса. Кроме того, риск причинения ущерба и потерь увеличивается за счет ограниченного набора вариантов мер по преодолению проблем и адаптации (разделы 19.3.2.2, 19.6.3.4).	Конкуренция за водные ресурсы между различными секторами (например, энергетикой, сельским хозяйством, промышленностью) взаимодействует с изменением климата и формирует локальную острую нехватку воды (разделы 19.3.2.2, 19.6.3.4).
	Изменения региональной и сезонной температуры и осадков над сушей (ТР 5.3 ОД5 РГ I; РП; разделы 11.3, 12.4).	Сообщества, испытывающие серьезную зависимость от экосистемных услуг (разделы 19.2.2.1, 19.3.2.1), на которые оказывается негативное воздействие региональных и сезонных изменений температуры.	Риск крупномасштабной потери богатства видов на большей части глобальной поверхности суши. Ожидается, что к 2080-м годам 57 ± 6 % широко распространенных и обычных видов растений и 34 ± 7 % широко распространенных и обычных видов животных потеряют ≥50 % своих нынешних климатических ареалов обитания, что приведет к потере экологических услуг (раздел 19.3.2.1).	Крупномасштабные потери экосистемных услуг, включая: снабжение, например продовольствием и водой; регулирование, например регулирование климата и борьба с болезнями; поддержка, например круговорот питательных веществ и опыление сельскохозяйственных посевов; и культурные услуги, например, духовная и рекреационная польза (разделы 19.3.2.1, 19.6.3.4).
Африка (глава 22)	Повышение температуры	Дети, беременные женщины и лица с плохим здоровьем находятся под особым риском вследствие связанных с температурой изменений в распространении желудочно-кишечных и трансмиссивных болезней и из-за связанного с температурой снижения урожайности культур. Лица, работающие вне помещений, пожилые люди и дети младшего возраста наиболее чувствительны к высокой температуре и волнам тепла (разделы 22.3.5.2, 22.3.5.4).	Риск изменений в географическом распределении, сезонной изменчивости и частоте возникновения инфекционных болезней, приводящих к увеличению нагрузки на здоровье. Риск увеличения нагрузок, связанных с прекращением роста у детей. Риск увеличения смертности и заболеваемости в жаркие дни и в периоды волн тепла.	Взаимодействие факторов ведет к появлению и повторению эпидемий.
		Население зависит от водных систем и их экологических услуг, чувствительных к росту температуры воды.	Утрата водных экосистем и риски для людей, которые могут зависеть от этих ресурсов; сокращение выхода пресноводной рыбной продукции (разделы 22.3.2.2, 22.3.4.4).	Риск потери средств к существованию вследствие взаимодействия утраты экосистемных услуг и других связанных с климатом факторов стресса для бедных сообществ.
		Сельское и городское население, чья продовольственная безопасность и безопасность средств к существованию понижены.	Риск причинения ущерба и потерь вследствие повышенного теплового стресса для сельскохозяйственных культур и домашнего скота, в результате чего уменьшается продуктивность и увеличиваются потери при хранении продуктов, вызванные их порчей (разделы 22.3.4.1, 22.3.4.2).	Расширение ареала сельскохозяйственных вредителей и болезней на высокогорные агроэкосистемы (раздел 22.3.4.3).
	Экстремальные явления, например, наводнения и внезапные паводки (и засуха).	Группы населения, проживающие в неофициальных поселениях в городских районах, в большой степени подверженных экстремальным явлениям; женщины и дети часто оказываются наиболее уязвимыми к стихийным бедствиям (раздел 22.3.6, 22.4.3).	Повышенный риск смертности, ущерба и потерь вследствие затопления, вызванного ливневыми осадками.	Смешанный риск эпидемий, включая желудочно-кишечные болезни (например, холера).
	Подверженными группами являются те, которые испытывают ограниченный доступ к продовольствию в результате ограниченной возможности перевозить, хранить и сбывать продовольствие, как, например, бедные слои городского населения.	Риск возникновения нехватки продовольствия и ущерба продовольственной системе вследствие штормов и наводнений.	Всплески цен на продовольствие вследствие совпадения климатических и неклиматических факторов, которые ограничивают доступ к продовольствию для бедных слоев населения, чей доход в непропорционально большой степени расходуется на продовольствие (раздел 22.3.4.5).	
	Дети, беременные женщины и люди с ослабленным здоровьем особенно уязвимы при ограниченном доступе к безопасной воде и улучшенной санитарии и усиливающемуся ограничению продовольственной безопасности (разделы 22.3.5.2, 22.3.5.3).	Риск гибели урожая и скота в результате засухи. Риск ухудшения водоснабжения и качества воды для использования домохозяйствами (разделы 22.3.4.1, 22.3.4.2). Риск повышения частоты возникновения болезней, передаваемых через пищу и воду (например, холера), и недостаточного питания. Риск загрязнения питьевой воды вследствие сильных осадков и наводнений (раздел 22.3.5.2).	Совместные воздействия высокой температуры и изменения количества осадков на антропогенные и природные системы. Повышение количества случаев замедления роста у детей (раздел 22.3.5.3).	

Продолжение на следующей стр. →

Таблица КР-1 (продолжение)

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Европа (глава 23)	Экстремальные явления погоды (раздел 23.9).	Особенно восприимчивыми являются сектор а с ограниченной способностью преодолевать проблемы и адаптироваться, а также с высокой чувствительностью к этим экстремальным явлениям, такие как транспорт, энергетика и здравоохранение.	Риск возникновения новых систематических угроз вследствие давления на многие и связанные друг с другом сектора. Риск сбоев в предоставлении услуг одним или несколькими секторами экономики.	Непропорциональное увеличение риска вследствие усиления взаимозависимостей.
	Изменения климата расширяет пространственное распространение и сезонные проявления вредителей и болезней (разделы 23.4.1, 23.4.3, 23.4.4).	Высокая степень чувствительности растений и животных, подвергающихся воздействию вредителей и болезней.	Риск увеличения потерь урожая и болезней животных и даже падежа скота.	Возрастание риска вследствие ограниченного набора вариантов реагирования и различных процессов с обратной связью в сельском хозяйстве, например использование пестицидов и антибиотиков для защиты растений и скота усиливает сопротивляемость переносчиков болезней.
	Экстремальные явления погоды и сокращение водных ресурсов вследствие изменения климата (раздел 23.3.4).	Низкая адаптивная способность энергосистем может привести к ограничениям в энергоснабжении, а также к более высокой стоимости энергообеспечения в период таких экстремальных явлений и условий.	Повышение риска нехватки электроэнергии вследствие ограничений в энергообеспечении, например атомными электростанциями вследствие недостатка воды на охлаждение в периоды теплового стресса.	Хронический недостаток инвестиций в адаптивные энергосистемы может увеличить риск несоответствия между ограниченными энергообеспечением в периоды таких явлений и ростом спроса на нее, например во время волн тепла.
Азия (глава 24)	Повышение средних температур и увеличение повторяемости экстремальных температур, а также изменение режима осадков (во времени и пространстве).	Очень восприимчивы продовольственные системы и системы производства продуктов в части ключевых зерновых культур, особенно системы производства риса и других зерновых культур (раздел 24.4.4.3).	Риск неурожаев и сокращения урожайности также могут увеличить риск значительного ущерба для фермеров и сельской экономики (раздел 24.4.4.3).	Рост населения Азии вместе с повышением температуры воздействуют на производство продовольствия. Возможно достижение верхнего предела температурного диапазона, в котором некоторые продовольственные системы способны адаптироваться.
	Подъем уровня моря.	Особенно восприимчивы орошаемые рисовые поля и фермерские угодья вблизи побережья (раздел 24.4.4.3)	Риск потери пахотных земель вследствие затопления (раздел 24.4.4.3)	Миграция фермерских общин в более возвышенные районы влечет за собой риск для мигрантов и принимающих их районов.
	Ожидаемое по перспективным оценкам увеличение повторяемости различных экстремальных явлений (волн тепла, наводнений и засух) и повышение уровня моря.	Увеличение подверженности вследствие концентрации источников существования и собственности в прибрежных мегагородах. Особенно чувствительно население в районах, недостаточно защищенных от опасных природных явлений.	Риск потери жизни и активов вследствие наводнений в прибрежной зоне, сопровождающийся ростом различных видов уязвимости.	Ожидаемое по перспективным оценкам увеличение числа случаев сбоев в предоставлении базовых услуг, таких как водоснабжение, обеспечение санитарных условий, энергоснабжение и перевозки, которые сами по себе способны увеличить уязвимость.
Австралия (глава 25)	Повышение приземной температуры и температуры поверхности моря, тенденции к повышению засушливости, уменьшение снежного покрова, рост интенсивности мощных циклонов, закисление океана (раздел 25.2; таблица 25-1; рисунок 25-4; ОД5 РГ I, глава 14 и Атлас).	Особенно подвержены виды, живущие в ограниченном диапазоне климатических условий и страдающие от фрагментации мест обитания, а также от внешних факторов стресса (загрязнение, сток, рыболовство, туризм, хищники-вселенцы и вредители) (разделы 25.6.1, 25.6.2).	Риск существенного изменения состава и структуры сообществ коралловых рифов и горных экосистем и риск потери некоторых местных видов в Австралии (разделы 25.6.1, 25.6.2, 25.10.2).	Увеличение риска, вызванного многокомпонентными экстремальными явлениями во времени и пространстве и совокупными потребностями в адаптации, причем меры по восстановлению и сокращению риска дополнительно затруднены воздействиями и реакцией со стороны правительственных структур различных уровней (разделы 25.10.2, 25.10.3; вставка 25-9).
	Увеличение экстремальных осадков, связанное с риском наводнений во многих районах (раздел 25.2; таблица 25-1).	Недостаточная адаптация существующей инфраструктуры и населенных пунктов к существующему риску наводнений; расширение и уплотнение городских районов; эффективная адаптация включает трансформационные изменения, такие как контроль за землепользованием и отступление с затопляемой территории (разделы 25.3, 25.10.2; вставка 25-8).	Увеличение повторяемости и интенсивности ущерба инфраструктуре и поселениям от наводнений в Австралии и Новой Зеландии (вставка 25-8; раздел 25.10.2)	
	Продолжающееся повышение уровня моря, причем перспективные оценки предсказывают увеличение диапазона роста и его продолжение после 2100 г., даже при сценариях смягчения последствий (раздел 25.2; вставка 25-1; глава 13 ОД5 РГ I).	Сильно уязвимы высокозатратная береговая инфраструктура, рассчитанная на длительный период эксплуатации, и экосистемы в низменных районах. Перемещение прибрежного населения и активов в береговые зоны увеличивает степень подверженности. Противоречивые приоритеты ограничивают набор вариантов адаптации и стратегии эффективного реагирования ( 25.3, вставка 25-1).	Увеличение рисков для береговой инфраструктуры и экосистем в низменных районах в Австралии и Новой Зеландии с крупномасштабными потерями при достижении верхнего предела прогнозируемых диапазонов (вставка 25-1; разделы 25.6.1, 25.6.2, 25.10.2).	
Северная Америка (глава 26)	Увеличение повторяемости и/или интенсивности экстремальных явлений, таких как сильные осадки, речные паводки и затопление побережья, волны тепла и засухи (разделы 26.2.2, 26.3.1, 26.8.1).	Особенно восприимчива физическая инфраструктура в городских районах, находящаяся в запущенном состоянии. Кроме того, в результате увеличения разрыва в доходах и ограниченных институциональных возможностей, большая часть людей может быть подвержена этим видам стресса вследствие ограниченных экономических ресурсов (разделы 26.7, 26.8.2).	Риск ущерба и потерь в городских районах, особенно расположенных вблизи побережий и на засушливых ландшафтах, вследствие повышения уязвимости социальных групп, физических систем и институционального устройства в сочетании с усилением экстремальных метеорологических явлений (раздел 26.8.1).	Неспособность уменьшить уязвимость во многих районах приводит к увеличению риска в большей степени, чем изменение физических характеристик опасных явлений (раздел 26.8.3).
	Повышение температуры, сокращение стока и уменьшение влагосодержания почвы вследствие изменения климата (разделы 26.2, 26.3).	Уязвимость мелких сельских землевладельцев, особенно в сельском хозяйстве Мексики, и бедных слоев населения в сельских поселениях (разделы 26.5, 26.8.2.2).	Риск роста потерь и сокращения сельскохозяйственного производства. Риск отсутствия продовольственной безопасности и безопасности рынка труда для мелких землевладельцев и социальных групп в регионах, подверженных этим явлениям (разделы 26.5, 26.8.2.2).	Увеличивающийся риск социальной нестабильности и местного нарушения экономической деятельности вследствие внутренней миграции (разделы 26.2.1, 26.8.3).

Продолжение на следующей стр. →

Таблица КР-1 (продолжение)

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Северная Америка (продолжение) (глава 26)	Стихийные пожары и условия засухи (вставка 2-26)	Группы коренного населения, жители с низкими доходами в пригородных районах и лесные системы (вставка 2-26; раздел 26.8.2)	Риск потери экосистемами своей целостности, потери собственности, заболеваний и смертности населения вследствие стихийных пожаров (вставка 3-26, раздел 26.8.3)	
	Явления экстремальных штормов и жары, загрязнения воздуха, пыльца и инфекционные заболевания (раздел 26.6.1)	Восприимчивость отдельных лиц определяется такими факторами, как экономический статус, имеющиеся заболевания, возраст и доступ к активам (раздел 26.6.1)	Увеличивающийся риск смертности и заболеваемости населения, связанных с экстремальной температурой, штормами, распространением пыльцы, инфекциями (раздел 26.6.2)	
	Речные паводки и затопление побережья и подъем уровня моря (разделы ,26.4.2 ,26.2.2 26.8.1)	Увеличение подверженности населения, собственности, а также экосистем, частично в результате переполнения дренажных систем. Особенно восприимчивы к воздействию группы и сектора экономики, которые сильно зависят от функционирования различных каналов снабжения, учреждения общественного здравоохранения, работа которых может быть нарушена, и группы, имеющие ограниченные возможности преодолевать трудности, связанные с приостановкой и нарушением функционирования источников средств к существованию (раздел 26.8.1 ,26.7)	Риск ущерба собственности, нарушения функционирования каналов снабжения, ухудшения общественного здравоохранения и качества воды, нарушения функционирования экосистем, ущерба инфраструктуре и нарушения функционирования социальной системы из-за наводнения в городах в результате речных паводков и затопления побережья и переполнения дренажных сетей (разделы ,26.4.2 26.8.1)	Множество рисков, вызванных воздействием опасных явлений на источники средств к существованию населения, инфраструктуру и услуги (раздел 26.8.3 ,26.7)
Центральная и Южная Америка (глава 27)	Сокращение водных ресурсов в полузасушливых регионах и регионах, зависящих от талой воды ледников; наводнения в городских районах вследствие экстремальных осадков (раздел 27.3.3 ,27.2.1)	Особенно уязвимы группы населения, которые не могут более получать средства к существованию за счет сельского хозяйства и вынуждены мигрировать. Ограниченные инфраструктура и возможность планирования могут дополнительно усилить последствия отсутствие способности преодоления проблем и адаптироваться к ожидающимся быстрым изменениям (осадков), особенно в больших городах.	Риск потери людских жизней, средств к существованию и собственности	Рост инфекционных заболеваний. Воздействия на экономику вызванные перемещением населения
	Закисление и потепление океана (раздел 27.3.3; вставка ПВ-30)	Чувствительность систем коралловых рифов к закислению и потеплению океана	Риск потери биоразнообразия (видов) и риск сокращения рыбопромысловых мощностей с соответствующим воздействием на источники существования на побережье	Экономические потери и воздействие на производство продовольствия (рыболовство) в некоторых регионах
	Экстремальные засухи/осадки (разделы 27.2.1, 27.3.4)	Повышенная концентрация CO <sub>2</sub> в атмосфере уменьшает содержание биогенных веществ в растениях, особенно азота, по отношению к углероду в пищевых продуктах.	Риск потери производства (продовольствия) и продуктивности в некоторых регионах, где могут происходить экстремальные явления. Необходимость изменения пищевого рациона вследствие ухудшения качества продовольствия экосистем, меньшее количество протеина из-за более низкой усвояемости азота). Сокращение производства биоэнергии.	Значительные воздействия на экономику, связанные с необходимостью переноса посевов культур в более подходящие регионы. Далеко идущие последствия (связанные с качеством продовольствия), вызванные интенсивным экспортом продовольствия из региона. Воздействия на энергосистему и выбросы углерода с вытекающим отсюда ростом потребности в ископаемом топливе.
	Повышение температуры и влажности приводит к распространению трансмиссивных болезней по широте и долготе (раздел 27.3.7)	Население подвержено и уязвимо со стороны трансмиссивных болезней и увеличения способности кровососущих комаров к нападению, что увеличивает вероятность инфицирования населения.	Риск увеличения заболеваемости и количества лет жизни с поправкой на инвалидность (ГЖПИ); риск потери человеческих жизней; риск уменьшения эффективности процесса обучения и производительности труда	Значительные воздействия на экономику за счет необходимости увеличения финансирования программ в области здравоохранения, а также расходов на покрытие ГЖПИ, необходимости расширения больницы и медицинской инфраструктуры, требующейся для того, чтобы справиться с растущей заболеваемостью и распространением болезней на новые регионы
Полярные регионы (глава 28)	Сокращение площади многолетнего льда и пространственной протяженности морского льда в летний сезон (разделы 28.2.5, 28.4.1 ,28.3.2)	Коренные общины, традиционные средства к существованию которых зависят от состояния морского льда, уязвимы к этой опасности, особенно вследствие сокращения количества плавающего льда в качестве платформы для размножения и нагула морских млекопитающих.	Риск утраты для традиционных источников существования и источников продовольствия.	Сдвиги в пищевых сетях сверху вниз
		Экосистемы уязвимы вследствие сдвигов в распространении и временной изменчивости периодов цветения связанных со льдом водорослей и океанского фитопланктона.	Риск нарушения синхронизации времени наступления пика в индивидуальном развитии зоопланктона и доступности добычи. Рост изменчивости вторичной продукции при приспособлении зоопланктона к сдвигам во временной эволюции. Кроме того, риск для локальных морских пищевых сетей.	Сдвиги в пищевых цепях снизу вверх. Потенциальные изменения во взаимодействии пелагических и бентосных видов
	Закисление океана (разделы 28.3.2 ,28.2.2)	Превышены пределы переносимости эндемичных видов. Воздействие на формирование внешнего скелета для некоторых видов и изменение физиологических и поведенческих характеристик в период личиночного развития.	Локальные потери эндемичных видов, локальное воздействие на пищевые сети в море	Локальное снижение уловов в коммерческом рыболовстве. Локальное уменьшение численности рыб, моллюсков, морских птиц и морских млекопитающих
	Сдвиги границ морских экологических районов вследствие повышения температуры воды, изменений толщины слоя перемешивания, изменения в распространении и скорости морских течений (раздел ,28.2.2 28.3.2)	Особенно уязвимы морские организмы, чувствительные к пространственным сдвигам.	Риск изменений структуры и функций морских систем и потенциальная угроза вторжения инвазивных видов	Споры вокруг международного рыболовства и совместно эксплуатируемых рыбных ресурсов



Продолжение на следующей стр. →

Таблица КР-1 (продолжение)

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Полярные регионы (продолжение) (глава 28)	Сокращение морского ледяного покрова, изменения временного режима залегаания и состояния снега и льда, уменьшение степени предсказуемости погоды (разделы 28.1, 28.4.1)	Многие традиционные источники продовольствия (особенно для коренных народов), такие как арктические морские и наземные млекопитающие, рыбы и водоплавающие птицы. Многие традиционные источники существования восприимчивы к этим опасным явлениям.	Риск утраты местообитаний и изменения в режиме миграций морских видов	Возрастание риска для продовольственной безопасности и основных продуктов питания (особенно для коренных народов) из-за потери необходимых для жизни продуктов питания и увеличение риска для здоровья и безопасности охотников, оленеводов и рыбаков в изменяющихся ледовых условиях
	Возросшее число речных паводков и затоплений побережья (разделы 28.2.4, 28.3.1, 28.3.4)	Воздействию подвержены общины, проживающие в сельских и отдаленных районах. Подверженность и ограниченная способность преодолевать проблемы с водоснабжением общин вследствие потенциального ущерба для инфраструктуры	Ущерб инфраструктуре общин и общественного здравоохранения, имеющий результатом болезни от загрязнения и интрузий морской воды	Понижение качества и количества воды может иметь результатом увеличение скорости распространения инфекций, числа случаев госпитализации, возникновение других медицинских проблем.
	Экстремальная и быстро изменяющаяся погода, экстремальные явления погоды и интенсивные осадки, быстрое таяние снега и льда, изменение характеристик рек и ледовых условий в морях, таяние многолетней мерзлоты (раздел 28.2.4)	Особенно уязвимо население, существующее за счет кочевого образа жизни, охоты, выпаса скота и рыболовства, например, коренные народы в отдаленных и изолированных общинах.	Происшествия, физические/психические травмы, гибель и воздействие холода, увечья и болезней	Увеличение риска для кочевого образа жизни или охоты как средства существования, выпаса скота и рыболовства вследствие на условия существования и благосостояние людей.
	Уменьшение количества морского льда; раннее таяние морского льда; большая скорость отступления кромки льда; более тонкий лед и, в целом, менее предсказуемые ледовые условия; большая изменчивость таяния/замерзания снега; лед, погода, ветры, температуры, осадки (раздел 28.2.5, 28.2.6, 28.4.1)	Средства к существованию многих коренных народов (например, эскимосов и саами) зависят от охоты как средства к существованию и доступа к животным и наличия благоприятных условий для них. Эти средства к существованию восприимчивы к воздействию. Кроме того, восприимчивы к воздействию морские экосистемы (например, морские млекопитающие).	Риск потери средств к существованию и ущерба вследствие, например, осложненного доступа к морским млекопитающим, связанного с уменьшением площади морских льдов (риск для эскимосов), и потери доступа северных оленей к объектам их питания под снегом из-за формирования ледяной корки за счет повышения зимних температур и «дождя на снегу» (риск для саами).	Увеличение риска потери средств к существованию и культурных ценностей все возрастающего количества коренных народов, осложненное растущей потерей земельных угодий и морского льда для охоты, выпаса скота, рыболовства вследствие растущей интенсивности разведки нефтяных и минеральных ресурсов и интенсификации морского судоходства.
Малые острова (глава 29)	Рост интенсивности тропических циклонов (разделы 14.6, 14.8.4 ОД 5 РГ I)	Различные страны уязвимы к этим опасностям из-за их большой зависимости от природных и экологических систем в части безопасности поселений и туризма (раздел 29.3.3.1), здравоохранения (раздел 29.3.3.2) и водных ресурсов (раздел 29.3.2).	Риск потери экосистем, поселений и инфраструктуры, а также негативного воздействия на здравоохранение и экономику островов (рисунок 29-4)	Увеличение риска нанесения ущерба экосистемам, поселениям, экономике островов и риски для человеческой жизни (раздел 29.6, рисунок 29-4)
	Потепление и закисление океана, ведущие к обесцвечиванию кораллов (разделы 29.3.1.2, 30.5.4.2, 30.5.6.1.1, 30.5.6.2)	Сообщества, живущие на тропических островах, для поддержания своего существования в значительной степени зависят от экосистем коралловых рифов, продовольственной безопасности, защиты прибрежных территорий и пляжей и экономической деятельности в области туризма на рифовых островах и, следовательно, в значительной мере восприимчивы к опасности обесцвечивания кораллов. (Разделы 29.3.1.2, 30.6.2.1.2).	Риск сокращения и возможной потери экосистем коралловых рифов из-за теплового стресса. Риск серьезного ущерба и потери поддерживающего их существование образа жизни. Риск потери возможностей для защиты прибрежной полосы и пляжей, риск потери дохода от туризма (разделы 29.3.1.1, 29.3.1.2).	Воздействие на здоровье человека и потери поддерживающего существование образа жизни. Потенциальный рост внутренней миграции/урбанизации (раздел 29.3.3.3, глава 9).
	Повышение уровня моря (разделы 29.3.1.1, 30.3.1.2; раздел 3.7.1 ОД 5 РГ I)	Многочисленные сообщества, живущие на малых островах, и соответствующие поселения и инфраструктура находятся в низменных береговых зонах (высокая подверженность) и также уязвимы для затопления, эрозии и воздействия набегающих волн (разделы 5.3.2, 29.3.1.1; рисунок 29-2).	Риск потерь и ущерба для малых островных сообществ вследствие подъема уровня моря. Согласно репрезентативной траектории концентрации (РТК) 4.5 глобальный уровень моря, вероятно, поднимется на 0,35 – 0,70 м в течение XXI века, ставя под угрозу низменные береговые зоны и атолловые острова (раздел 29.4.3, таблица 29-1; раздел 13.5.1 и таблица 13.5 в ОД 5 РГ I).	Постепенный подъем уровня моря приводит к увеличению повторяемости и пространственного охвата затопления морских побережий при высоких приливах и эпизодических штормовых нагонах. Эти явления могут сделать почву и пресные подземные воды непригодными для использования человеком еще до постоянного затопления низменных районов (раздел 29.3.1.1, 29.3.2, 29.3.3.1, 29.5.1).

Продолжение на следующей стр. →

Таблица КР-1 (продолжение)

	Опасное явление	Ключевые уязвимости	Ключевые риски	Возникающие риски
Океан (глава 30)	Повышение температуры океана. Рост повторяемости термических экстремумов.	Особенно восприимчивы к воздействию кораллы и другие организмы, чьи пределы толерантности превышены (особенно районы океана с ППС, СТЦ, ПМЗ и ЭСА) (разделы 6.2.2.1, 6.2.2.2, 30.5.2, 30.5.4, 30.5.5; вставка ПВ-КР, 30.5.6, ПВ-30).	Риск усиления процессов массового обесцвечивания и смертности кораллов (потеря кораллового покрова), сопровождающихся значительными рисками для прибрежного рыболовства, туризма и защиты прибрежных территорий (разделы 6.3.2, 6.3.5, 5.4.2.4, 7.2.1.2, 6.4.1.4, 29.3.1.2, 30.5.2, 30.5.3, 30.5.4, 30.5.5; вставка ПВ-КР).	Утрата прибрежных систем рифов, риск уменьшения продовольственной безопасности и средств к существованию и ослабления защиты прибрежных территорий (разделы 7.2.1.2, 30.6.2.1, 30.6.5).
		Морские виды и экосистемы, а также рыболовство и средства к существованию прибрежного населения и туризм, которые не могут преодолеть проблемы и адаптироваться к изменениям и пространственному распределению температуры, особенно в СВЦВШ, ППС, СТЦ и ВПЭА (разделы 6.3.2, 6.3.4, 7.3.2.6, 30.5; вставка ПВ-МБ).	Риск для рыболовства и средств к существованию прибрежного населения. Изменения ресурсной базы для рыболовства при увеличении или уменьшении рыбных запасов; повышение риска заболеваний и появления инвазивных видов, воздействующих на экосистемы и рыболовство (разделы 6.3.5, 6.4.1.1, 6.5.3, 7.3.2.6, 7.4.2, 29.5.3, 29.5.4).	Может возникнуть существенный риск коллапса рыболовства в случае превышения его способности противостоять: а) фундаментальному изменению состава рыбных запасов, и б) увеличению скорости распространения болезней и миграции других организмов (разделы 6.5.3, 7.5.1.1.3).
		Особенно уязвимы прибрежные экосистемы и сообщества, которые могут находиться под воздействием явления повышенной респирации микроорганизмов, приводящего к сокращению содержания кислорода на глубине и широкому распространению «мертвых» зон (особенно в ВПЭА, ПЗМ, ЭСА).	Риск потери мест обитания и рыбных ресурсов, а также потери ключевых видов рыб. Уменьшение содержания кислорода, что приводит к воздействию на экосистемы (например, к потере мест обитания) и организмы (например, к изменениям физиологического поведения рыб), следствием чего является сокращение улова важнейших видов рыб.	Возрастающий риск потери средств к существованию.
		Глубоководная жизнь чувствительна к опасным явлениям и изменениям, учитывая большое постоянство условий, в которых она развивалась (30.1.3.1.3, 30.5.2, 30.5.5).	Риск того, что значительные изменения условий в глубинных слоях моря (например pH, содержания кислорода, карбонатов, CO <sub>2</sub> , температуры) вызовут фундаментальные изменения, которые приведут к крупномасштабным изменениям во всем океане. (Разделы 30.1.3.1.3, 30.5.2, 30.5.5; вставка ПВ-АП, ПВ-ЧПП).	Изменения в глубинных слоях океана могут стать прелюдией к изменению во всем океане с планетарными последствиями.
	Растущее закисление океана	Системы рифов, кораллов и прибрежных экосистем, которые подвержены воздействию пониженных темпов минерализации и повышенных темпов вымывания кальция, приводящих к потенциальной потере систем карбонатосодержащих рифов, кораллов, моллюсков и других выделяющих кальций организмов в ключевых районах, таких как ППС, СТЦ (раздел 6.2.2.2).	Риск изменения экосистемных услуг, включая риски для обеспечения продовольствием, сопровождающиеся воздействиями на рыболовство и аквакультуру (разделы 6.2.5.3, 7.2.1.2, 7.3.2, 7.4.2).	Доход и средства к существованию для общин сокращаются по мере уменьшения эффективности рыболовства (разделы 7.5.1.1.3, 30.6).
		Восприимчивость морских организмов к изменениям pH и карбонатного состава означает большое количество изменений в физиологии и экологии морских организмов (особенно в районах ППС, СТЦ, ПЗМ) (разделы 6.2.5, 6.3.4, 30.3.2.2).	Риск того, что произойдут фундаментальные сдвиги в составе экосистем, а также функциях организмов, приводящие к крупномасштабным и фундаментальным изменениям. Доходы и средства к существованию зависящих от них общин оказываются под воздействием этих изменений, в то время как экосистемные товары и услуги сократятся таким образом, что их восстановление может занять десятки тысяч лет. (Раздел 6.1.1.2)	Риск для экосистем и средств к существованию повышается за счет потенциального взаимодействия между потеплением и закислением океана, сопровождающегося возникновением неизвестных факторов воздействия. (Раздел ПВ-30).
		Прибрежные системы в некоторых районах все в большей мере подвергаются воздействию апвеллинга, в результате чего отмечаются периоды с высоким содержанием CO <sub>2</sub> , низким содержанием O <sub>2</sub> и pH (вставка ПВ-АП; разделы 6.2.2.2, 6.2.5.3).	Риск потерь и ущерба для рыболовства и аквакультуры и связанных с ними средств к существованию (например, для разведения устриц), особенно тех из них, которые периодически оказываются под воздействием вредных условий в период интенсивного апвеллинга, что вызывает необходимость в мерах реагирования. (Раздел 30.6.2.1.4).	Фоновые значения pH и концентрации карбонатов также таковы, что вредные условия присутствуют постоянно (избежать воздействий путем адаптации более невозможно). (Раздел 30.6.2.1.4)
	Усиление стратификации в результате потепления океана; ослабление вентиляции.	Океанские экосистемы уязвимы вследствие уменьшения регенерации биогенных веществ при ослаблении перемешивания между океаном и его поверхностью (ЭСА, СТЦ и ВПЭА). (Разделы 6.2, 6.3, 6.5, 30.5.2, 30.5.4, 30.5.5)	Риск потери продуктивности океанов и соответствующие негативные воздействия на рыболовство. Концентрация неорганических биогенных веществ в верхних слоях океана уменьшается, приводя к понижению темпов образования первичной продукции. (Вставка ПВ-ЧПП)	Сокращение первичной продуктивности океана воздействует на эффективность рыболовства, что приводит к уменьшению уловов и влияет на средства к существованию (раздел 6.4.1.1; вставка ПВ-ЧПП).
		Экосистемы и организмы, чувствительные к уменьшению концентраций растворенного кислорода (разделы 30.5.2, 30.5.3, 30.5.5, 30.5.6, 30.5.7).	Повышение риска образования «мертвых» (гипоксических) зон, сокращающих площади, занятые ключевыми экосистемами и местами обитания рыб (разделы 6.1.1.3, 30.3.2.3).	
	Изменения ветра, высоты волн и интенсивности штормов	Судоходство и промышленная инфраструктура уязвимы для сильного волнения и интенсивных штормов (раздел 30.6.2).	Риск увеличения потерь и ущерба судоходству и промышленной инфраструктуре	Увеличивается риск нештатных ситуаций на объектах промышленной деятельности, такой как судоходство, а также глубоководная добыча нефтегазовых и минеральных ресурсов.

ППС - Прибрежные пограничные системы; ВПЭА - Восточные пограничные экосистемы с апвеллингом; ЭСА — Экваториальные системы апвеллинга; СВУД, СНУД, ССУД — страны с высоким, низким и средним уровнем доходов, соответственно; СВЦВШ - Системы весеннего цветения в высоких широтах; ПЗМ — полузакмнутые моря; СТЦ - Субтропические циркуляции.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Биркманн, Дж., Р. Ликер, М. Оппенгеймер, М. Кампос, Р. Уоррен, Д. Лубер, Б. К. О'Нилл и К. Такахаша, 2014:

Перекрестная вставка по главам о перечне опасных явлений, ключевых уязвимостей, ключевых рисков и возникающих рисков, определенных во вкладе РГ II в Пятый оценочный доклад. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 131-140. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

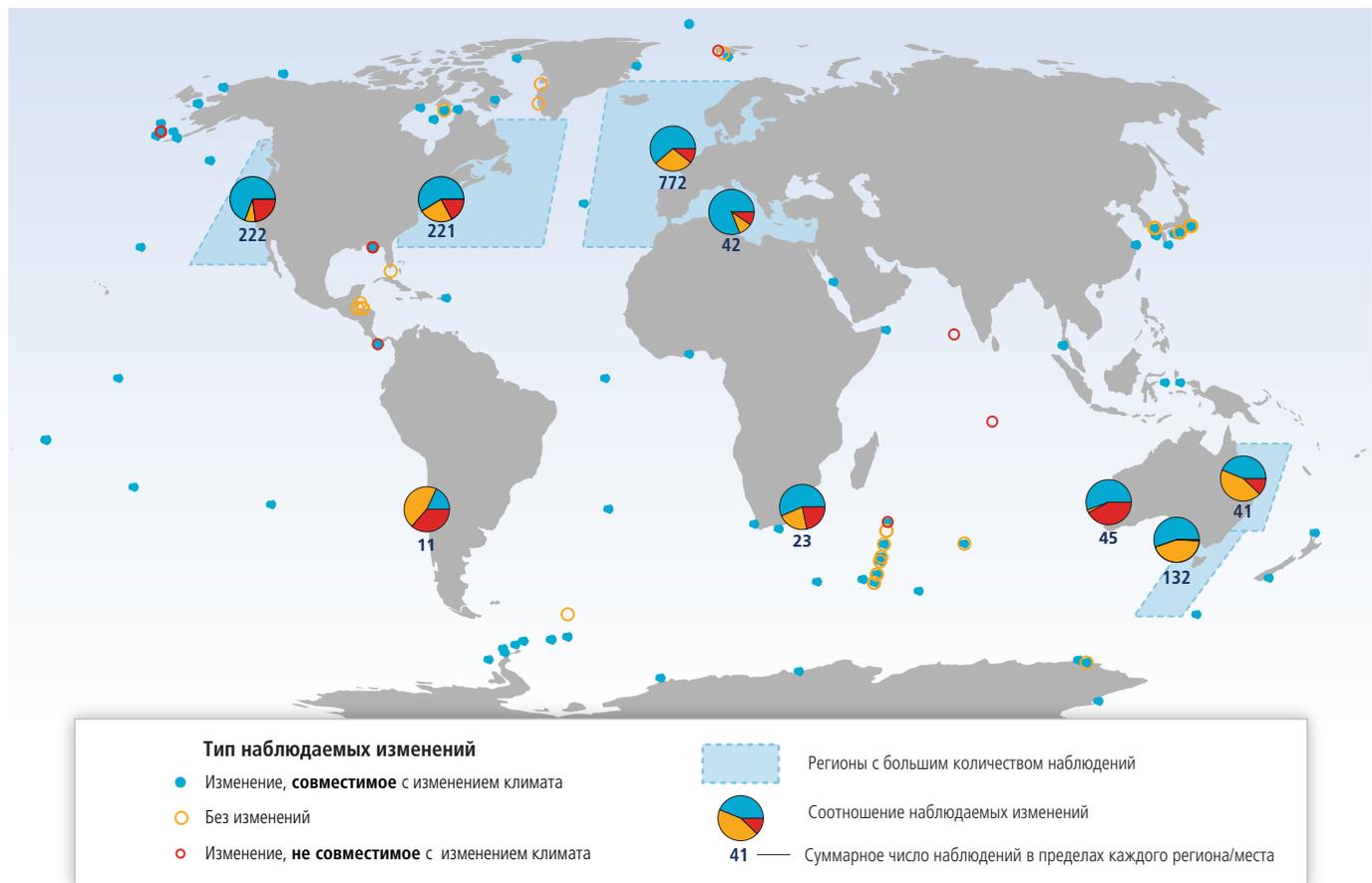
# Наблюдаемая глобальная реакция морской биогеографии, численности популяции и фенологии на изменение климата

Эльвира Полошанска (Австралия), Уве Хоеф-Гулдберг (Австралия), Вильям Чеунг (Канада), Ганс-Отто Пертнер (Германия), Майкл Т. Барроус (СК)

В ДО4 РГ II МГЭИК были представлены результаты выявления глобального воздействия на природные системы и его связи с изменением климата (ДО4, глава 1, рисунок 1 РП), но исследования морских систем по большей части отсутствовали. Со времени ДО4 произошел быстрый рост числа исследований, сконцентрированных на воздействии изменения климата на морские виды, что предоставляет возможность перейти от отдельных наблюдений к исследованию и потенциальному установлению связи обнаруженных в океане биологических изменений с изменением климата (раздел 6.3; рисунок МБ-1). Последние изменения популяций морских видов и связанные с этим сдвиги в структуре биоразнообразия являются результатом, по крайней мере частично, реакции биоты на изменение климата в разных регионах океана (*твердые доказательства, высокая степень согласия, высокая степень достоверности*; разделы 6.2, 30.5; таблица 6-7).

В работе Poloczanska et al. (2013) с помощью глобальной базы данных, основанной на 208 рецензируемых публикациях, проведена оценка потенциальных видов реакции жизни в океане на произошедшее в последнее время изменение. Наблюдаемая реакция ( $n = 1735$ ) была зафиксирована для 857 видов и их сочетаний в разных регионах и таксономических группах - от фитопланктона до морских рептилий и млекопитающих (рисунок МБ-1). Наблюдения признавались таковыми в тех случаях, когда авторы конкретной публикации оценивали изменение биологического параметра (включая распределение, фенологию, численность, демографию или состав сообщества) и, в случае произошедшего изменения, соответствие изменения ожидаемому при изменении климата. При подборе исследований, опубликованных в рецензируемой литературе, использовались три критерия: 1) авторы выявили или непосредственно провели статистические оценки трендов биологических и климатических переменных; 2) авторы включили данные, полученные после 1990 г., и 3) наблюдения проводились в течение по крайней мере 19 лет для того, чтобы уменьшить систематические ошибки, вызванные биологическими реакциями на краткосрочную изменчивость климата.

Результаты этого исследования на основе метаданных показывают, что изменение климата уже оказало широкомасштабное воздействие на

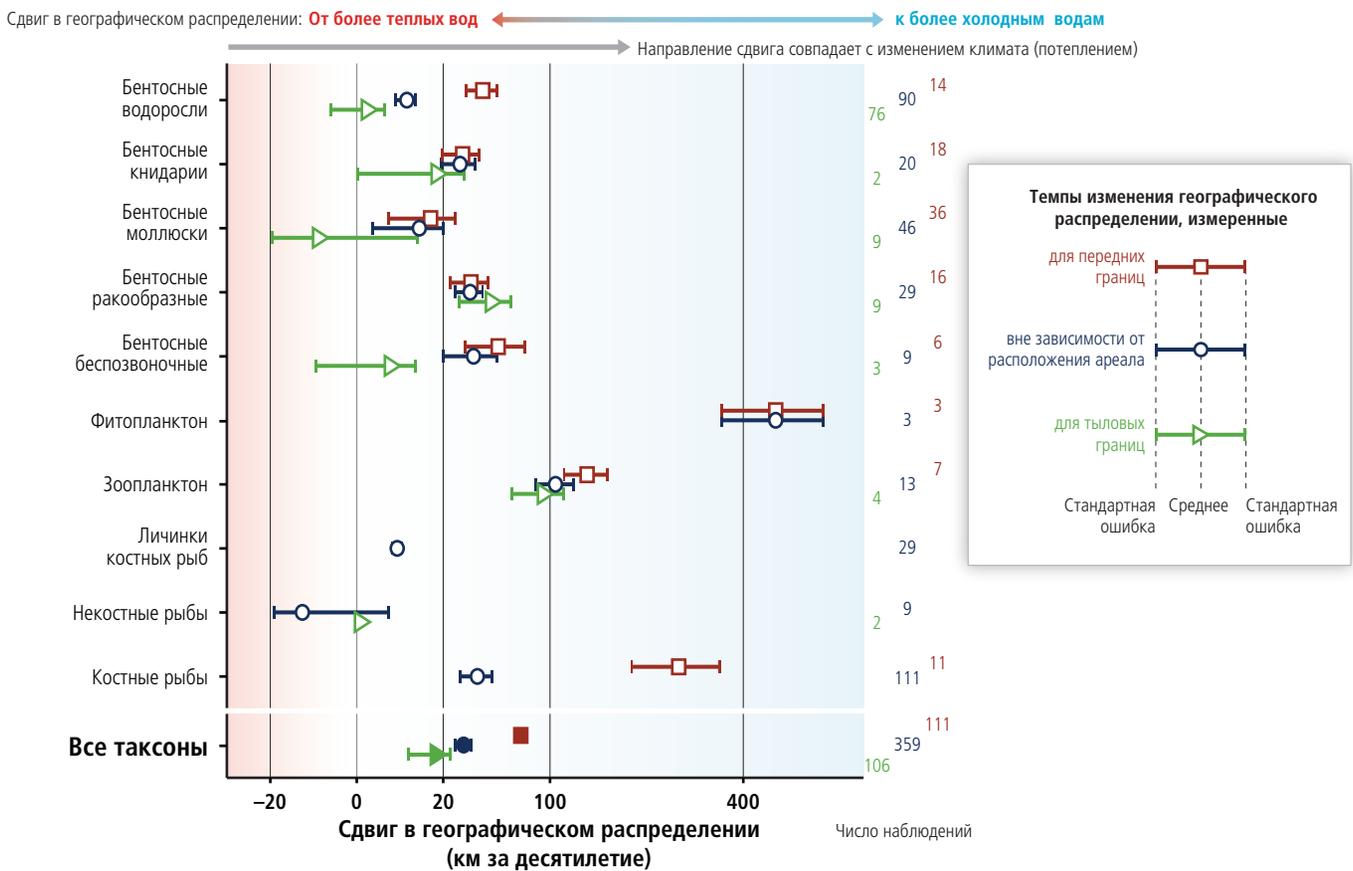


**Рисунок МБ-1** | Наблюдаемая реакция на изменения климата в 1735 случаях, описанных в 208 исследованиях одного или нескольких биологических видов. Приведенные данные характеризуют изменения, которые объясняются (по крайней мере частично) изменением климата (голубой цвет), изменения, не совместимые с изменением климата (красный цвет), и случаи без изменений (желтый цвет). Каждый кружок характеризует центр области исследования. В тех случаях, когда точки приходится на сушу, они характеризуют геометрические центры распределений точек наблюдений, полученных в окрестностях острова или полуострова. Исследования охватывают области размером от одного участка (например, колонии гнездящихся морских птиц) до больших океанских регионов (например, обследования с непрерывной регистрацией планктона в северо-восточной Атлантике). Круговые диаграммы обобщают относительные доли трех типов наблюдаемых изменений (совместимые с изменением климата, несовместимые с изменением климата и без изменений) для регионов (показаны голубой штриховкой) и локальных районов с большим количеством наблюдений. Числовые значения характеризуют общее количество наблюдений в пределах каждого региона или места. Примечание: 57 % рассмотренных исследований были опубликованы после издания ДО4 (Poloczanska et al., 2013).

распределение, численность, фенологию видов и, как следствие, богатство видов и состав сообществ в широком диапазоне таксономических групп (от планктона до высших хищников). Из числа наблюдений, которые показали те или иные сдвиги, изменения в фенологии, распределении и численности в подавляющем большинстве (81 %) произошли в направлении, которое соответствовало теоретически ожидаемой реакции на изменение климата (раздел 6.2). Имеются пробелы в знаниях, особенно в экваториальных субрегионах и в южном полушарии (рисунок МБ-1).

Время наступления многих биологических явлений (фенология) сместилось на более ранние сроки. Например, в течение последних 50 лет весенние явления сдвинулись на более ранние сроки для многих видов при средней величине сдвига, равной  $4,4 \pm 0,7$  дня за десятилетие (среднее  $\pm$  стандартная ошибка), при сдвиге в летних явлениях  $4,4 \pm 1,1$  дня за десятилетие (*твердые доказательства, высокая степень согласия, высокая степень достоверности*) (рисунок МБ-2). Результаты фенологических наблюдений, включенных в исследование, варьируют от сезонного смещения в наступлении пика в численности фитопланктона и зоопланктона до смещения времени репродукции и миграции беспозвоночных, рыб и морских птиц (разделы 6.3.2, 30.5).

Распределения бентосных, пелагических и придонных видов и сообществ сместились на расстояние до тысячи километров, хотя величина смещения ареалов обитания была неодинакова для разных таксономических групп и океанских регионов (разделы 6.3.2, 30.5) (*твердые доказательства, высокая степень согласия, высокая степень достоверности*). В целом, передние границы ареала расширялись в направлении полюса на  $72,0 \pm 13,5$  км за десятилетие, а тыловые границы сужались в направлении полюса на  $15,8 \pm 8,7$  км за десятилетие



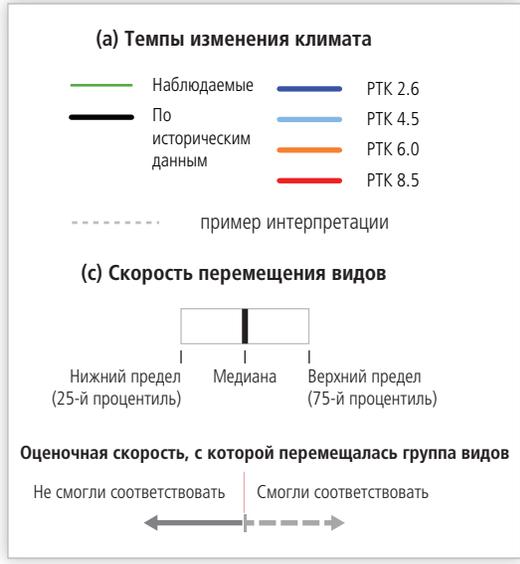
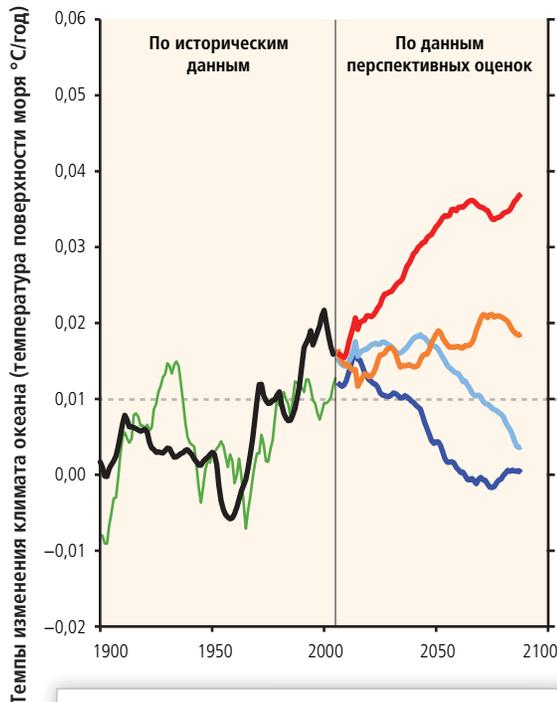
**Рисунок МБ-2** | Темпы изменения ареалов (километры за десятилетие) для морских таксономических групп, измеренные по сдвигам передней (красный цвет) и тыловой (зеленый цвет) границ. Средние сдвиги в географическом распределении были рассчитаны на основе всех данных, независимо от расположения ареала, и показаны темно-синим цветом. В ходе статистической обработки сдвиги в географическом распределении подвергались процедуре трансформации с помощью функции квадратного корня; в результате стандартные ошибки могут быть несимметричными. Положительные изменения в географическом распределении согласуются с потеплением (сдвиг в сторону ранее более холодных вод, как правило, в направлении к полюсу). Приведены средние значения ± стандартная ошибка совместно с числом наблюдений. Некостные рыбы включают акул, ромбовых скатов, миног и миксин. (Из работы Poloczanska et al., 2013).

(рисунок МБ-2), демонстрируя значительно большие темпы миграции, чем потенциально максимальные темпы, отмеченные для наземных видов (рисунок 4-6), несмотря на то, что потепление океана происходит медленнее, чем поверхность суши (раздел 3.2 РГ I).

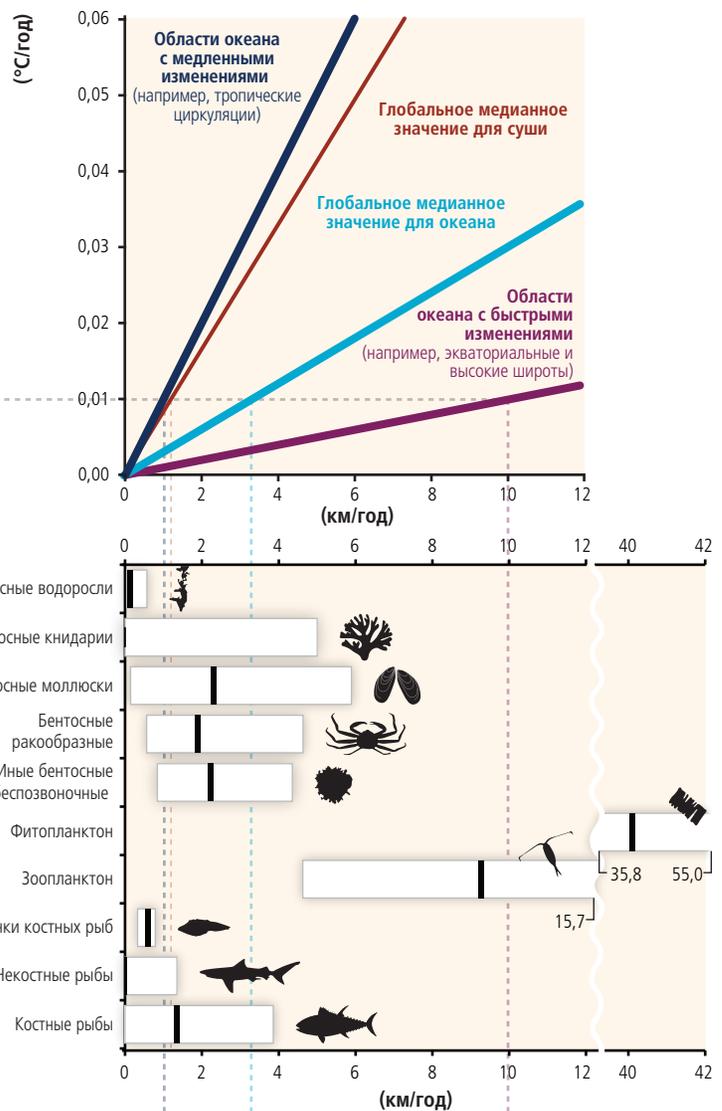
Сдвиги в распределении в направлении к полюсам приводят к увеличению видового разнообразия в регионах средних - высоких широт (Hiddink and ter Hofstede, 2008) и изменению структуры сообществ (Simpson et al., 2011; см. также раздел 28.2.2). Расширение областей распространения тепловодных компонентов сообществ совместно с региональным потеплением наблюдается в океанских регионах от средних до высоких широт, включая Берингово, Баренцево, Нордическое, Северное и Тасманово моря (вставка 6.1; раздел 30.5). Наблюдаемые изменения видового состава уловов в период 1976 - 2006 гг., которые частично объясняются долговременным потеплением океана, указывают на преобладание тепловодных видов в субтропических и высокоширотных регионах и сокращение численности субтропических видов в экваториальных водах (Cheung et al., 2013), что имеет последствия для рыболовства (разделы 6.5, 7.4.2, 30.6.2.1).

Величина и направление сдвигов в географическом распределении могут быть связаны со скоростями изменения температуры (т.е. скоростью и направлением распространения изотерм по поверхности океана (раздел 30.3.1.1; Burrows et al., 2011). В работе Pinsky et al. (2013) показано, что сдвиги в географическом распространении бентосных рыб и ракообразных как по широте, так и по глубине могут быть с замечательной точностью объяснены скоростью изменения климата на основе использования базы данных о 128 миллионах индивидуальных организмах по 360 морским таксономическим группам, полученной при исследованиях в прибрежных водах Северной Америки, проводившихся в период 1968 – 2011 гг. В работе Poloczanska et al. (2013) делается вывод о том, что наиболее быстрые сдвиги в географическом распределении, как правило, происходят в регионах с наиболее высокой скоростью изменения температуры, таких как Северное море, и в субарктической части Тихого океана. Наблюдаемые сдвиги морских видов, начиная приблизительно с 1950-х годов, в целом позволяют определить наблюдаемые скорости (рисунок

(a) Сценарии изменения климата



(b) Оценка скорости изменения климата для определения скорости перемещения



(c) Скорости перемещения видов (необходимые для прослеживания скорости изменения климата)

**Рисунок МБ-3 |** (a) Темпы изменения климата океана (температура поверхности моря (ТПМ) °C/год). (b) Соответствующие скорости изменения климата для океана и медианное значение скорости для суши (по Burrows et al., 2011). (c) Наблюдаемые скорости смещения морских таксономических групп по данным наблюдений в период 1900 - 2010 гг. Точечные линии представляют пример интерпретации. Темпы изменения климата на 0,01 °C/год соответствуют медианному значению скорости изменения климата океана приблизительно в 3,3 км/год. Из сопоставления с наблюдаемой скоростью смещения (c) следует, что многие морские таксономические группы смогли соответствовать этим скоростям. Для фитопланктона и зоопланктона скорости смещения значительно превышали медианные значения скорости изменения климата океана, а для фитопланктона и в «быстрых» районах океана превышали скорости изменения климата и достигали приблизительно 10,0 км/год. Все значения рассчитаны для поверхности океана, за исключением полярных морей (рисунок 30-1a). (a) Наблюдаемые темпы изменения климата для океанской ТПМ (зеленая линия) получены на основе версии 1.1 массива данных о ТПМ Центра им. Гадля (HadISST1.1), а другие скорости рассчитаны на основе средних значений, полученных по ансамблям климатических моделей в рамках этапа 5 Проекта по сравнению сопряженных моделей (CMIP5) (таблица SM30-3) для исторического периода и будущего на основе четырех сценариев репрезентативных траекторий концентраций (РТК). Данные были сглажены с помощью скользящего среднего с периодом сглаживания 20 лет. (b) Медианные значения скорости изменения климата по поверхности Мирового океана (светло-синяя линия; кроме полярных районов), рассчитанные по массиву данных HadSST1.1 за период 1960-2009 гг. с использованием методов, приведенных в Burrows et al. (2011). Приведены медианные значения скоростей, репрезентативные для районов океана с «медленными» скоростями, таких как Тихоокеанская субтропическая круговая циркуляция (темно-синяя линия), и для районов с большими скоростями, таких как Коралловый треугольник или Северное море (лиловая линия). Медианные значения скоростей на поверхности суши в глобальном масштабе (красная линия) в период 1960-2009 гг., рассчитанные с использованием массива данных Отдела исследования климата CRU TS 3.1. На рисунке 30-3 показаны скорости изменения климата по поверхности океана, рассчитанные для периода 1960 - 2009 гг. (c) Скорости смещения для морских таксономических групп, оцененные в работе Poloczanska et al. (2013) с использованием опубликованных исследований. Следует учесть, что скорости смещения для фитопланктона выходят за пределы границ оси, поэтому приведены цифровые значения.

МБ-3), причем сдвиги в географическом распределении фито- и зоопланктона значительно превышают скорости изменения климата, наблюдавшиеся на большей части поверхности океана, но при существенной изменчивости внутри таксономических групп и между ними (Poloczanska et al., 2013).

На биогеографические сдвиги влияют также другие факторы, такие как течения, изменения содержания биогенных веществ и стратификации, уровни освещенности, морской лед, взаимодействие видов, наличие мест обитания и интенсивность рыболовства, некоторые из которых могут сами по себе находиться под влиянием изменения климата (раздел 6.3). Темпы и режим сдвигов в биогеографии «сидячих» организмов и бентосных макроводорослей осложняются влиянием местных динамических и топографических особенностей (острова, каналы, береговые лагуны, например в Средиземноморье (Bianchi, 2007), прибрежный апвеллинг, например описанный в работе Lima et al., 2007). Географические барьеры ограничивают сдвиги ареалов и могут вызвать потерю эндемичных видов (Ben Rais Lasram et al., 2010), причем связанные с этим ниши занимают чужеродные виды, которые либо мигрируют естественным путем, либо вселяются искусственным образом (Philippart et al., 2011).

Смогут ли морские виды продолжить успевать за возрастающими темпами потепления и, следовательно, скоростью изменения климата, представляет важнейшую неопределенность (рисунок МБ-3b). Как ожидается, скорости изменения климата на суше в этом веке превысят способность многих наземных видов следовать за изменениями климата (раздел 4.3.2.5; рисунок 4-6). Для морских видов наблюдаемые темпы сдвига в целом гораздо выше, чем для наземных видов, особенно это характерно для видов-производителей первичной продукции и низких трофических уровней (Poloczanska et al., 2013). Фито- и зоопланктонные сообщества (исключая личинки рыб) расширяли области своего распространения с удивительными скоростями (рисунок МБ-3b), как, например, в Северо-Восточной Атлантике (раздел 30.5.1), что имело последствия для морских пищевых сетей.

Сдвиги в географическом распределении и распределении по глубине варьируются в зависимости от сосуществующих морских видов (Genner et al., 2004; Perry et al., 2005; Simpson et al., 2011) вследствие изменения ширины термических окон, характерных для данных видов, и связанных с ними уязвимостей (рисунок 6-5). Таким образом, потепление вызывает различные изменения в скорости роста, способности к размножению, скорости образования личинок, степени выживания молоди на ранних стадиях развития и пополнения поголовья, предполагая сдвиги в относительном поведении видов животных и, таким образом, их конкурентоспособности (Pörtner and Farrell, 2008; рисунок 6-7A). Такие эффекты могут лежать в основе сокращения численности или локального исчезновения, «сдвигов в режимах» между сосуществующими видами или критического дисбаланса между хищниками и их жертвами, имеющих результатом изменения показателей локального и регионального разнообразия видов, численности, состава сообщества, продуктивности, потоков энергии и сопротивляемости вторжению чужеродных видов. Даже среди stenothermных организмов в Антарктике существуют различия в биологическом реагировании, относящиеся к образу жизни, истории развития и связанных с метаболической емкостью (раздел 6.3.1.4). Вследствие этого, функции морских экосистем могут быть существенно реорганизованы на региональном уровне, потенциально вызывая целую последовательность эффектов (Hoegh-Guldberg and Bruno, 2010). Сосредоточение внимания на понимании механизмов, лежащих в основе характера и степени реагирования морских организмов на изменение климата, может способствовать прогнозированию воздействия и его стоимости для общества, а также облегчить реализацию адаптивных стратегий управления в целях смягчения последствий таких воздействий (раздел 6.3, 6.4).

## Ссылки

- Ben Rais Lasram, F., F. Guilhaumon, C. Albouy, S. Somot, W. Thuiller, and D. Mouillot, 2010: The Mediterranean Sea as a 'cul-de-sac' for endemic fishes facing climate change. *Global Change Biology*, **16**, 3233-3245.
- Bianchi, C.N., 2007: Biodiversity issues for the forthcoming Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **580**, 7-21.
- Burrows, M.T., D. S. Schoeman, L.B. Buckley, P.J. Moore, E.S. Poloczanska, K. Brander, K, C.J. Brown, J.F. Bruno, C.M. Duarte, B.S. Halpern, J. Holding, C.V. Kappel, W. Kiessling, M.I. O'Connor, J.M. Pandolfi, C. Parmesan, F. Schwing, W.J. Sydeman, and A.J. Richardson, 2011: The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems. *Science*, **334**, 652-655.
- Cheung, W.W.L., R. Watson, and D. Pauly, 2013: Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, **497(7449)**, 365-368.
- Genner, M.J., D.W. Sims, V.J. Wearmouth, E.J. Southall, A.J. Southward, P.A. Henderson, and S.J. Hawkins, 2004: Regional climatic warming drives long-term community changes of British marine fish. *Proceedings of the Royal Society B*, **271(1539)**, 655-661.
- Hiddink, J.G. and R. ter Hofstede, 2008: Climate induced increases in species richness of marine fishes. *Global Change Biology*, **14**, 453-460.
- Hoegh-Guldberg, O. and J.F. Bruno, 2010: The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, **328**, 1523-1528.

- Lima, F.P., P.A. Ribeiro, N. Queiroz, S.J. Hawkins, and A.M. Santos, 2007:** Do distributional shifts of northern and southern species of algae match the warming pattern? *Global Change Biology*, **13**, 2592-2604.
- Perry, A.L., P.J. Low, J.R. Ellis, and J.D. Reynolds, 2005:** Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, **308(5730)**, 1912-1915.
- Philippart, C.J.M., R. Anadon, R. Danovaro, J.W. Dippner, K.F. Drinkwater, S.J. Hawkins, T. Oguz, G. O'Sullivan, and P.C. Reid, 2011:** Impacts of climate change on European marine ecosystems: observations, expectations and indicators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **400**, 52-69.
- Pinksy, M.L., B. Worm, M.J. Fogarty, J.L. Sarmiento, and S.A. Levin, 2013:** Marine taxa track local climate velocities. *Science*, **341**, 1239-1242.
- Pörtner, H.O. and A.P. Farrell, 2008:** Physiology and climate change. *Science*, **322(5902)**, 690-692.
- Poloczanska, E.S., C.J. Brown, W.J. Sydeman, W. Kiessling, D.S. Schoeman, P.J. Moore, K. Brander, J.F. Bruno, L.B. Buckley, M.T. Burrows, C.M. Duarte, B.S. Halpern, J. Holding, C.V. Kappel, M.I. O'Connor, J.M. Pandolfi, C. Parmesan, F. Schwing, S.A. Thompson, and A.J. Richardson, 2013:** Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, **3**, 919-925.
- Simpson, S.D., S. Jennings, M.P. Johnson, J.L. Blanchard, P.J. Schon, D.W. Sims, and M.J. Genner, 2011:** Continental shelf-wide response of a fish assemblage to rapid warming of the sea. *Current Biology*, **21**, 1565-1570.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Полошанска, Э.С., У. Хоеф-Гулдберг, В. Чеунг, Г. О. Пертнер, М. Барроус, 2014: Перекрестная вставка по главам о наблюдаемой глобальной реакции морской биогеографии, численности популяции и фенологии на изменение климата. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 141-146. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

## Закисление океана

Жан-Пьер Гаттузо (Франция), Питер Г. Бреввер (США), Уве Хоеф-Гулдберг (Австралия), Джоан А. Клейпас (США), Ганс-О. Пертнер (Германия), Даниэла Н. Шмидт (СК)

Антропогенное закисление океана и глобальное потепление вызваны общей основной причиной - увеличением концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере (рисунок 30-1А; РГ I, раздел 2.2.1). Эвтрофикация, уменьшение площади морского льда, апвеллинг и осаждение атмосферного азота и серы - все эти процессы приводят к усилению закисления океана на локальных масштабах (разделы 5.3.3.6, 6.1.1, 30.3.2.2).

### Химические процессы и перспективные оценки

Фундаментальные химические процессы закисления океана хорошо известны (*твердые доказательства, высокая степень согласия*). Увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере приводит к увеличению потока  $\text{CO}_2$  в слабо щелочной океан, что понижает рН, концентрацию ионов карбонатов и способность морской воды сглаживать изменения в своем химическом составе (*весьма высокая степень достоверности*). Изменения в химических процессах в поверхностных слоях открытого океана можно предсказать на глобальном уровне с высокой степенью точности на основе перспективных оценок содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере (рисунок ПВ-30-1В). Наблюдения за изменением химических процессов, связанных с  $\text{CO}_2$ , в верхних слоях океана свидетельствуют в пользу таких связей (таблица 3.2 и рисунок 3.18 РГ I; рисунки 30-8, 30-9). Полученные перспективные оценки изменения химического состава в поверхностных водах открытого океана для 2100 г. по сравнению с доиндустриальными значениями, основанные на репрезентативных траекториях концентраций (рисунок 6.28 РГ I), указывают на изменения рН в диапазоне от -0,14 единиц при репрезентативной траектории концентрации (РТК) 2.6 (концентрация  $\text{CO}_2$  421 млн<sup>-1</sup>, +1 °С, сокращение концентрации ионов карбонатов на 22 %) до -0,43 единицы при РТК8.5 (концентрация  $\text{CO}_2$  936 млн<sup>-1</sup>, +3,7 °С, сокращение концентрации ионов карбонатов на 56 %). Перспективные оценки региональных изменений, особенно в весьма сложных прибрежных системах (разделы 5.3.3.5, 30.3.2.2), полярных регионах (раздел 6.4.4 РГ I) и на глубинах являются более сложными, но их результаты в целом следуют тем же тенденциям.

### Биологические, экологические и биогеохимические воздействия

Исследования воздействия закисления океана на морские организмы и экосистемы имеют сравнительно короткую историю, которая недавно была

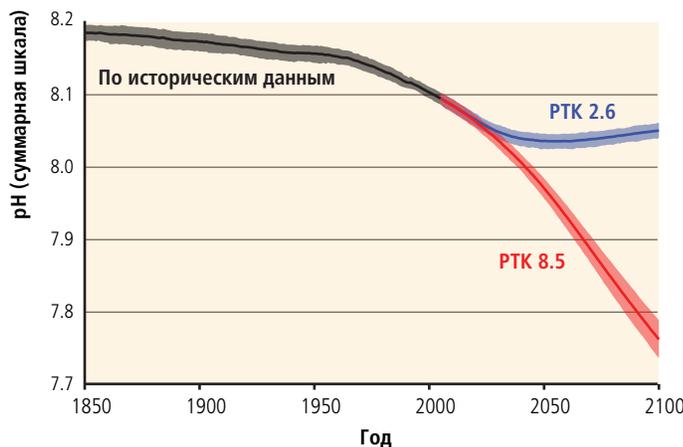
обобщена в нескольких мета-анализах (разделы 6.3.2.1, 6.3.5.1). Имеются разнообразные группы организмов, чувствительных к ожидаемым темпам защеления океана, причем отмечается тенденция к усилению чувствительности на ранних стадиях жизни (*высокая степень достоверности*, разделы 5.4.2.2, 5.4.2.4, 6.3.2). Выявлен характер положительного и отрицательного воздействия (*высокая степень достоверности*; рисунок 30-1С), однако сохраняются важнейшие неопределенности в нашем понимании воздействий на организмы, их жизненное развитие и экосистемы. Реагирование может находиться, а часто и усиливаться, под воздействием других факторов, таких как потепление, гипоксия, концентрация биогенных веществ и интенсивность освещенности (*высокая степень достоверности*; разделы 5.4.2.4, 6.3.5).

Интенсифицируется рост и генерация первичной продукции в морских водорослях и некоторых видах фитопланктона (*высокая степень достоверности*; разделы 5.4.2.3, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 30.5.6). Вредоносное цветение водорослей может стать более частым (*ограниченные доказательства, средняя степень согласия*). Защеление

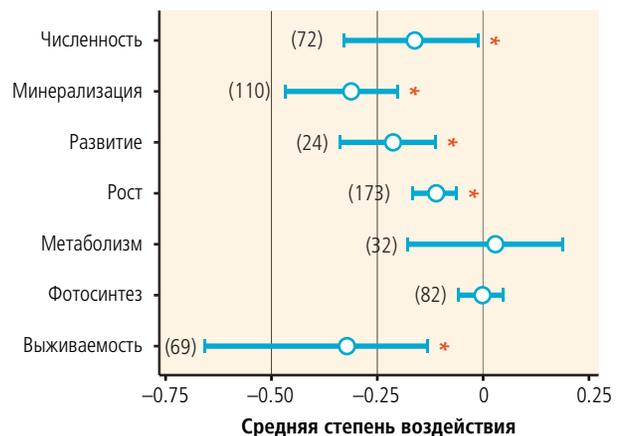
(a)



(b)



(c)



**Рисунок 30-1** | (a) Обзор химических, биологических и социально-экономических воздействий защеления и вариантов политики реагирования (Turley and Gattuso, 2012); (b) рассчитанные по мультимодельному ансамблю средние глобальные значения pH на поверхности океана (по суммарной шкале), полученные в результате экспериментов по моделированию климата за период с 1850 по 2100 гг. в рамках этапа 5 Проекта по сравнению сопряженных моделей (CMIP5). Приведены перспективные оценки по сценариям выбросов по репрезентативной траектории концентрации (РТК) 2.6 (синий цвет) и РТК 8.5 (красный цвет) в виде мультимодельного среднего значения (сплошная кривая) и разброса статистического распределения значений, рассчитанных по отдельным моделям (затенены). Черным (серое затенение) показаны результаты моделирования исторической эволюции с использованием реконструированных внешних воздействий. Включены модели CMIP5, которые воспроизводят глобальный цикл углерода с использованием факторов, определяемых заданными концентрациями CO<sub>2</sub> в атмосфере (рисунки РП.7 и ТР.20 ОД5 РГ I); (c) воздействие в недалеком будущем защеления (уменьшение pH в морской воде на ≤0,5 единицы) на важнейшие параметры реагирования, оцененные с использованием результатов мета-анализа средних взвешенных случайных воздействий, за исключением выживаемости, параметры которой не подвергались операции взвешивания (Kroeker et al., 2013). Логарифмически преобразованное отношение отклика (lnRR) - это отношение среднего воздействия при наличии защеления к среднему воздействию в контрольной группе. Он указывает на то какой процесс защеление океана воздействует наиболее однообразно, однако имеется большая изменчивость от вида к виду. Статистическая значимость достигается в случаях, когда 95-процентный доверительный интервал, полученный с использованием бутстрэппинга, не пересекает нулевого значения. Число экспериментов, результаты которых использованы в анализе, приведено в круглых скобках. Символ \* обозначает статистически значимое воздействие.

океана может стимулировать процесс фиксации азота (*ограниченные доказательства, низкая степень согласия*; 6.3.2.2). Оно уменьшает темпы минерализации большинства, но не всех, морских донных организмов, выделяющих кальций (*средняя степень согласия, твердые доказательства*), таких как рифообразующие кораллы (вставка ПВ-КР), кораллиновые водоросли, двустворчатые моллюски, гастроподы, уменьшая их конкурентоспособность с организмами, не выделяющими кальций (разделы 5.4.2.2, 5.4.2.4, 6.3.2.5). Потепление и закисление океана способствуют увеличению темпов растворения карбоната кальция, что приводит к результирующему растворению карбонатных осадков и каркасов и потере связанных с ними мест обитания (*средняя степень достоверности*; 5.4.2.4, 6.3.2.5, 6.3.5.4). Некоторые виды кораллов и рыб умеренных широт испытывают нарушения в поведении, ориентации и способности отличить особь своего вида от хищников (раздел 6.3.2.4). Однако данные об устойчивости этих эффектов для небольшого числа рассмотренных групп на масштабах времени их эволюции отсутствуют (раздел 6.3.2).

Некоторые виды фитопланктона и моллюсков продемонстрировали адаптацию к закислению океана в долговременных экспериментах (*ограниченные доказательства, средняя степень согласия*; раздел 6.3.2.1), указывая на то, что долгосрочные реакции могут быть менее выраженными, нежели реакции, выявленные при краткосрочных экспериментах. Однако массовое вымирание видов в истории Земли происходило при гораздо более медленных темпах закисления океана вместе с изменением других факторов, что дает основание полагать, что темпы эволюции для чувствительных животных и растений недостаточно велики для их адаптации к ожидаемым по перспективным оценкам темпам будущих изменений (*средняя степень достоверности*; раздел 6.1.2).

Перспективные оценки воздействий закисления океана на уровне экосистем затруднены разнообразием реакций на уровне видов. Различия в чувствительности и связанные с ними сдвиги в поведении и географическом распределении изменяют отношения хищник – жертва и конкурентные взаимодействия (разделы 6.3.2.5, 6.3.5, 6.3.6), что может повлиять на пищевые сети и более высокие трофические уровни (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*). Исследования на участках вблизи выходов  $\text{CO}_2$ , представляющих собой естественные аналоги, показывают меньшее разнообразие видов, меньшую биомассу и менее сложные трофические цепи в сообществах (вставка ПВ-КР; разделы 5.4.2.3, 6.3.2.5, 30.3.2.2, 30.5). В регионах с быстро уменьшающимися значениями pH были зафиксированы сдвиги в структуре сообществ (раздел 5.4.2.2).

В связи с отсутствием полного понимания специфического для каждого вида реагирования и трофических взаимодействий, воздействие закисления океана на глобальные биогеохимические циклы не является полностью понятным (*ограниченные доказательства, низкая степень согласия*) и представляет собой важный пробел в знаниях. Аддитивные, синергетические или антагонистические взаимодействия таких факторов, как температура, концентрация кислорода и биогенных веществ и освещенности, пока недостаточно изучены.

#### **Риски, социально-экономические воздействия и стоимость**

Риски закисления океана для морских организмов, экосистем и, в конечном счете, для человеческого общества, включают как вероятность того, что закисление океана повлияет на фундаментальные физиологические и экологические процессы в организмах (раздел 6.3.2.1), так и на величину результирующих воздействий на экосистемы и экосистемные услуги, которые они предоставляют обществу (вставка 19-2). Например, закисление океана при изменении концентрации  $\text{CO}_2$  в диапазоне от РТК4.5 до РТК8.5 будет оказывать воздействие на коралловые рифы (*высокая степень достоверности*; вставка ПВ-КР, раздел 5.4.2.4) и предоставляемые ими товары и услуги, такие как рыболовство, туризм и защита прибрежных территорий (*ограниченные доказательства, высокая степень согласия*, вставка ПВ-КР; разделы 6.4.1.1, 19.5.2, 27.3.3, 30.5, 30.6). Закисление океана создает много других потенциальных рисков, но они пока еще не могут быть оценены количественно из-за малого числа имеющихся исследований, особенно в части величины экологического и социально-экономического воздействий (раздел 19.5.2).

Глобальных оценок наблюдаемых или прогнозируемых экономических потерь, связанных с закислением океана, не существует. Наибольшая неопределенность состоит в том, как воздействия на нижние трофические уровни передадутся по пищевым сетям до высших хищников. Однако имеется целый ряд информативных примеров, которые иллюстрируют величину потенциального воздействия закисления океана. Уменьшение производства коммерчески эксплуатируемых панцирных моллюсков (раздел 6.4.1.1) привело бы, согласно сценарию выбросов A1FI, содержащемуся в Специальном докладе о сценариях выбросов (СДСВ), к сокращению их производства в США на величину от 3 до 13 % (*низкая степень достоверности*). Глобальная цена потерь от сокращения производства моллюсков может превысить 100 млрд. долларов США к 2100 г.

(ограниченные доказательства, средняя степень согласия). Модели показывают, что закисление океана в целом приведет к сокращению биомассы рыбы и объема уловов (низкая степень достоверности) и что произойдут сложные аддитивные, антагонистические и/или синергетические взаимодействия с другими факторами окружающей среды (потепление) и человеческой деятельности (управление рыбными промыслами) (раздел 6.4.1.1). По оценке, выполненной в 2012г. с использованием сценариев выбросов А1 и В2 СДСВ, к 2100 г. годовой экономический ущерб от разрушения коралловых рифов, вызванного закислением океана, составит 870 и 528 млрд. долларов США, соответственно (низкая степень достоверности, раздел 6.4.1). Хотя эта величина невелика по сравнению с глобальным валовым внутренним продуктом (ВВП), она может представлять собой очень большую потерю ВВП для экономик многих прибрежных регионов или малых островов, которые зависят от экологических товаров и услуг коралловых рифов (разделы 25.7.5, 29.3.1.2).

#### Смягчение воздействий и адаптация

Успешное управление воздействием закисления океана включает в себя два подхода: смягчение влияния источника проблемы (т.е. уменьшение антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ ) и/или адаптация путем ослабления последствий закисления океана в прошлом и будущем (раздел 6.4.2.1). Смягчение закисления путем сокращения содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере представляет собой самый эффективный и наименее рискованный метод ограничения закисления океана и его воздействий (раздел 6.4.2.1). Методы климатического геоинжиниринга на основе управления солнечной радиацией не ослабят процессы закисления океана, а в некоторых условиях могут усилить их (раздел 6.4.2.2). Методы геоинжиниринга по удалению  $\text{CO}_2$  из атмосферы могли бы непосредственно способствовать решению проблемы, но они очень затратны и могут быть ограничены недостатком емкостей для хранения  $\text{CO}_2$  (раздел 6.4.2.2). Кроме того, некоторые подходы, связанные с океаном, как, например, обогащение железом, могут только переместить область закисления с поверхности вглубь океана, с потенциальными последствиями для содержания кислорода в глубинных водах (разделы 6.4.2.2, 30.3.2.3, 30.5.7). Малопроектный подход с довольно ограниченной эффективностью, состоит в ограничении числа и величины факторов, отличных от  $\text{CO}_2$ , таких как загрязнение биогенными веществами (раздел 6.4.2.1). Смягчение последствий закисления океана на местном уровне могло бы включать сокращение попадания антропогенных биогенных и органических веществ в прибрежные воды океана (раздел 5.3.4.2). Некоторые стратегии адаптации включают использование для аквакультуры вод с местных водоразделов только в тех случаях, когда величина рН находится в определенном диапазоне значений, делая исключение для менее чувствительных видов или подвидов, или предусматривают перемещение промышленных объектов на другие территории (раздел 6.4.2.1).

#### Ссылки

- Kroeker, K., R.C. Kordas, A. Ryan, I. Hendriks, L. Ramajo, G. Singh, C. Duarte, and J.-P. Gattuso, 2013: Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming. *Global Change Biology*, 19, 1884-1896.
- Turley, C. and J.-P. Gattuso, 2012: Future biological and ecosystem impacts of ocean acidification and their socioeconomic-policy implications. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4, 278-286.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Гаттузо, Ж.П., П. Г. Бревер, У. Хоеф-Гулдберг, Д. А. Клейпас, Г.-О. Пертнер, Д. Н. Шмидт, 2014: Перекрестная вставка по главам о закислении океана. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 147-150. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

# ПП

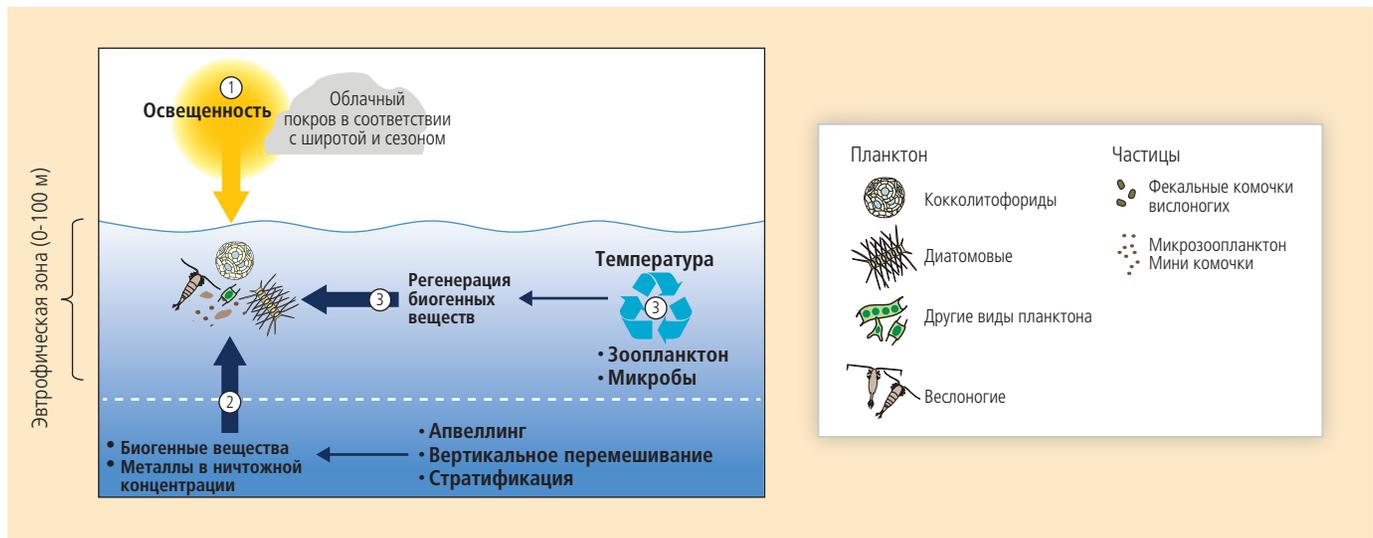
## Чистая первичная продукция в океане

Филип У. Бойд (Новая Зеландия), Свен Сандби (Норвегия),  
Ганс-Отто Пертнер (Германия)

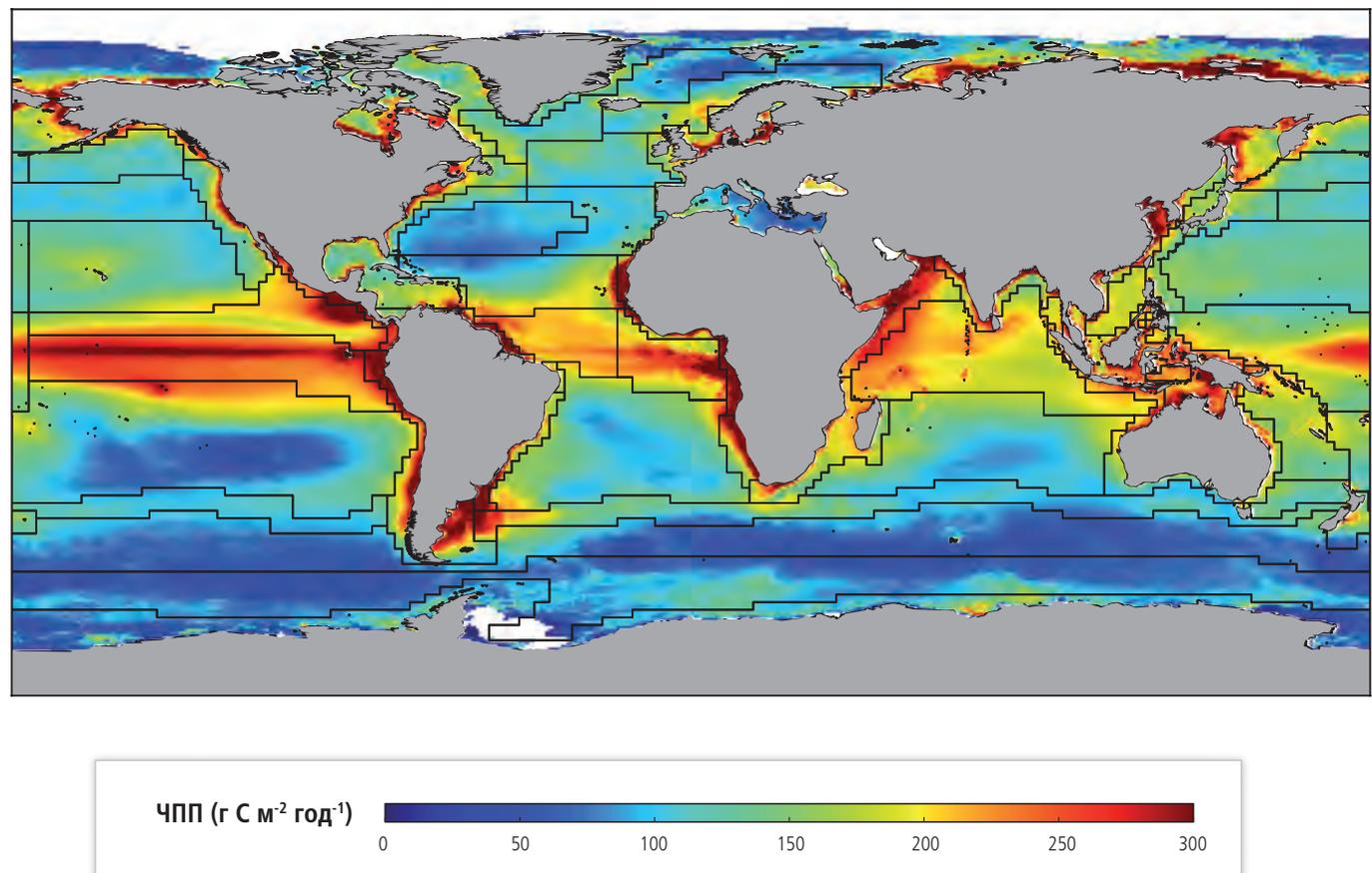
Чистая первичная продукция (ЧПП) – это показатель связывания углерода в процессе фотосинтеза за вычетом доли связанного углерода, используемой на клеточное дыхание и поддержание жизнедеятельности автотрофных планктонных микробов и бентосных растений (раздел 6.2.1, 6.3.1). Факторы окружающей среды, определяющие формирование ЧПП, включают освещенность, биогенные вещества, микробиогенные элементы,  $\text{CO}_2$  и температуру (рисунок ПП-1а). Эти факторы, в свою очередь, находятся под воздействием процессов в океане и атмосфере, включая облачный покров, протяженность морского льда, перемешивание за счет ветра, волн и течений, конвекцию, плотностную стратификацию и различные виды апвеллинга, вызванного вихрями, процессами во фронтальных зонах и пограничными течениями. Температура выступает в различных ролях, поскольку она влияет на скорость протекания физиологических процессов в планктоне и на участие гетеротрофных бактерий в рециркуляции биогенных веществ наряду со стратификацией водной толщи и протяженность морского ледяного покрова (рисунок ПП-1а). Согласно перспективным оценкам, изменение климата окажет сильное воздействие на ЧПП посредством целого ряда механизмов, которые зависят от региональных и местных физических условий (глава 3, ОД5 РГ I) и от структуры и функционирования экосистем (*средняя степень достоверности*; разделы 6.3.4, 6.5.1). Влияние факторов окружающей среды на ЧПП приводит к десятикратной изменчивости региональной продуктивности, причем нижний предел значений наблюдается в бедных на биогенные вещества субтропических водах и ограниченных в освещенности арктических водах, а верхний - в продуктивных районах апвеллинга и весьма эвтрофных прибрежных водах (рисунок ПП-1б).

В настоящее время океаны производят  $\sim 50 \times 10^{15}$  г С/год или приблизительно половину глобальной ЧПП (Field et al., 1998). Глобальные оценки ЧПП получены преимущественно по данным спутникового дистанционного зондирования (раздел 6.1.2), которые обеспечивают беспрецедентное пространственное и временное разрешение и могут быть поверены на региональном уровне по данным океанских измерений. Наблюдения обнаруживают существенные изменения скорости генерации ЧПП, когда факторы воздействия окружающей среды изменяются под

(a)



(b)



**Рисунок ПП-1** | (a) Факторы окружающей среды, контролирующие генерацию чистой первичной продукции (ЧПП). Генерацию ЧПП контролируют, по преимуществу, три основных процесса: (1) условия освещенности в поверхностных слоях океана, т.е. в фотической зоне, где происходит фотосинтез; (2) восходящий поток биогенных веществ и микроэлементов из подстилающих слоев вод в фотическую зону и (3) регенерация биогенных веществ и микроэлементов посредством разложения и переработки органического вещества до того, как оно опустится ниже фотической зоны. Все три процесса подвержены влиянию физических, химических и биологических процессов и изменяются от одной региональной экосистемы к другой. Кроме того, для хорошо обеспеченных ресурсами клеток на верхний предел скорости фотосинтеза сильно влияет температура воды. Успешность прогнозов изменения первичной продуктивности при изменении климата зависит от правильной параметризации и моделирования каждой из этих переменных и процессов в каждом регионе. (b) Композитная карта средних годовых темпов генерации ЧПП в Мировом океане (составленная по климатическим данным спектрорадиометра для получения изображений среднего разрешения (MODIS) на спутнике «Аква» за 2003-2012 гг.; ЧПП была рассчитана на основе углеродной модели продуктивности (CbPM; Westberry et al., 2008). Наложенная сетка из тонких черных линий представляет 51 хорошо выраженную биогеографическую провинцию (Longhurst, 1998, и на основе данных Boyd and Doney, 2002). Характеристики и границы каждой провинции определялись главным образом региональными физическими и химическими процессами в подстилающих слоях океана. Белые области = отсутствие данных (рисунок любезно предоставлен Тоби Вестберри (Университет штата Орегон) и Иваном Лима (Вудсхоллский океанографический институт), а спутниковые данные - Группой обработки данных о биологии океана НАСА).

влиянием эпизодических природных возмущений, таких как извержение вулканов, увеличивающих приток железа, как это наблюдается в обогащенных нитратами и имеющих низкое содержание хлорофилла водах северо-восточной части Тихого океана (Hamme et al., 2010). Изменчивость климата может вызвать выраженные изменения ЧПП (Chavez et al., 2011), такие как переходы от Эль-Ниньо к Ла-Нинья в экваториальной части Тихого океана, при которых усиливается вертикальный приток биогенных веществ и микроэлементов (Chavez et al., 1999).

Многолетние временные ряды ЧПП использовались для оценки пространственных трендов ЧПП за последние десятилетия. В работе Behrenfeld et al. (2006), где использовались спутниковые данные, сообщалось о продолжительном и устойчивом уменьшении ЧПП на  $190 \times 10^{12}$  г С/год за период 1999 – 2005 гг., что соответствует сокращению глобальной ЧПП на 0,57 %. В противовес этому, временные ряды данных прямых измерений ЧПП между 1988 и 2007 гг., полученные Saba et al. (2010) (т.е. путем выращивания *in situ* с использованием бикарбоната с изотопом  $^{14}\text{C}$  в качестве радиоактивного трассера), показали рост ЧПП (2 % в год) для двух районов открытого океана в низких широтах. Это расхождение между трендами ЧПП, полученными с помощью измерений *in situ* и путем дистанционного зондирования, указывает на неопределенности одного из использованных методов и/или на степень репрезентативности отдельных экспериментальных участков для описания условий в океанических провинциях в целом (Saba et al., 2010, 2011). Последующие модельные исследования показали, что менее чем 15-летняя длина ряда спутниковых наблюдений недостаточна для того, чтобы выявить сдвиги ЧПП, вызванные изменением климата, на фоне естественной изменчивости климата (Henson et al., 2010; Beaulieu et al., 2013). Хотя имеющиеся временные ряды измерения ЧПП в океане имеют длину в несколько десятилетий, их длина также недостаточна по сравнению с временными масштабами явлений долгопериодных изменений климата, как, например, Атлантическая мультидекадная осциляция (АМО) с периодичностью в 60-70 лет (рисунок 6-1). Недавние попытки синтезировать более длинные (т.е. столетние) ряды данных о хлорофилле в качестве прокси-данных о запасах фитопланктона (например, Воусе et al., 2010) подверглись критике за использование сомнительных связей между различными косвенными характеристиками хлорофилла, применявшимися для восстановления столетних рядов (например, Rykaczewski and Dunne, 2011).

Модели, в которых прогнозируемое изменение климата изменяет факторы окружающей среды, контролирующей ЧПП, дают оценки пространственных изменений и скорости изменения ЧПП. Например, четыре глобальные сопряженные биогеохимические модели климата и океана в системе Земля (глава 6, ОД5 РГ I) предсказали увеличение ЧПП в высоких широтах в результате ослабления ограничения на формирование ЧПП, связанного с освещенностью и температурой, особенно для биомассы в высоких широтах (Steinacher et al., 2010). Однако это региональное увеличение ЧПП было более чем компенсировано уменьшением ЧПП в низких и средних широтах в связи с уменьшением поступления биогенных микроэлементов в фотическую зону. Уменьшение толщины слоя перемешивания и уменьшение интенсивности циркуляции могут вызвать ослабление потока биогенных веществ в эвтрофическую зону (рисунок 6-2). Согласно сценарию высоких выбросов (Polovina et al., 2011; сценарий А2 СДСВ (Специальный доклад о сценариях выбросов), сравнение между РТК6.0 и РТК8.5) эти изменения состояния океана приводят к сокращению глобальной ЧПП на 2-13 % к 2100 г. по сравнению с 2000 г. Это согласуется с более современным анализом, основанном на 10 моделях системы Земля (Wopp et al., 2013), которые прогнозируют уменьшение глобальной ЧПП на 8,6 ( $\pm 7,9$ ), 3,9 ( $\pm 5,7$ ), 3,6 ( $\pm 5,7$ ) и 2,0 ( $\pm 4,1$ ) % в 2090-х годах по сравнению с 1990-ми годами при сценариях РТК8.5, РТК6.0, РТК4.5 и РТК2.6, соответственно. Однако величина прогнозируемых изменений значительно меняется от модели к модели (например, уменьшение ЧПП в глобальном масштабе на величину от 0 до 20 % при сценарии РТК8.5). Различные модели дают очень большие различия в ЧПП на региональных масштабах (т.е. в провинциях, см. рисунок ПП-1b).

Перспективные оценки на основе моделирования предсказали целый диапазон изменений глобальной ЧПП - от увеличения (относительно темпов в доиндустриальную эпоху) до 8,1 % согласно промежуточному сценарию (А1В СДСВ, аналогичному РТК6.0; Sarmiento et al., 2004; Schmittner et al., 2008) до уменьшения на 2-20 % по сценарию выбросов А2 СДСВ (Steinacher et al., 2010). Эти перспективные оценки не учитывают потенциального вклада первичной продукции, полученной за счет связывания атмосферного азота в тропических и субтропических регионах, чему благоприятствует усиление стратификации и ослабление притока биогенных веществ при перемешивании. Этот механизм потенциально важен, хотя такое эпизодическое увеличение связывания азота не является устойчивым при отсутствии избыточного фосфата (например, Moore et al., 2009; Boyd et al., 2010). Это может привести к недооценке ЧПП (Mohr et al., 2010; Mulholland et al., 2012; Wilson et al., 2012), однако степень такой недооценки неизвестна (Luo et al., 2012).

Необходимо проявлять осторожность при сравнении глобальных, провинциальных (например, в водах низких широт, Behrenfeld et al., 2006) и региональных трендов ЧПП, полученных по данным наблюдений, поскольку некоторые регионы испытывают влияние местных условий окружающей среды, как, например, усиление плотностной стратификации в верхних слоях океана за счет таяния морского льда. Например, увеличение длительности сезона развития фитопланктона вследствие увеличения числа дней безледного периода могло увеличить ЧПП (по данным прошедших региональную валидацию временных рядов ЧПП, определенной со спутников) в арктических водах (Arrigo and van Dijken, 2011) в среднем на  $8,1 \times 10^{12}$  г С/год между 1998 и 2009 гг. Другие региональные тренды ЧПП описаны в разделах 30.5.1 - 30.5.6. Кроме того, хотя перспективные оценки будущей глобальной ЧПП, полученные по различным моделям (Steinacher et al., 2010; Bopp et al., 2013), сопоставимы, региональные перспективные оценки по каждой из моделей существенно различаются. Это вызывает озабоченность в отношении того, в какой степени различные параметризации ЧПП в моделях ответственны за возникновение региональных различий в ЧПП и, более того, насколько точны модельные перспективные оценки глобальной ЧПП.

С точки зрения глобальной перспективы, ЧПП в открытом океане умеренно уменьшится к 2100 г. как при сценарии низких (B1 СДСВ или РТК4.5), так и высоких выбросов (*средняя степень достоверности*; A2 СДСВ или РТК6.0, 8.5, разделы 6.3.4, 6.5.1), одновременно с увеличением ЧПП в высоких широтах и уменьшением в тропиках (*средняя степень достоверности*). Однако имеются *ограниченные доказательства и низкая степень согласия* касательно направления, величины и различий в изменении ЧПП в различных океанских регионах и прибрежных водах к 2100 г. (*низкая степень достоверности*).

## Ссылки

- Arrigo, K.R. and G.L. van Dijken, 2011: Secular trends in Arctic Ocean net primary production. *Journal of Geophysical Research*, **116**(C9), C09011, doi:10.1029/2011JC007151.
- Beaulieu, C., S.A. Henson, J.L. Sarmiento, J.P. Dunne, S.C. Doney, R.R. Rykaczewski, and L. Bopp, 2013: Factors challenging our ability to detect long-term trends in ocean chlorophyll. *Biogeosciences*, **10**(4), 2711-2724.
- Behrenfeld, M.J., R.T. O'Malley, D.A. Siegel, C.R. McClain, J.L. Sarmiento, G.C. Feldman, A.J. Milligan, P.G. Falkowski, R.M. Letelier, and E.S. Boss, 2006: Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, **444**(7120), 752-755.
- Bopp, L., L. Resplandy, J.C. Orr, S.C. Doney, J.P. Dunne, M. Gehlen, P. Halloran, C. Heinze, T. Ilyina, R. Séférian, J. Tziputra, and M. Vichi, 2013: Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences*, **10**, 6225-6245.
- Boyce, D.G., M.R. Lewis, and B. Worm, 2010: Global phytoplankton decline over the past century. *Nature*, **466**(7306), 591-596.
- Boyd, P.W. and S.C. Doney, 2002: Modelling regional responses by marine pelagic ecosystems to global climate change. *Geophysical Research Letters*, **29**(16), 53-1-53-4, doi:10.1029/2001GL014130.
- Boyd, P.W., R. Strzapek, F.X. Fu, and D.A. Hutchins, 2010: Environmental control of open-ocean phytoplankton groups: now and in the future. *Limnology and Oceanography*, **55**(3), 1353-1376.
- Chavez, F.P., P.G. Strutton, C.E. Friederich, R.A. Feely, G.C. Feldman, D.C. Foley, and M.J. McPhaden, 1999: Biological and chemical response of the equatorial Pacific Ocean to the 1997-98 El Niño. *Science*, **286**(5447), 2126-2131.
- Chavez, F.P., M. Messié, and J.T. Pennington, 2011: Marine primary production in relation to climate variability and change. *Annual Review of Marine Science*, **3**(1), 227-260.
- Field, C.B., M.J. Behrenfeld, J.T. Randerson, and P. Falkowski, 1998: Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, **281**(5374), 237-240.
- Hamme, R.C., P.W. Webley, W.R. Crawford, F.A. Whitney, M.D. DeGrandpre, S.R. Emerson, C.C. Eriksen, K.E. Giesbrecht, J.F.R. Gower, M.T. Kavanaugh, M.A. Peña, C.L. Sabine, S.D. Batten, L.A. Coogan, D.S. Grundle, and D. Lockwood, 2010: Volcanic ash fuels anomalous plankton bloom in subarctic northeast Pacific. *Geophysical Research Letters*, **37**(19), L19604, doi:10.1029/2010GL044629.
- Henson, S.A., J.L. Sarmiento, J.P. Dunne, L. Bopp, I. Lima, S.C. Doney, J. John, and C. Beaulieu, 2010: Detection of anthropogenic climate change in satellite records of ocean chlorophyll and productivity. *Biogeosciences*, **7**(2), 621-640.
- Longhurst, A.R., 1998: *Ecological Geography of the Sea*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 560 pp.
- Luo, Y.-W., S.C. Doney, L.A. Anderson, M. Benavides, I. Berman-Frank, A. Bode, S. Bonnet, K.H. Boström, D. Böttjer, D.G. Capone, E.J. Carpenter, Y.L. Chen, M.J. Church, J.E. Dore, L.I. Falcón, A. Fernández, R.A. Foster, K. Furuya, F. Gómez, K. Gundersen, A.M. Hynes, D.M. Karl, S. Kitajima, R.J. Langlois, J. LaRoche, R.M. Letelier, E. Marañón, D.J. McGillicuddy Jr., P.H. Moisander, C.M. Moore, B. Mouríño-Carballido, M.R. Mulholland, J.A. Needoba, K.M. Orcutt, A.J. Poulton, E. Rahav, P. Raimbault, A.P. Rees, L. Riemann, T. Shiozaki, A. Subramaniam, T. Tyrrell, K.A. Turk-Kubo, M. Varela, T.A. Villareal, E.A. Webb, A.E. White, J. Wu, and J.P. Zehr, 2012: Database of diazotrophs in global ocean: abundances, biomass and nitrogen fixation rates. *Earth System Science Data*, **4**, 47-73, doi:10.5194/essd-4-47-2012.
- Mohr, W., T. Großkopf, D.W.R. Wallace, and J. LaRoche, 2010: Methodological underestimation of oceanic nitrogen fixation rates. *PLoS ONE*, **5**(9), e12583, doi:10.1371/journal.pone.0012583.
- Moore, C.M., M.M. Mills, E.P. Achterberg, R.J. Geider, J. LaRoche, M.I. Lucas, E.L. McDonagh, X. Pan, A.J. Poulton, M.J.A. Rijkenberg, D.J. Suggett, S.J. Ussher, and E.M.S. Woodward, 2009: Large-scale distribution of Atlantic nitrogen fixation controlled by iron availability. *Nature Geoscience*, **2**(12), 867-871.
- Mulholland, M.R., P.W. Bernhardt, J.L. Blanco-Garcia, A. Mannino, K. Hyde, E. Mondragon, K. Turk, P.H. Moisander, and J.P. Zehr, 2012: Rates of dinitrogen fixation and the abundance of diazotrophs in North American coastal waters between Cape Hatteras and Georges Bank. *Limnology and Oceanography*, **57**(4), 1067-1083.

- Polovina, J.J., J.P. Dunne, P.A. Woodworth, and E.A. Howell, 2011: Projected expansion of the subtropical biome and contraction of the temperate and equatorial upwelling biomes in the North Pacific under global warming. *ICES Journal of Marine Science*, **68(6)**, 986-995.
- Rykczewski, R.R. and J.P. Dunne, 2011: A measured look at ocean chlorophyll trends. *Nature*, **472(7342)**, E5-E6, doi:10.1038/nature09952.
- Saba, V.S., M.A.M. Friedrichs, M.-E. Carr, D. Antoine, R.A. Armstrong, I. Asanuma, O. Aumont, N.R. Bates, M.J. Behrenfeld, V. Bennington, L. Bopp, J. Bruggeman, E.T. Buitenhuis, M.J. Church, A.M. Ciotti, S.C. Doney, M. Dowell, J. Dunne, S. Dutkiewicz, W. Gregg, N. Hoepffner, K.J.W. Hyde, J. Ishizaka, T. Kameda, D.M. Karl, I. Lima, M.W. Lomas, J. Marra, G.A. McKinley, F. Mélin, J.K. Moore, A. Morel, J. O'Reilly, B. Salihoglu, M. Scardi, T.J. Smyth, S.L. Tang, J. Tjiputra, J. Uitz, M. Vichi, K. Waters, T.K. Westberry, and A. Yool, 2010: Challenges of modeling depth-integrated marine primary productivity over multiple decades: a case study at BATS and HOT. *Global Biogeochemical Cycles*, **24**, GB3020, doi:10.1029/2009GB003655.
- Saba, V.S., M.A.M. Friedrichs, D. Antoine, R.A. Armstrong, I. Asanuma, M.J. Behrenfeld, A.M. Ciotti, M. Dowell, N. Hoepffner, K.J.W. Hyde, J. Ishizaka, T. Kameda, J. Marra, F. Mélin, A. Morel, J. O'Reilly, M. Scardi, W.O. Smith Jr., T.J. Smyth, S. Tang, J. Uitz, K. Waters, and T.K. Westberry, 2011: An evaluation of ocean color model estimates of marine primary productivity in coastal and pelagic regions across the globe. *Biogeosciences*, **8(2)**, 489-503.
- Sarmiento, J.L., R. Slater, R. Barber, L. Bopp, S.C. Doney, A.C. Hirst, J. Kleypas, R. Matear, U. Mikolajewicz, P. Monfray, V. Soldatov, S.A. Spall, and R. Stouffer, 2004: Response of ocean ecosystems to climate warming. *Global Biogeochemical Cycles*, **18(3)**, GB3003, doi:10.1029/2003GB002134.
- Schmittner, A., A. Oschlies, H.D. Matthews, and E.D. Galbraith, 2008: Future changes in climate, ocean circulation, ecosystems, and biogeochemical cycling simulated for a business-as-usual CO2 emission scenario until year 4000 AD. *Global Biogeochemical Cycles*, **22(1)**, GB1013, doi:10.1029/2007GB002953.
- Steinacher, M., F. Joos, T.L. Frölicher, L. Bopp, P. Cadule, V. Cocco, S.C. Doney, M. Gehlen, K. Lindsay, J.K. Moore, B. Schneider, and J. Segschneider, 2010: Projected 21st century decrease in marine productivity: a multi-model analysis. *Biogeosciences*, **7(3)**, 979-1005.
- Westberry, T., M.J. Behrenfeld, D.A. Siegel, and E. Boss, 2008: Carbon-based primary productivity modeling with vertically resolved photoacclimation. *Global Biogeochemical Cycles*, **22(2)**, GB2024, doi:10.1029/2007GB003078.
- Wilson, S.T., D. Böttjer, M.J. Church, and D.M. Karl, 2012: Comparative assessment of nitrogen fixation methodologies, conducted in the oligotrophic North Pacific Ocean. *Applied and Environmental Microbiology*, **78(18)**, 6516-6523.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Бойд, Ф. В., С. Сандби, Г.-О. Пертнер, 2014: *Перекрестная вставка по главам о чистой первичной продукции в океане.*

*В: Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 151-155. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).*



## Сводные показатели регионального климата

Ноа Диффенбах (США), Даити Стоун (Канада/Южная Африка/США), Питер Торн, (США/Норвегия/СК), Филиппо Джорджи (Италия), Брус Хюитсон (Южная Африка), Ричард Джоунс (СК), Гирт Ян ван Олденборг (Нидерланды)

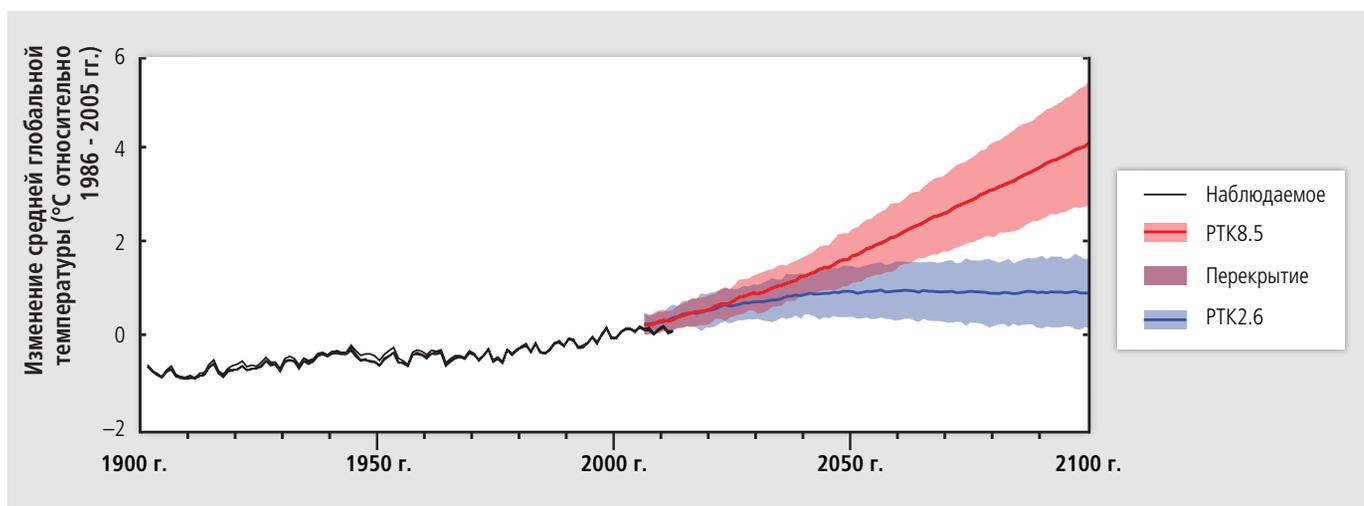
Информация о вероятности изменения регионального климата, рассмотренная Рабочей группой I (РГ I), представляет собой основу для оценки связанных с климатом рисков, выполненной Рабочей группой II. Для облегчения восприятия этой оценки в региональных главах доклада РГ II представлен скоординированный набор показателей регионального климата, который обобщает наблюдаемые и прогнозируемые изменения среднегодовой температуры и суммы осадков в краткосрочной и долгосрочной перспективе по сценариям РТК2.6 и РТК8.5. В этих сводных показателях регионального климата РГ II используются те же поля температуры и осадков, которые применялись для оценки в РГ I, глава 2, и РГ I, глава 12, причем пространственные границы, метрики неопределенности и классы данных подобраны таким образом, чтобы обосновать оценку РГ II в области связанных с климатом рисков и вариантов менеджмента рисков. Дополнительные сведения о региональном климате и региональных климатических процессах можно найти в РГ I, глава 14, и РГ I, дополнение 1.

При построении карт наблюдаемых среднегодовых температур и осадков в РГ II использовались те же источники данных, методы расчетов достаточности данных и значимости трендов, что и в РГ I, глава 2, и РГ I, рисунки РП.1 и РП.2. (Полное описание процедуры отбора данных наблюдения и проверки значимости содержится в РГ I, вставка 2.2). Наблюдаемые тренды определяются с помощью линейной регрессии по данным объединенного массива данных о приземной температуре - температуре поверхности океана (MLOST) для средней годовой температуры в период 1901 – 2012 гг. и по массиву Глобального центра климатологии осадков (ГЦКО) для годовых сумм осадков в период 1951 - 2010 гг. Символьные знаки на картах классифицируются по трем категориям, отражающим категории, применявшиеся на рисунках РП.1 и РП.2 РГ I:

- 1) Сплошной закрашкой выделены области, в которых (а) имеется достаточное количество данных для надежной оценки тренда (т. е. только для ячеек сетки с наличием более 70 % от возможного объема данных, причем более 20 % от возможного объема данных в первые и последние 10 % периода наблюдений), и (б) тренд значим на уровне 10% (после учета влияния коэффициента автокорреляции ряда на тестирование значимости).

- 2) Диагональной штриховкой отмечены районы, в которых имеется достаточное количество данных для надежной оценки тренда, но тренд незначим на уровне 10%.
- 3) Белым цветом отмечены области, объем данных в которых недостаточен для надежной оценки тренда.

Карты РГ II с перспективными оценками среднегодовых значений температуры и осадков основаны на модельных расчетах в рамках этапа 5 Проекта по сравнению сопряженных моделей (CMIP5; Taylor et al., 2012), которые также лежат в основе показателей, представленных в материалах РГ I (включая РГ I, главы 12, 14, и дополнение I). Архив CMIP5 включает данные расчетов по моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), МОЦАО с сопряженными компонентами, описывающими растительность и/или углеродный цикл, и МОЦАО с сопряженными компонентами химии атмосферы. Число моделей, по которым имеются результаты расчетов, и число реализаций каждой модели изменяются от одного эксперимента в рамках CMIP5 к другому. При построении карт регионального климата РГ II используются те же исходные данные, что и в главе 12 РГ I (например, вставка 12.1, рисунок 1), включая средние мультимодельные значения РГ I; значения от отдельных моделей РГ I; полученную РГ I оценку исходной («внутренней») изменчивости; и принятые в качестве точки отсчета временные периоды РГ I: (1986 - 2005 гг.), середина XXI века (2046 – 2065 гг.) и конец XXI века (2081 – 2100 гг.). Полное описание выбранных моделей, выбранных реализаций, методов определения внутренней изменчивости и методов интерполяции на единую сетку, содержится в главе 12 и дополнении I РГ I.



**Рисунок ПК-1** | Наблюдаемые и прогнозируемые изменения глобальной средней годовой температуры. Значения представлены относительно периода 1986-2005 гг. Черными линиями показаны полученные на основе данных наблюдений результаты анализа температуры поверхности моря, проведенного Институтом космических исследований Годдарда (GISTEMP), совокупного анализа приземной температуры – температуры поверхности океана Национального центра климатических данных (NCDC-MLOST), и сеточного массива данных о приземной температуре, версия 4.2, Центра Гадлея Метеорологического бюро СК/Отдела исследований климата (HadCRUT 4.2). Синие и красные линии и затенение обозначают среднее значение по ансамблю и  $\pm 1,64$  диапазона стандартного отклонения, основанные на модельных расчетах этапа 5 Проекта по сравнению сопряженных моделей (CMIP5) по 32 моделям для репрезентативной траектории концентраций (РТК) 2.6 и 39 моделям для РТК8.5.

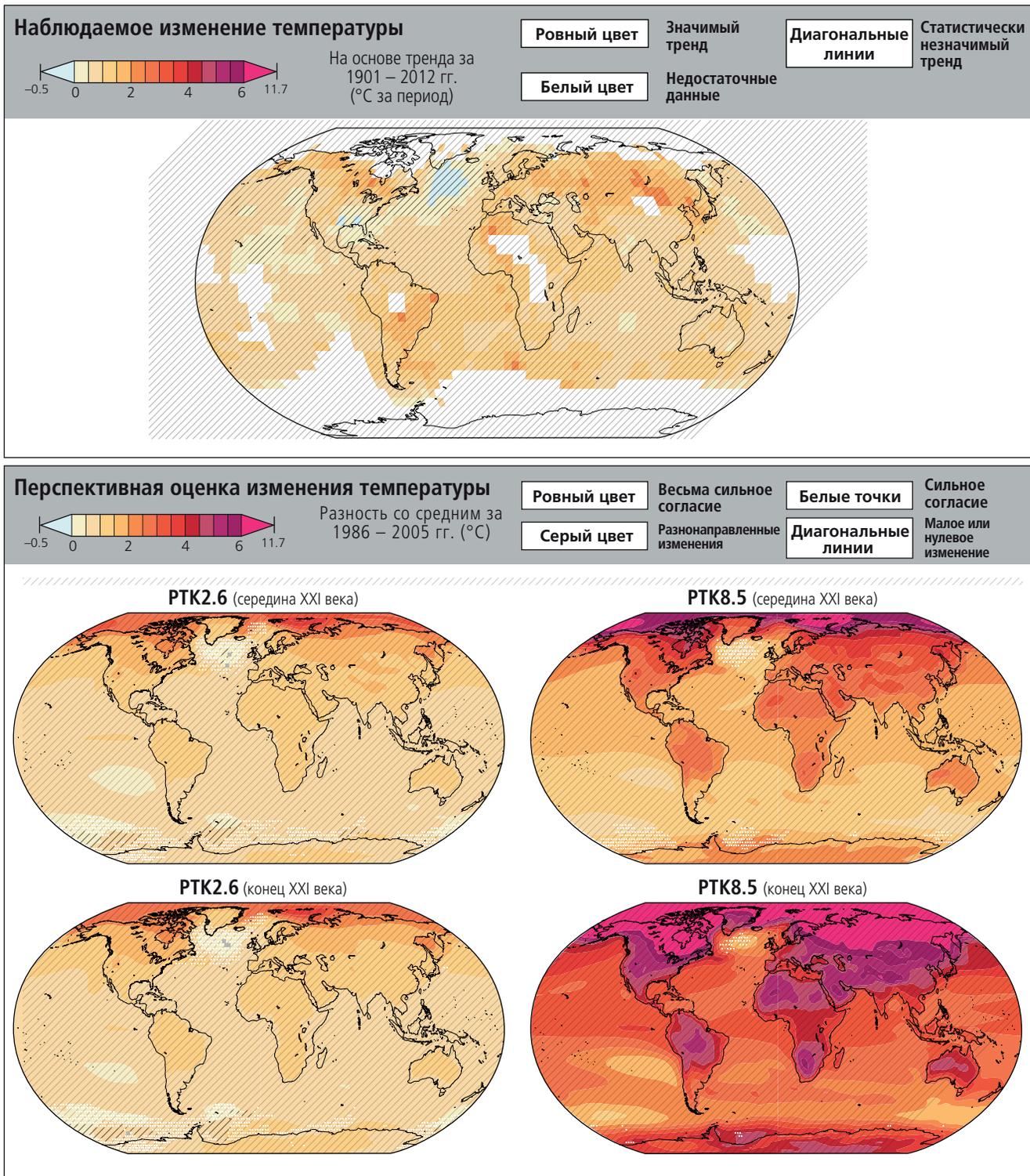
В отличие от этапа 3 Проекта по сравнению сопряженных моделей (CMIP3) (Meehl et al., 2007), когда использовались сценарии выбросов (МГЭИК, 2000 г.) из Специального доклада МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ), в CMIP5 для описания возможных траекторий климатического воздействия в течение XXI века используются репрезентативные траектории концентраций (РТК) (van Vuuren et al., 2011). Прогностические карты регионального климата РГ II включают РТК2.6 и РТК8.5, которые представляют нижнюю и верхнюю границы диапазона РТК для конца XXI века. В течение следующих нескольких десятилетий прогнозируемые изменения средней глобальной температуры одинаковы для всего диапазона РТК (рисунок ПК-1; РГ I, рисунок 12.5). В течение этой короткой эпохи инерционного изменения климата риски будут эволюционировать по мере взаимодействия социально-экономических тенденций с изменяющимся климатом. Кроме того, на краткосрочные последствия будет влиять реакция общества, в особенности разные виды адаптации. Во второй половине XXI века и позднее величина роста глобальной температуры различается от одной РТК к другой (рисунок ПК-1; РГ I, рисунок 12.5). Для этой длительной эпохи вариантов изменения климата, климатические риски будут определяться краткосрочными и долгосрочными мерами по смягчению воздействий и адаптации, а также путями развития. Таким образом, преимущества смягчения последствий и адаптации проявляются в различных, но пересекающихся между собой временных периодах и, тем самым, современный выбор влияет на риски, связанные с изменением климата в течение всего XXI века.

Прогностические карты отображают разности значений средней годовой температуры и годовой суммы осадков между будущим и базовым периодами (рисунки РК-2 и РК-3), разделенные на четыре класса. Классы определены в соответствии с руководством МГЭИК по оценке неопределенностей, создающего количественную основу для определения правдоподобия (Mastrandrea et al., 2010), причем *вероятно* определяется в интервале 66-100 %, а *весьма вероятно* — 90 – 100 %.

Классификации, принятые на рисунках с перспективными оценками регионального климата РГ II, основаны на двух аспектах правдоподобия (например, РГ I, вставка 12.1, и Knutti et al., 2010). Первый - это правдоподобие того, что прогнозируемые изменения превысят разницу, возникающую из-за внутренней изменчивости климата (например, Tebaldi et al., 2011). Второй - это степень согласия между моделями касательно знака изменения (например, Christensen et al., 2007; и МГЭИК, 2012 г.).

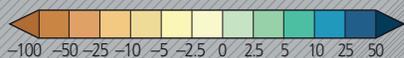
Четыре классификации прогнозируемого изменения на картах регионального климата РГ II:

- 1) Сплошными цветами показаны области с очень большой степенью согласия, где мультимодельное среднее изменение более чем в два раза превышает базовую изменчивость (естественную внутреннюю изменчивость, полученную по 20 средним годовым значениям), или  $\geq 90$  % моделей согласуются по знаку изменения. Эти критерии (и области, попадающие в эту категорию) идентичны самой высокой категории достоверности в РГ I, вставка 12.1. Эта категория заменяет другие категории на картах регионального климата РГ II.
- 2) Белыми точками показаны области с большой степенью согласия, где  $\geq 66$  % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, и  $\geq 66$  % моделей согласуются по знаку изменения.
- 3) Серым цветом показаны области с разнонаправленными изменениями, где  $\geq 66$  % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, но  $< 66$  % моделей согласуются по знаку изменения.
- 4) Диагональными цветными линиями показаны области с малым или нулевым изменением, где  $< 66$  % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость. Следует отметить, что области, входящие в эту категорию для среднего годового значения, могут, тем ни менее, продемонстрировать значимые изменения на временных масштабах в сезон, месяц и/или день.



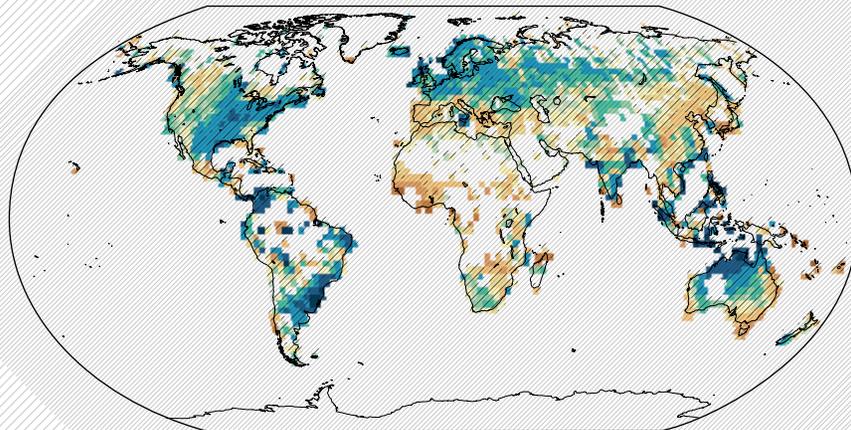
**Рисунок РК-2 |** Наблюдаемые изменения и перспективные оценки изменений среднегодовой приземной температуры. (А) Карта наблюдаемого изменения среднегодовой температуры в период 1901 - 2012 гг., полученного исходя из линейного тренда там, где достаточное количество данных позволяет дать четкую оценку (т. е. только для ячеек сетки с наличием более 70 % от возможного объема данных, причем более 20 % от возможного объема данных за первые и последние 10 % временного периода); другие области показаны белым цветом. Ровным цветом показаны области, в которых тренды статистически значимы на уровне 10% (после учета влияния коэффициента автокорреляции на оценку статистической значимости). Диагональными линиями отмечены области, в которых тренды незначимы. Данные наблюдений (диапазон значений в узлах сетки: от -0,53 до +2,50 °C за период) взяты из рисунков РП.1 и 2.21 ОД5 РГ I. (В) Мультимодельные средние перспективные оценки изменений среднегодовой температуры для периодов 2046 - 2065 гг. и 2081 - 2100 гг. относительно 1986 – 2005 гг., полученные в рамках Проекта по сравнению сопряженных моделей (СМIP5) согласно репрезентативной траектории концентрации (РТК) 2.6 и 8.5. Ровными цветами показаны области весьма сильного согласия, в которых мультимодельное среднее изменение более чем в два раза превышает базовую изменчивость (естественную внутреннюю изменчивость значений, осредненных за 20 лет) и ≥90 % моделей согласуются по знаку изменения. Белыми точками показаны области с высокой степенью согласия, где ≥66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, и ≥66 % моделей согласуются по знаку изменения. Серым цветом показаны области с разнонаправленными изменениями, где ≥66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, но <66 % моделей согласуются по знаку изменения. Диагональными линиями показаны области с малым или нулевым изменением, где <66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, хотя значимое изменение может происходить на более коротких временных масштабах, таких как сезоны, месяцы или дни. В процессе анализа используются модельные данные ОД5 РГ I, рисунок РП.8, вставка 12.1 и дополнение I. Диапазон значений в узлах сетки для мультимодельных средних: от +0,19 до +4,08 °C для середины XXI века по сценарию РТК2.6; от +0,06 до +3,95 °C для конца XXI века по сценарию РТК2.6; от +0,70 до +7,04 °C для середины XXI века по сценарию РТК8.5; и от +1,38 до +11,71 °C для конца XXI века по сценарию РТК8.5.

**Наблюдаемое изменение осадков**

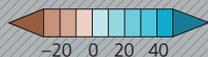


Тренды среднегодового количества осадков за 1951 – 2010 гг. (мм/год за 10 лет)

- Ровный цвет: Значимый тренд
- Белый цвет: Недостаточные данные
- Диагональные линии: Статистически незначимый тренд



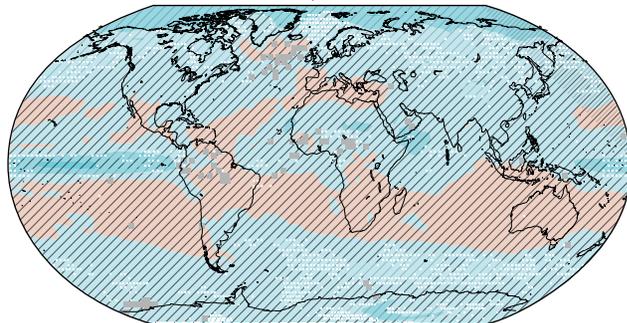
**Перспективная оценка изменения осадков**



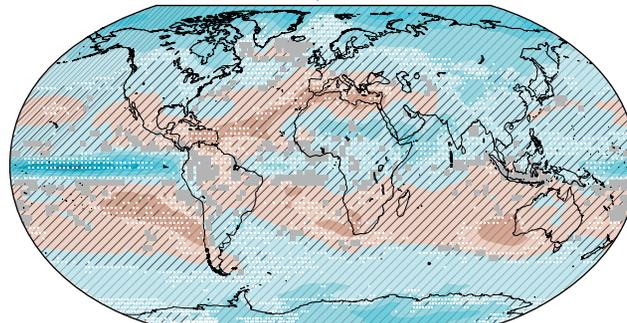
Разность со средним за 1986 – 2005 гг. (%)

- Ровный цвет: Весьма сильное согласие
- Серый цвет: Разнонаправленные изменения
- Белые точки: Сильное согласие
- Диагональные линии: Малое или нулевое изменение

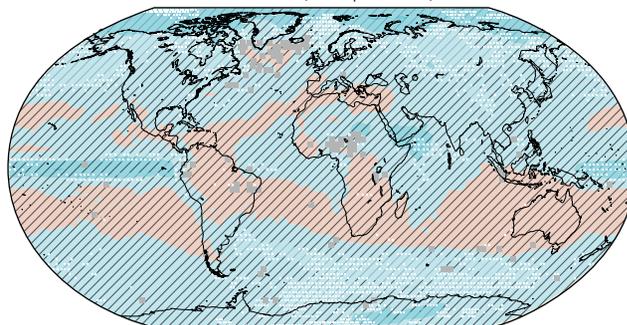
**РТК2.6** (середина XXI века)



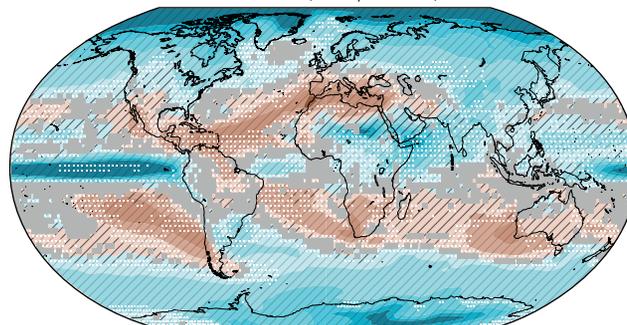
**РТК8.5** (середина XXI века)



**РТК2.6** (конец XXI века)



**РТК8.5** (конец XXI века)



**Рисунок РК-3** | Наблюдаемые изменения и перспективные оценки изменений среднегодовой суммы осадков. (А) Карта наблюдаемого изменения среднего годового количества осадков в период 1951 – 2010 гг., полученного исходя из линейного тренда там, где достаточное количество данных позволяет дать четкую оценку (т. е., только для ячеек сетки с наличием более 70 % от возможного объема данных, причем более 20 % от возможного объема данных за первые и последние 10 % периода наблюдений); другие области показаны белым цветом. Ровным цветом показаны области, в которых тренды статистически значимы на уровне 10% (после учета влияния коэффициента автокорреляции на оценку статистической значимости). Диагональными линиями отмечены области, в которых тренды незначимы. Данные наблюдений (диапазон значений в узлах сетки: от -185 до +111 мм/год за 10 лет) взяты из ОД5 РГ I, рисунки РП.2 и 2.29. (В) Мультимодельные средние процентные изменения среднегодового количества осадков в периоды 2046 - 2065 гг. и 2081 – 2100 гг. по отношению к периоду 1986 – 2005 гг., полученные в рамках Проекта по сравнению сопряженных моделей (СМIP5) согласно репрезентативной траектории концентраций (РТК) 2.6 и 8.5. Ровным цветом показаны области с весьма большой степенью согласия, в которых изменение средних мультимодельных значений более чем в два раза превышает базовую изменчивость (естественную внутреннюю изменчивость значений, усредненных за 20 лет) и ≥90% моделей согласуются по знаку изменения. Белыми точками показаны области сильного согласия, где ≥66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, и ≥66 % моделей согласуются по знаку изменения. Серым цветом показаны области с разнонаправленными изменениями, где ≥66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, но <66 % моделей согласуются по знаку изменения. Диагональными цветными линиями показаны области с малым или нулевым изменением, где <66 % моделей показывают изменение, превышающее базовую изменчивость, хотя значимое изменение может происходить на более коротких временных масштабах, таких как сезоны, месяцы или дни. В процессе анализа используются модельные данные ОД5 РГ I, рисунок РП.8, вставка 12.1 и дополнение 1. Диапазон значений в узлах сетки для мультимодельных средних: от -10 до +24 % для середины XXI века по сценарию РТК2.6; от -9 до +22 % для конца XXI века по сценарию РТК2.6; от -19 до +57 % для середины XXI века по сценарию РТК8.5; и от -34 до +112 % для конца XXI века по сценарию РТК8.5.



## Ссылки

- Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr, and P. Whetton, 2007: Regional climate projections. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 847-940.
- МГЭИК, 2000 г.: *Специальный доклад о сценариях выбросов* [Н. Накиченович и Р. Сварт (редакторы)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 570 pp.
- МГЭИК, 2012 г.: *Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Специальный доклад рабочих групп I и II Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [К. Б. Филд, В. Баррос, Т. Ф. Стокер, Цинь Дахэ, Д. Д. Доккен, К. Л. Эби, М. Д. Мастрандреа, К. Мэч, Д.-К. Платтнер, С. Аллен, М. Тигнор и П. Миджлей (редакторы)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 582 pp.
- Knutti, R., R. Furrer, C. Tebaldi, J. Cermak, and G.A. Meehl, 2010: Challenges in combining projections from multiple climate models. *Journal of Climate*, 23(10), 2739-2758.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers, 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf.
- Meehl, G.A., C. Covey, K.E. Taylor, T. Delworth, R.J. Stouffer, M. Latif, B. McAvaney, and J.F.B. Mitchell, 2007: The WCRP CMIP3 multimodel dataset – a new era in climate change research. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 88(9), 1383-1394.
- Taylor, K.E., R.J. Stouffer, and G.A. Meehl, 2012: An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(4), 485-498.
- Tebaldi, C., J.M. Arblaster, and Reto Knutti, 2011: Mapping model agreement on future climate projections. *Geophysical Research Letters*, 38(23), L23701, doi:10.1029/2011GL049863.
- van Vuuren, D.P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G.C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J.-F. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S.J. Smith, and S.K. Rose 2011: The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(1-2), 5-31.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Диффенбах, Н. С., Д. А. Стоун, П. Торн, Ф. Джорджи, Б. К. Хюитсон, Р. Джоунс и Г. Я. ван Олденбург, 2014: Перекрестная вставка по главам о сводных показателях регионального климата. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэч, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 157-162. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

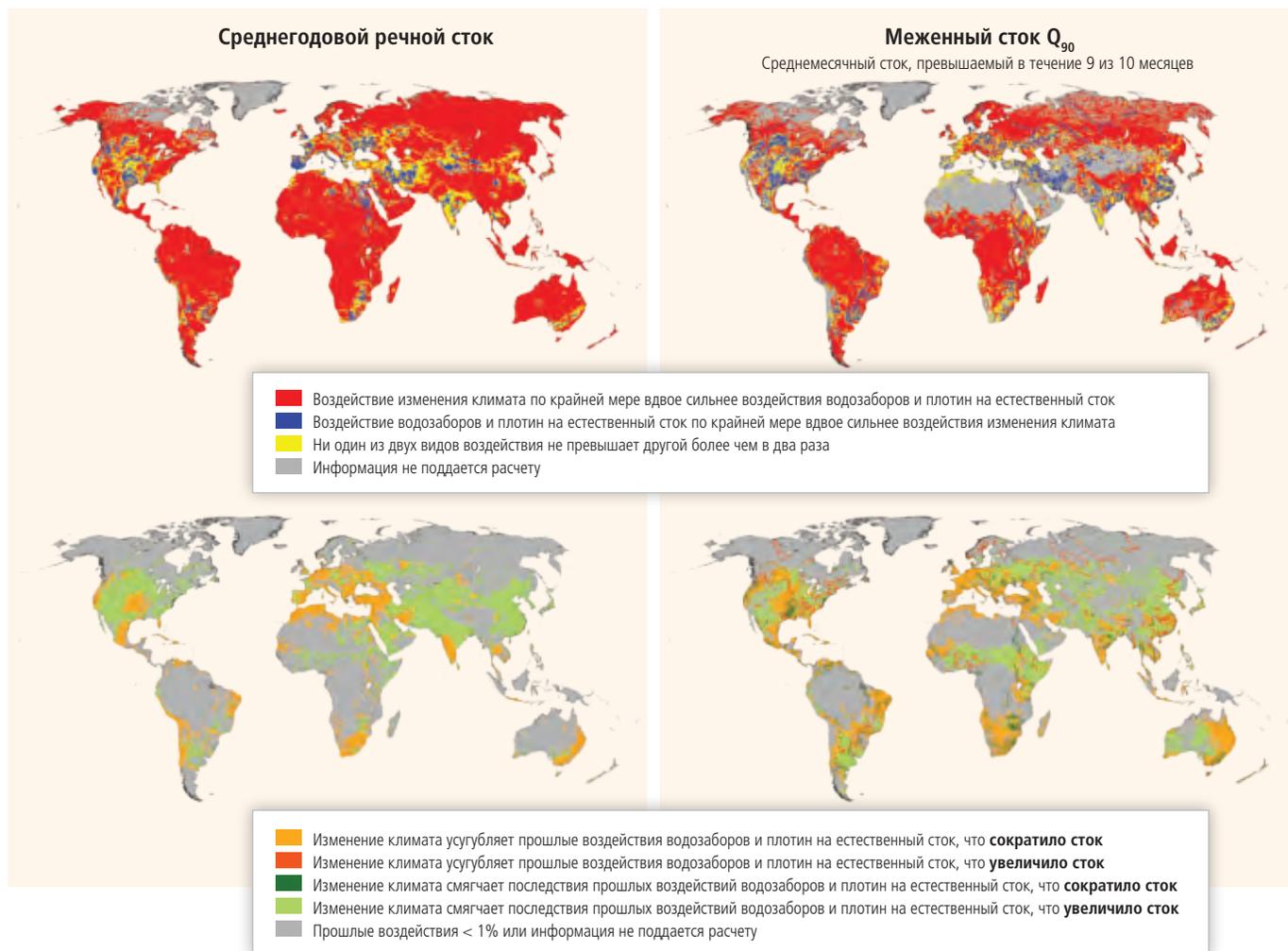
# Воздействие изменения климата на пресноводные экосистемы вследствие изменившихся режимов речного стока

Петра Делл (Германия), Стюарт Банн (Австралия)

Общепризнано, что режим стока в первую очередь определяет структуру и функцию рек и связанных с ними пойменных водно-болотных угодий, а изменение стока рассматривается в качестве серьезной и постоянной угрозы для пресноводных экосистем (Bunn and Arthington, 2002; Poff and Zimmerman, 2010; Poff et al., 2010). Большинство моделей географического распределения видов не учитывают эффекты изменения режима стока (т.е. изменения частоты, величины, продолжительности и/или времени важнейших параметров стока или используют осадки в качестве параметра, характеризующего речной сток (Heino et al., 2009).

Имеются все большие свидетельства того, что изменение климата существенно изменит экологически важные атрибуты гидрологических режимов рек и водно-болотных угодий и усугубит воздействия антропогенного водопользования в освоенных речных бассейнах (*средняя степень достоверности*; Xenopoulos et al., 2005; Aldous et al., 2011). Как показывает перспективная оценка, к 2050-м годам изменение климата повлияет на характеристики речного стока, такие как многолетний средний расход, сезонный ход и статистические параметры максимального стока (но не статистические параметры межennaleго стока), в большей степени, чем это сделали строительство плотин и забор воды вплоть до приблизительно 2000 г. (рисунок РС-1; Döll and Zhang, 2010). Согласно одному из сценариев климата (сценарий выбросов А2 из Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ), модель прогнозирования климата Центра им. Гадлея Метеобюро СК, версия 3 (HadCM3)), к 2050-м годам 15 % глобальной суши может подвергнуться негативному воздействию из-за сокращения числа видов рыб в верхних частях бассейнов более чем на 10 % по сравнению со всего 10 % площади суши, которая уже пострадала от таких сокращений вследствие водозабора и строительства плотин (Döll and Zhang, 2010). Изменение климата может усугубить негативное влияние плотин на пресноводные экосистемы, но может также создать возможности по эксплуатации плотин и гидроэлектростанций для блага речных экосистем. Это происходит в том случае, когда общий сток увеличивается и, как это имеет место в Швеции, годовой гидрограф становится более соответствующим колебаниям в потреблении электроэнергии, т.е. характеризуется пониженным весенним половодьем и повышенным стоком в зимние месяцы (Renofalt et al., 2010).

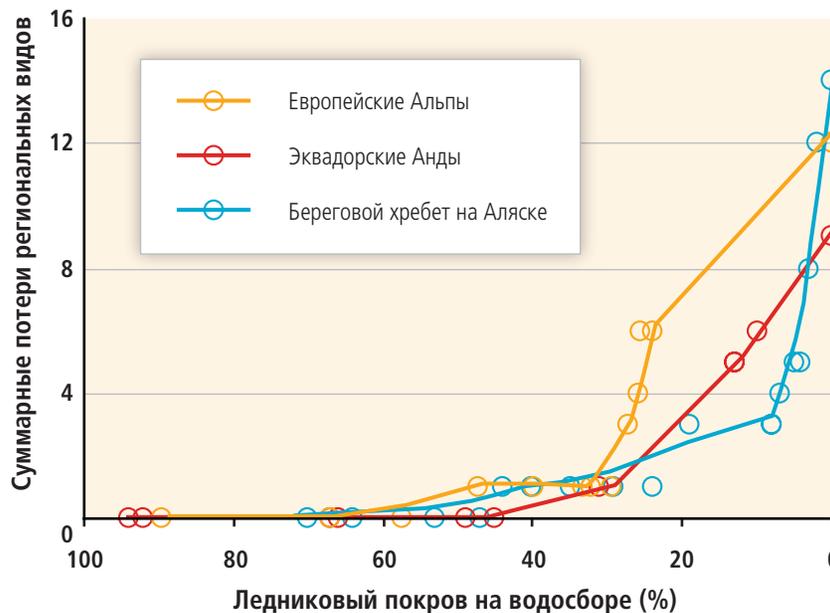
Поскольку биота часто адаптируется к определенному уровню изменчивости речного стока, прогнозируемое усиление изменчивости речного стока, обусловленное повышением изменчивости климата, станет, *вероятно*, причиной выбора в пользу универсальных и инвазивных видов (Ficke et al., 2007). Относительно устойчивые места обитания в водотоках, питаемых грунтовыми водами в бассейнах с преобладанием снега и льда, могут быть изменены за счет сокращения подпитки талой водой и, в результате этого, испытывать воздействие более изменчивого (возможно, перемежающегося) стока (Hannah et al., 2007). Изменением изменчивости стока, приводящим к большим последствиям, является сдвиг режима стока от перемежающегося к постоянному и наоборот. Согласно перспективным оценкам, до 2050-х годов сдвиги в режиме речного стока могут произойти на 5-7 % площади глобальной суши, преимущественно в полусушливых областях (Döll and Müller Schmied, 2012; см. таблицу 3-2 в главе 3).



**Рисунок РС-1** | Сравнение воздействия на естественный сток изменения климата и водозаборов и плотин на основе двух экологически важных характеристик речного стока (среднегодовой речной сток и среднемесячный меженный сток  $Q_{90}$ ), рассчитанное с помощью глобальной гидрологической модели (Döll and Zhang, 2010). Воздействие изменения климата характеризуется процентной долей изменения стока между 1961-1990 гг. и 2041-2070 гг. в соответствии со сценарием выбросов A2, как это следует из расчетов по глобальной климатической модели, именуемой сопряженной моделью Центра им. Гадлея Метеобюро, версия 3 (HadCM3). Воздействие водозаборов и водохранилищ рассчитывается путем прогонки модели с учетом и без учета водозаборов и плотин, существующих на 2002 г. Просьба обратить внимание на то, что рисунок не отражает пространственных различий величины изменения.

В Африке треть видов рыб и пятая часть эндемичных видов рыб обитает в экорегионах, которые к 2050-м годам могут испытывать изменение расхода или стока более чем на 40 % (Thieme et al., 2010). Экорегионы, содержащие более 80 % пресноводных видов рыб Африки и несколько выдающихся экологических и эволюционных явлений будут, *вероятно*, характеризоваться гидрологическими условиями, существенно отличающимися от современных, причем изменения в среднем многолетнем расходе рек или стоке составят более 10 % вследствие изменения климата и водопользования (Thieme et al., 2010).

В результате повышения зимних температур пресноводные экосистемы в бассейнах со значительными запасами снега подвергаются воздействию повышенного речного стока зимой, более раннего пика весеннего стока и возможно пониженного летнего меженного стока (раздел 3.2.3). Значительное увеличение зимнего пикового стока может привести к 2050-ым годам к сокращению на 20-40 % поголовья лососевых на северо-западном тихоокеанском побережье США (в зависимости от климатической модели) вследствие размыва русла в период развития икринок, причем наиболее подвержены этому сравнительно чистые высотные районы (Battin et al., 2007). Сокращение летнего меженного стока усилит конкуренцию за водные ресурсы между экосистемами и водопользователями, эксплуатирующими системы орошения (Stewart et al., 2005). Обеспечение стока для потребностей окружающей среды путем приобретения или аренды прав на воду и изменения режима сбросов воды из водохранилищ станет важной стратегией адаптации (Palmer et al., 2009).



**Рисунок РС-2** | Суммарные потери регионального богатства видов (гамма разнообразия) макробеспозвоночных как функция площади водосбора, покрытого ледником. Макробеспозвоночные, связанные исключительно с реками с ледниковым питанием, начинают исчезать из совокупности видов при уменьшении площади ледникового покрова на водосборе до значений менее, чем приблизительно 50 %, и, как прогнозируется, от 9 до 14 видов будут потеряны при полном исчезновении ледников в каждом регионе, что соответствует 11, 16 и 38 % общего количества видов в трех экспериментальных районах в Эквадоре, Европе и на Аляске. Данные получены по наблюдениям на многочисленных речных постах в Эквадорских Андах и Швейцарских и Итальянских Альпах и при кратковременном обследовании состояния одной из рек в горах Берегового хребта на юго-востоке Аляски в течение почти трех десятилетий сокращения площади ледников. Каждая точка представляет речной пост (Европа или Эквадор) или дату (Аляска), а линии - кривые робастной аппроксимации (Воспроизводится с разрешения Jacobsen et al., 2012.)

Наблюдения и модельные расчеты дают основание полагать, что воздействия глобального потепления на ледники и водотоки и реки со снеговым питанием пройдут через две противоположные фазы (Burkett et al., 2005; Vuille et al., 2008; Jacobsen et al., 2012). В первой фазе, при повышении расхода рек в результате усиления таяния, общее биоразнообразие и численность видов могут увеличиться. Однако изменения температуры воды и стока могут оказать негативное воздействие на узкий диапазон условий существования эндемиков (Jacobsen et al., 2012). Во второй фазе, когда снежный покров будет таять в более ранние сроки и площадь ледника сократится до такой степени, что уменьшится сток водотоков во второй половине лета, ожидается возникновение широкого набора негативных видов воздействия, причем разнообразие видов начнет быстро уменьшаться как только будет пройден критический порог, соответствующий приблизительно 50 % площади ледяного покрова (рисунок РС-2).

Величина расхода реки также влияет на реакцию температуры речной воды на повышение температуры воздуха. Как следует из оценок, в глобальном масштабе увеличение температуры воздуха на 2 °C, 4 °C и 6 °C приводит к увеличению средней годовой температуры воды в реках на 1,3 °C, 2,6 °C и 3,8 °C, соответственно (van Vliet et al., 2011). Расчеты показывают, что уменьшение расходов на 20 % и 40 % приводит к дополнительному увеличению температуры воды в реках в среднем на 0,3 °C и 0,8 °C (van Vliet et al., 2011). Таким образом, в тех случаях, когда в будущем реки будут чаще испытывать влияние засухи, пресноводная биота будет страдать не только непосредственно вследствие изменения условий стока, но и из-за вызванного засухой повышения температуры речной воды, а также связанного с этим понижения концентрации кислорода и увеличения концентрации загрязняющих веществ.

## Ссылки

- Aldous, A., J. Fitzsimons, B. Richter, and L. Bach, 2011: Droughts, floods and freshwater ecosystems: evaluating climate change impacts and developing adaptation strategies. *Marine and Freshwater Research*, 62(3), 223-231.
- Battin, J., M.W. Wiley, M.H. Ruckelshaus, R.N. Palmer, E. Korb, K.K. Bartz, and H. Imaki, 2007: Projected impacts of climate change on salmon habitat restoration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(16), 6720-6725.
- Bunn, S.E. and A.H. Arthington, 2002: Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, 30(4), 492-507.
- Burkett, V., D. Wilcox, R. Stottlemeyer, W. Barrow, D. Fagre, J. Baron, J. Price, J. Nielsen, C. Allen, D. Peterson, G. Ruggerone, and T. Doyle, 2005: Nonlinear dynamics in ecosystem response to climatic change: case studies and policy implications. *Ecological Complexity*, 2(4), 357-394.
- Döll, P. and H. Müller Schmied, 2012: How is the impact of climate change on river flow regimes related to the impact on mean annual runoff? A global-scale analysis. *Environmental Research Letters*, 7(1), 014037, doi:10.1088/1748-9326/7/1/014037.
- Döll, P. and J. Zhang, 2010: Impact of climate change on freshwater ecosystems: a global-scale analysis of ecologically relevant river flow alterations. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(5), 783-799.
- Ficke, A.D., C.A. Myrick, and L.J. Hansen, 2007: Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17(4), 581-613.
- Hannah, D.M., L.E. Brown, A.M. Milner, A.M. Gurnell, G.R. McGregord, G.E. Petts, B.P.G. Smith, and D.L. Snook, 2007: Integrating climate-hydrology-ecology for alpine river systems. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 17(6), 636-656.
- Heino, J., R. Virkalla, and H. Toivonen, 2009: Climate change and freshwater biodiversity: detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews*, 84(1), 39-54.
- Jacobsen, D., A.M. Milner, L.E. Brown, and O. Dangles, 2012: Biodiversity under threat in glacier-fed river systems. *Nature Climate Change*, 2(5), 361-364.
- Palmer, M.A., D.P. Lettenmaier, N.L. Poff, S.L. Postel, B. Richter, and R. Warner, 2009: Climate change and river ecosystems: protection and adaptation options. *Environmental Management*, 44(6), 1053-1068.
- Poff, N.L. and J.K.H. Zimmerman, 2010: Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology*, 55(1), 194-205.
- Poff, N.L., B.D. Richter, A.H. Arthington, S.E. Bunn, R.J. Naiman, E. Kendy, M. Acreman, C. Apse, B.P. Bledsoe, M.C. Freeman, J. Henriksen, R.B. Jacobson, J.G. Kennen, D.M. Merritt, J.H. O'Keefe, J.D. Olden, K. Rogers, R.E. Tharme, and A. Warner, 2010: The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology*, 55(1), 147-170.
- Renofalt, B.M., R. Jansson, and C. Nilsson, 2010: Effects of hydropower generation and opportunities for environmental flow management in Swedish riverine ecosystems. *Freshwater Biology*, 55(1), 49-67.
- Stewart, I., D. Cayan, and M. Dettinger, 2005: Changes toward earlier streamflow timing across western North America. *Journal of Climate*, 18(8), 1136-1155.
- Thieme, M.L., B. Lehner, R. Abell, and J. Matthews, 2010: Exposure of Africa's freshwater biodiversity to a changing climate. *Conservation Letters*, 3(5), 324-331.
- van Vliet, M.T.H., F. Ludwig, J.J.G. Zwolsman, G.P. Weedon, and P. Kabat, 2011: Global river temperatures and sensitivity to atmospheric warming and changes in river flow. *Water Resources Research*, 47(2), W02544, doi:10.1029/2010WR009198.
- Vuille, M., B. Francou, P. Wagnon, I. Juen, G. Kaser, B.G. Mark, and R.S. Bradley, 2008: Climate change and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth-Science Reviews*, 89(3-4), 79-96.
- Xenopoulos, M., D. Lodge, J. Alcamo, M. Marker, K. Schulze, and D. Van Vuuren, 2005: Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, 11(10), 1557-1564.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Делл, П. и С.Е. Банн, 2014: Перекрестная вставка по главам о воздействии изменения климата на пресноводные экосистемы вследствие изменившихся режимов речного стока. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мак, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 163-166. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

# Повышение долгосрочной устойчивости к бедствиям, вызванным тропическими циклонами

Йошики Сайто (Япония), Кэтлин Макиннес (Австралия)

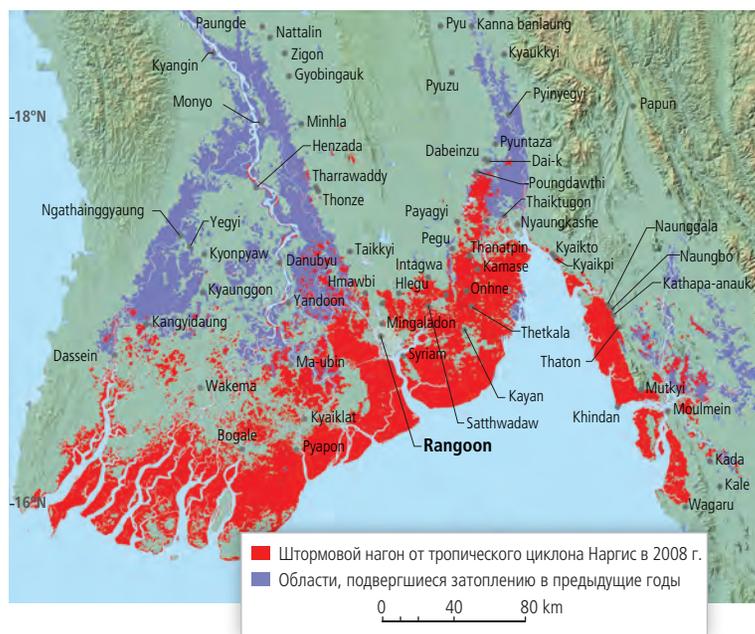
Тропические циклоны (которые в некоторых регионах также именуется ураганами и тайфунами) вызывают сильные ветры, проливные дожди, высокие волны и штормовые нагоны, каждый из которых могут оказывать большое воздействие на общество и экосистемы. На Бангладеш и Индию приходится 86 % смертельных случаев, вызванных тропическими циклонами (Murray et al., 2012), которые происходят преимущественно во время самых редких и наиболее сильных категорий штормов (т.е. категорий 3, 4 и 5 по шкале Саффира-Симпсона).

Во всем мире ежегодно возникают около 90 тропических циклонов (Seneviratne et al., 2012), хотя межгодовая изменчивость велика. Изменения в технологиях наблюдений, особенно после начала спутниковых наблюдений в конце 1970-х годов, затрудняют оценку трендов повторяемости и интенсивности тропических циклонов, что приводит к *низкой степени достоверности* того, что после учета всех произошедших изменений в возможностях наблюдений любые данные о наблюдаемых долговременных (т.е. в течение 40 лет и более) усилениях активности тропических циклонов являются надежными (Seneviratne et al., 2012; глава 2). Обнаружение и выявление причин возникновения вековых трендов тропических циклонов также имеют *низкую степень достоверности*. Будущие изменения характеристик тропических циклонов, вызванные изменением климата будут, вероятно, неодинаковыми в разных регионах. Это связано с тем, что имеется *средняя степень достоверности* того, что в отдельных регионах ощутимое влияние на тропические циклоны оказывает краткосрочное воздействие со стороны естественных и антропогенных аэрозолей. *Вероятно*, что повторяемость тропических циклонов уменьшится или останется неизменной в течение XXI века, в то время как интенсивность (т.е. максимальная скорость ветра и темпы выпадения осадков), *вероятно*, будет возрастать (ОД5 РГ1, раздел 14.6). Регионально-ориентированные перспективные оценки имеют *низкую степень достоверности* (см. ОД 5 РГ1, вставка 14.2).

Долгосрочные воздействия тропических циклонов включают засоление почв и водных ресурсов на прибрежных территориях и последующие проблемы в области продовольственной и водной безопасности,

вызванные связанными с циклонами штормовыми нагонами и волнами (Terry and Chui, 2012). Однако подготовка к экстремальным тропическим циклонам путем совершенствования управления и технических разработок в целях сокращения их воздействий открывает путь для усиления устойчивости к более долгосрочным изменениям, связанным с изменением климата.

Дельты рек в Азии особенно уязвимы для тропических циклонов из-за большой плотности населения в расширяющихся городских районах (Nicholls et al., 2007). Начиная с 1970 г. экстремальные циклоны в Азии стали причиной более 500 тысяч смертельных случаев (Murray et al., 2012), например, циклоны Бола в 1970 г., Горки в 1991 г., Телма в 1998 г., Гуджугат в 1998 г., Орисса в 1999 г., Сидр в 2007 г. и Наргис в 2008 г. Тропический циклон Наргис, обрушился на Мьянму 2 мая 2008 г. и вызвал гибель более 138 000 человек. Штормовые нагоны высотой в несколько метров привели к затоплению больших площадей в плотно заселенных прибрежных районах в дельте Иравади и прилегающих территорий (Revenga et al., 2003; Brakenridge et al., 2013). Затопленные области были показаны на снимке, сделанном 5 мая 2008 г. спектрометрическим спутником НАСА, предназначенном для получения изображений среднего разрешения (MODIS) (см. рисунок ТЦ-1).



**Рисунок ТЦ-1** | Пересечение зон внутриматерикового наводнения и наводнения, вызванного штормовым нагоном. Красным цветом показана область штормового нагона от тропического циклона Наргис вдоль дельты р. Иравади и к востоку от нее, Мьянма, составленная 5 мая 2008 г. при помощи спектрометра для получения изображений среднего разрешения (MODIS). Закрашенные фиолетовым цветом области к северу были затоплены рекой в предыдущие годы (источник: Brakenridge et al., 2013).

В работе Murray et al. (2012) проведено сравнение ответных мер на циклоны Сидр в Бангладеш в 2007 г. и Наргис в Мьянме в 2008 г., и показано, как методы уменьшения опасности бедствий могут быть успешно применены для адаптации к изменению климата. Сидр, несмотря на то, что он имел такую же силу, как и Наргис, вызвал гораздо меньшее число смертей (3 400 против более 138 000), и это было отнесено на счет успехов, достигнутых в Бангладеш в области повышения готовности и разработки ответных мер на основе опыта, полученного при прохождении предыдущих циклонов, таких как Бола и Горки. Меры реагирования включали строительство многоэтажных укрытий от циклонов, развитие потенциала для прогнозирования и предупреждения, создание в прибрежных районах сети добровольцев и восстановление прибрежных мангровых зарослей. Стратегии менеджмента рисков бедствий от тропических циклонов в прибрежных районах предусматривают разработку защитных мер и плана противодействия ожидаемым экстремальным явлениям, а также повышение устойчивости потенциально подверженных сообществ. Включение деятельности, относящейся к образованию, подготовке кадров и повышению осведомленности, в соответствующий постоянный процесс и практику является важным для долгосрочного успеха сокращения и менеджмента рисков бедствий (Murray et al., 2012). Однако в работе Birkmann and Teichman (2010) высказано предупреждение в отношении того, что хотя объединение стратегий уменьшения опасности бедствий и адаптации к изменению климата было бы желательно, различия в пространственных и временных масштабах, нормативных системах и видах и источниках информации между двумя этими целями могут завести в тупик попытки их эффективного объединения.

## Ссылки

- Birkman, J. and K. von Teichman, 2010: Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: key challenges – scales, knowledge and norms. *Sustainability Science*, 5, 171-184.
- Brakenridge, G.R., J.P.M. Syvitski, I. Overeem, S.A. Higgins, A.J. Kettner, J.A. Stewart-Moore, and R. Westerhoff, 2013: Global mapping of storm surges and the assessment of delta vulnerability. *Natural Hazards*, 66, 1295-1312, doi:10.1007/s11069-012-0317-z.
- Murray V., G. McBean, M. Bhatt, S. Borsch, T.S. Cheong, W.F. Erian, S. Llosa, F. Nadim, M. Nunez, R. Oyun, and A.G. Suarez, 2012: Case studies. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 487-542. (Тематические исследования. В: Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Специальный доклад рабочих групп I и II Межправительственной группы экспертов по изменению климата [К. Б. Филд, В. Баррос, Т. Ф. Стокер, Цинь Дахэ, Д. Д. Доккен, К. Л. Эби, М. Д. Мастрандреа, К. Мэч, Д.-К. Платтнер, С. Аллен, М. Тигнор и П. Миджлей (ред.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 487-542.)
- Nicholls, R.J., 2007: *Adaptation Options for Coastal Areas and Infrastructure: An Analysis for 2030*. Report to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), UNFCCC Secretariat, Bonn, Germany, 35 pp.
- Revenga, C., J. Nackoney, E. Hoshino, Y. Kura, and J. Maidens, 2003: Watersheds of Asia and Oceania: AS 12 Irrawaddy. In: *Water Resources eAtlas: Watersheds of the World*. A collaborative product of the International Union for Conservation of Nature (IUCN), the International Water Management Institute (IWMI), the Ramsar Convention Bureau, and the World Resources Institute (WRI), Washington, DC, USA, pdf.wri.org/watersheds\_2003/as13.pdf.
- Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 109-230. (В: Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Специальный доклад рабочих групп I и II Межправительственной группы экспертов по изменению климата [К. Б. Филд, В. Баррос, Т. Ф. Стокер, Цинь Дахэ, Д. Д. Доккен, К. Л. Эби, М. Д. Мастрандреа, К. Мэч, Д.-К. Платтнер, С. Аллен, М. Тигнор и П. Миджлей (ред.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 109-230)
- Terry, J. and T.F.M. Chui, 2012: Evaluating the fate of freshwater lenses on atoll islands after eustatic sea level rise and cyclone driven inundation: a modelling approach. *Global and Planetary Change*, 88-89, 76-84.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Сайто Й. и К.Л. Макиннес, 2014: Перекрестная вставка по главам о усилении долгосрочной устойчивости к бедствиям, вызванным тропическими циклонами. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэч, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 167-169. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).



## Неопределенные тренды в крупных апвеллинговых экосистемах

Сальвадор Е. Луч - Кота (Мексика), Уве Хоеф-Гулдберг (Австралия), Дэвид Карл (США), Ганс-О. Пертнер (Германия), Свен Сандби (Норвегия), Жан-Пьер Гаттусо (Франция)

Апвеллинг - это вертикальный перенос холодных, плотных, богатых биогенными веществами, имеющих относительно низкие значения рН и часто бедных кислородом вод в эвтрофическую зону с высокой освещенностью. Такие условия создают высокие уровни первичной продукции и большой объем биомассы бентосных и пелагических организмов. Движущими силами апвеллинга являются напряжение ветра и взаимодействие океанских течений с рельефом дна. Интенсивность апвеллинга также зависит от стратификации толщи вод. Главные апвеллинговые системы планеты - экваториальная апвеллинговая система (ЭАС; разделы 30.5.2, рисунок 30.1А) и восточные пограничные апвеллинговые экосистемы (ВПАЭ; раздел 30.5.5, рисунок 30.1А) - составляют всего 10 % от площади поверхности океана, но их вклад в глобальную добычу рыбы составляет почти 25 % (рисунок 30.1В, таблица SM30.1).

На морские экосистемы, связанные с апвеллинговыми системами, может влиять целый ряд механизмов в «восходящей» трофической цепи, причем апвеллинг, перенос и концентрации хлорофилла демонстрируют сильные взаимные корреляции в сезонном и межгодовом ходе и большую изменчивость. Они в свою очередь влияют на трофический перенос вверх по пищевой цепи, воздействуя на зоопланктон, кормовую рыбу, морских птиц и морских млекопитающих.

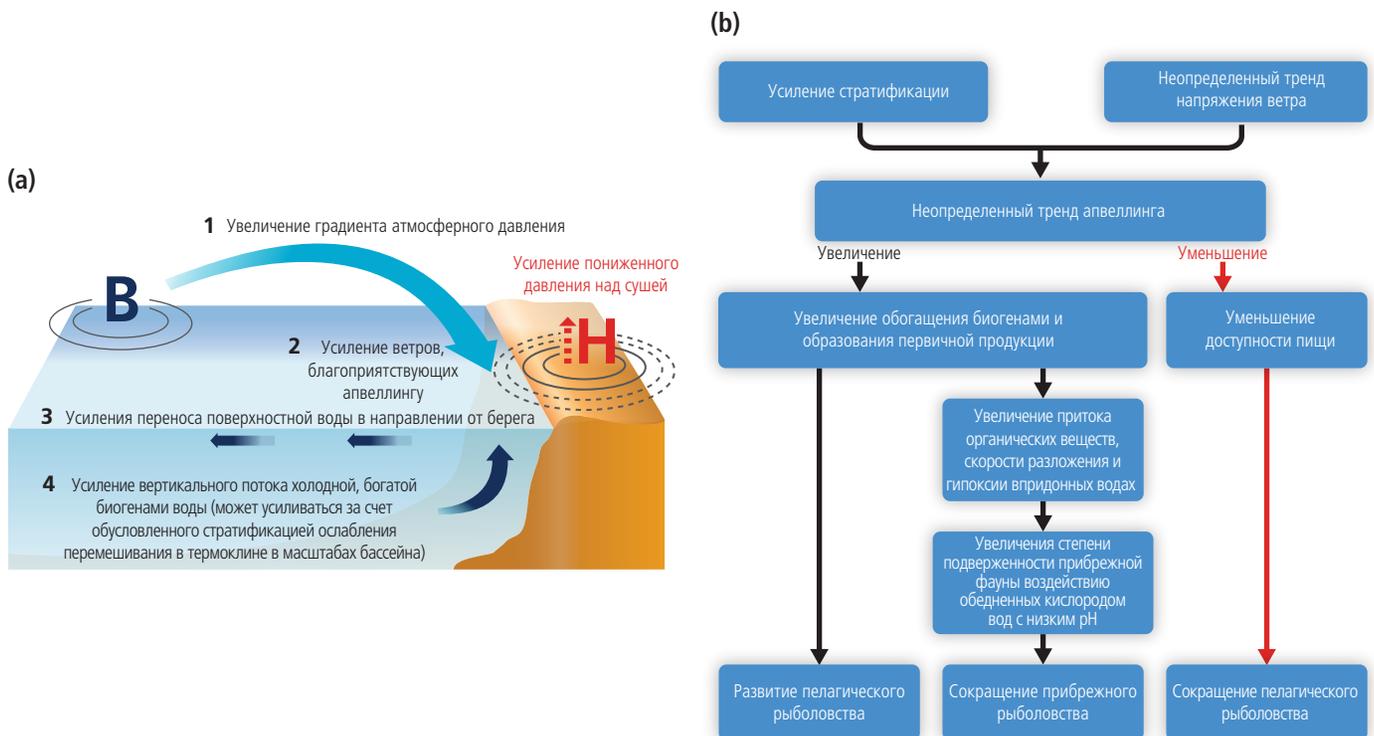
Ведутся широкие дискуссии относительно того, каким образом апвеллинговые системы могут измениться при потеплении и закислении океана. На глобальном уровне накопление тепла в поверхностном слое океана усилило стратификацию на 4 % (РГ I, разделы 3.2, 3.3, 3.8), что означает, что требуется большая энергия ветра для того, чтобы перенести глубинные воды к поверхности. Но все еще остается неясным, до какой степени напряжение ветра может компенсировать усиление стратификации из-за неопределенности трендов скорости ветра (РГ I, раздел 3.4.4). Наблюдавшееся в тропиках в течение нескольких десятилетий ослабление пассатных ветров входит в противоречие с последними данными, свидетельствующими об их усилении в конце 1990-х годов (РГ I, раздел 3.4.4). Наблюдения

и результаты моделирования фактически показывают разнонаправленные тренды прибрежного апвеллинга на восточных границах Тихого и Атлантического океанов. В работе Vakun (1990) выдвинуто предположение о том, что различие в скорости накопления тепла между сушей и океаном вызывает рост градиента давления, который приводит к усилению вдольбереговых ветров и интенсификации переноса поверхностных вод в направлении от берега за счет экмановской накачки, а также к апвеллингу богатых биогенными веществами холодных вод (рисунок ПВ-АП). Некоторые серии наблюдений в регионах подтверждают эту гипотезу, а другие нет. Имеется существенная изменчивость трендов потепления и похолодания за прошедшие десятилетия как внутри одной системы, так и от системы к системе, затрудняя предсказание изменений интенсивности во всех восточных ВПАЭ (раздел 30.5.5).

Понимание того, будут ли апвеллинг и изменение климата влиять на местную биоту аддитивным и синергическим или антагонистическим образом является важным для подготовки перспективных оценок того, каким образом произойдет изменение в предоставлении экологических товаров и услуг человеческому обществу. Даже если выяснится, что апвеллинги более устойчивы к изменению климата, чем другие океанические экосистемы, благодаря своей способности функционировать в экстремально изменчивых условиях (Carone and Hutchins, 2013), последствия сдвигов в них весьма важны, поскольку эти системы формируют значительную часть глобальной первичной продукции и улова рыбы (рисунок 30.1А,В; таблица SM30.1). Усилившийся апвеллинг увеличил бы продуктивность рыбного промысла. Однако перенос органического вещества с поверхности в глубокие слои океана может усилиться и стимулировать его разложение микробами, уменьшая тем самым содержание кислорода и увеличивая темпы накопления  $\text{CO}_2$  в более глубоких слоях океана. При возвращении воды на поверхность в процессе апвеллинга, бентосные и пелагические прибрежные сообщества оказываются подверженными воздействию закисленной и обедненной кислородом воды, которое может сочетаться с антропогенным воздействием и оказать негативное влияние на морскую биоту и структуру экосистем верхних слоев океана (*высокая степень достоверности*; разделы 6.3.2, 6.3.3, 30.3.2.2, 30.3.2.3). Экстремальная гипоксия может привести к аномальной смертности рыб и беспозвоночных (Keller et al., 2010), сократить потенциально возможные уловы рыбы и оказать воздействие на аквакультуру в прибрежных районах (Barton et al., 2012; см. также разделы 5.4.3.3, 6.3.3, 6.4.1, 30.5.1.1.2, 30.5.5.1.3). Сдвиги в апвеллинге также совпадают с очевидным ростом повторяемости подводных извержений метана и сероводорода, вызванных ускорением формирования и опускания биомассы фитопланктона на морское дно, где имеются гипоксия или анаэробные условия. Это сочетание факторов имеет своим последствием высокую смертность прибрежных рыб и беспозвоночных (Vakun and Weeks, 2004; Vakun et al., 2010), приводящую к существенному сокращению продуктивности рыб, таких как капская мерлуза (*Merluccius capensis*), наиболее ценящейся в Намибии (Namukuaya et al., 1998).

Ослабление апвеллинга может также уменьшить продуктивность важных пелагических рыб, таких как сардины, анчоусовые и макрель, с важными последствиями для экономики нескольких стран (раздел 6.4.1, глава 7, рисунок 30.1А, В, таблица S30.1). Однако согласно прогнозируемым сценариям сокращения восходящего притока биогенных веществ из-за усиления стратификации в открытом море, апвеллинг как биогенных веществ, так и микроэлементов может стать все более важным для поддержания запасов биогенных веществ и микроэлементов в верхних слоях океана. Высказано предположение о том, что содержание биогенных веществ и продуктивность могут увеличиться в зонах апвеллинга и при усилении стратификации, и что поднявшиеся и частично обедненные азотом воды, содержащие избыток фосфатов, могут отбирать азотофиксирующие микроорганизмы (Deutsch et al., 2007; Deutsch and Weber, 2012), но полевые наблюдения фиксации  $\text{N}_2$  в этих районах не подтвердили эти предсказания (Fernandez et al., 2011; Franz et al., 2012). Следовательно, необходимо оценить роль этого процесса в генерации глобальной первичной продукции (*низкая степень достоверности*).

Таким образом, центральным является вопрос о том, произойдет или нет интенсификация апвеллинга и, если да, то перевесят ли воздействия усиления апвеллинга на содержание  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  его положительное влияние на генерацию первичной продукции и связанные с ней рыболовство и аквакультуру (*низкая степень достоверности*). В любом случае растущие концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере придут в равновесие с ее содержанием в поднимающихся водах, что может сделать их более агрессивными, в зависимости от величины  $p\text{CO}_2$  в поднимающейся воде, и потенциально усилить воздействие на биоту в ВПАЭ.



**Рисунок АП-1** | (а) Гипотетический механизм усиления ветрового прибрежного апвеллинга в Экваториальной и Восточной пограничной апвеллинговых системах (ЭАС, ВПАЭ, рисунок 30-1), где различие в скорости нагрева суши и океана приводит к увеличению градиентов давления (1) между суши и океаном, что усиливает (2) вдольбереговые ветры, и (3) направленное от берега движение поверхностной воды под влиянием экмановского переноса, и (4) интенсифицирует подъем глубинных холодных, богатых биогенными веществами вод, для замены поверхностной воды. (б) Потенциальные последствия изменения климата для апвеллинговых систем. Усиливающаяся стратификация и неопределенности в тренде напряжения ветра приводят к неопределенности трендов апвеллинга. В результате усиления апвеллинга может увеличиться приток биогенных веществ в эвтрофическую зону и вырасти первичная продукция, которая, в свою очередь, может способствовать развитию пелагического рыболовства, но одновременно сокращению прибрежного рыболовства вследствие увеличения степени подверженности прибрежной фауны воздействию обедненных кислородом вод с низким pH. Ослабление апвеллинга может привести к уменьшению первичной продукции в этих системах с непосредственным воздействием на продуктивность пелагических рыб.

## Ссылки

- Bakun, A., 1990: Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science*, **247**(4939), 198-201.
- Bakun, A. and S.J. Weeks, 2004: Greenhouse gas buildup, sardines, submarine eruptions and the possibility of abrupt degradation of intense marine upwelling ecosystems. *Ecology Letters*, **7**(11), 1015-1023.
- Bakun, A., D. B. Field, A. N. A. Redondo-Rodriguez, and S. J. Weeks, 2010: Greenhouse gas, upwelling-favorable winds, and the future of coastal ocean upwelling ecosystems. *Global Change Biology* **16**:1213-1228.
- Barton, A., B. Hales, G.G. Waldbusser, C. Langdon, and R.A. Feely, 2012: The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, shows negative correlation to naturally elevated carbon dioxide levels: implications for near-term ocean acidification effects. *Limnology and Oceanography*, **57**(3), 698-710.
- Capone, D.G. and D.A. Hutchins, 2013: Microbial biogeochemistry of coastal upwelling regimes in a changing ocean. *Nature Geoscience*, **6**(9) 711-717.
- Deutsch, C. and T. Weber, 2012: Nutrient ratios as a tracer and driver of ocean biogeochemistry. *Annual Review of Marine Science*, **4**, 113-141.
- Deutsch, C., J.L. Sarmiento, D.M. Sigman, N. Gruber, and J.P. Dunne, 2007: Spatial coupling of nitrogen inputs and losses in the ocean. *Nature*, **445**(7124), 163-167.
- Fernandez, C., L. Farias, and O. Ulloa, 2011: Nitrogen fixation in denitrified marine waters. *PLoS ONE*, **6**(6), e20539, doi:10.1371/journal.pone.0020539.
- Franz, J., G. Krahlmann, G. Lavik, P. Grasse, T. Dittmar, and U. Riebesell, 2012: Dynamics and stoichiometry of nutrients and phytoplankton in waters influenced by the oxygen minimum zone in the eastern tropical Pacific. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **62**, 20-31.
- Hamukuaya, H., M.J. O'Toole, and P.M.J. Woodhead, 1998: Observations of severe hypoxia and offshore displacement of Cape hake over the Namibian shelf in 1994. *South African Journal of Marine Science*, **19**(1), 57-59.
- Keller, A.A., V. Simon, F. Chan, W.W. Wakefield, M.E. Clarke, J.A. Barth, D. Kamikawa and E.L. Fruh, 2010: Demersal fish and invertebrate biomass in relation to an offshore hypoxic zone along the US West Coast. *Fisheries Oceanography*, **19**, 76-87.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Луч - Кота, С. Е., У. Хоеф-Гулдберг, Д. Карл, Г.-О. Пертнер, С. Сандби, Ж.-П. Гаттузо, 2014: *Перекрестная вставка по главам о неопределенных трендах в крупных апвеллинговых экосистемах. В: Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 171-174. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

# Взаимодействия городских - сельских районов - контекст для уязвимости, воздействий и адаптации к изменению климата

Джон Мортон (СК), Уильям Солеки (США), Пурнамита Дасгупта (Индия), Дэвид Додман (Ямайка), Марта Г. Ривера-Ферре (Испания)

Сельские и городские территории всегда были взаимосвязанными и взаимозависимыми, но в последние десятилетия появились новые формы этих взаимосвязей: тенденция к размыванию границ между городскими и сельскими районами и новые виды землепользования и экономической деятельности на этих границах. Эти условия имеют важные последствия для понимания воздействий изменения климата, уязвимости и возможности адаптации к нему. В этой вставке рассмотрены три важнейших последствия этих взаимодействий:

- 1) Климатические экстремумы в сельских районах, приводящие к воздействиям на городские районы - удаленные связи между ресурсами и миграционными потоками означают, что климатические экстремумы в негородских районах вместе со связанными с ними сдвигами в водоснабжении, сельскохозяйственном потенциале и обитаемости сельских районов будут иметь нисходящие последствия для городов.
- 2) Явления, имеющие отношение к взаимодействию между сельскими и городскими районами, учитывая высокую степень интеграции районов взаимодействия города и сельской местности и всеобъемлющую необходимость учитывать в этих обстоятельствах как сельские, так и городские потребности. Существует ряд воздействий, уязвимостей и возможностей для адаптации, специфических для этих районов. Эти воздействия включают в себя потери местной сельскохозяйственной продукции, экономическую маргинализацию из-за невозможности не иметь ни городской, ни сельский статус, и стресс для здоровья человека.
- 3) Сбой в инфраструктуре и предоставлении услуг, поскольку запросы города часто являются преобладающими, взаимозависимость городских и сельских систем ресурсообеспечения создает риск для близлежащих сельских районов, поскольку в условиях климатического стресса сельские районы чаще сталкиваются с недостатком ресурсов и иными нарушениями в устойчивом обеспечении городов ресурсами. Например, в условиях ограничения ресурсов, связанных с климатическим риском (например, засухи), городские районы имеют преимущество в связи с политическими, социальными и экономическими потребностями в поддержании обеспечения услугами городов в ущерб относительно периферийных сельских мест и поселений.

Городские районы исторически зависели от земельных угодий, расположенных за их границами, для получения наиболее важных ресурсов, включая воду, продовольствие и энергию. Хотя во многих отношениях связи между городскими поселениями и окружающими их сельскими районами все еще имеют место, были налажены дальние, взаимоувязанные крупномасштабные каналы поставок, особенно в части снабжения энергоресурсами и продовольствием (Güneralp et al., 2013). Вызванные экстремальными явлениями нарушения на удаленных территориях, где производятся ресурсы, или сбои в каналах поставок и связанной с ними инфраструктуре, могут негативно повлиять на городские районы, зависимые от этих материалов (Wilbanks et al., 2012). Например, продолжительный период засухи в центральной части США летом 2012 г. вызвал существенное понижение уровня воды в реке Миссисипи, что привело к нарушениям в движении барж и задержкам в потоках товаров в города по всей стране. Городское водоснабжение также уязвимо к засухе в преимущественно сельских районах. В случае г. Булавайо, Зимбабве, периодически возникающий недостаток воды в городе за последние несколько десятилетий был вызван засухой в сельской местности (Mkandla et al., 2005).

Другим видом удаленной связи между сельскими и городскими районами является миграция из сельской местности в города. Были случаи, когда особенности миграции и урбанизации объяснялись изменением климата и связанными с ним процессами, как, например, в некоторых частях Африки (Morton, 1989; Barrios et al., 2006). Однако, как признается в работе Black et al. (2011), жизнь в сельских районах во всем мире как правило включает сложные режимы миграции между сельскими и городскими районами и между сельскими районами, обусловленной экономическими, политическими, социальными и демографическими факторами, - режимы, которые не столько создаются, сколько модифицируются или усугубляются климатическими явлениями и трендами.

В глобальном масштабе происходит все возрастающее смешение условий городской и сельской жизни. В работе Simon et al. (2006, p. 4) утверждается, что просто разрыв между «сельским» и «городским» «уже давно потерял большую часть своего смысла для практической жизни или для целей принятия политических решений во многих частях глобального Юга». Одним из подходов к их примирению является концепция «пригородных районов» (Simon et al., 2006; Simon, 2008). Эти районы можно рассматривать в качестве сельской местности, которая «по своей сущности стала более городской» (Webster, 2002, стр. 5); как местности, где домохозяйства могут заниматься более доходными видами деятельности, и при этом продолжать находиться, по-видимому, в числе «в значительной степени сельских ландшафтов» (Lerner and Eakin, 2010, стр. 1); или местностей, в которых сосуществует сельские и городские виды землепользования, как на смежных, так и фрагментарно расположенных участках (Bowyer-Bower, 2006). Население «исконно» городских районов в городах также все в большей мере обращается к сельскохозяйственной деятельности, производя основные продукты питания, ценные посевные культуры и продукты животноводства (Bryld, 2003; Devendra et al., 2005; Lerner and Eakin, 2010; Lerner et al., 2013). Автор работы Bryld (2003) считает, что это стимулируется миграцией между сельскими и городскими районами и структурной корректировкой (например, отменой мер по регулированию цен на продукты питания и субсидий на продовольствие). Lerner and Eakin, 2011, а также Lerner et al., 2013, исследовали причины, по которым население занимается производством продовольствия в городских условиях, несмотря на высокие затраты на землю и рабочую силу, а именно: снижение рисков, связанных с нестабильностью рынков труда в городах; реакция на запросы потребителей; и удовлетворение культурных потребностей.

Источники средств к существованию и области взаимодействия между сельскими и городскими районами испытывают весьма специфические виды уязвимости к стихийным бедствиям, включая бедствия, связанные с климатом. Они могут быть обобщены в виде специально подобранной комбинации городских уязвимостей, вызванных концентрацией населения, зависимости от инфраструктуры и социального разнообразия, ограничивающего социальную поддержку, с присущими сельским районам расстояниями, изоляцией и отсутствием связей с лицами, принимающими решения (Pelling and Mustafa, 2010). Расширению возможностей для связей может также способствовать экспроприация земель, позволяющая развивать коммерческое использование земельных участков (Pelling and Mustafa, 2010). Уязвимость может возникнуть от сосуществования сельских и городских перспектив развития, которые могут создать основу для конфликтов между различными социальными группами/группами интересов и видами экономической деятельности (Masuda and Garvin, 2008; Solona-Solona 2010; Darly and Torre, 2013).

Дополнительная уязвимость пригородных территорий возникает по причине реформирования институциональных механизмов и их структурных ограничений (laquinta and Drescher, 2000). Быстрое сокращение традиционных неофициальных институтов и форм коллективных действий и их неравноценное замещение формальными государственными и рыночными институтами может также усилить уязвимость (Pelling and Mustafa, 2010).

Пригородные территории и источники средств к существованию имеют малое значение для лиц, принимающих решение как на местном, так и национальном уровнях, и могут страдать от отсутствия необходимых услуг и неправильной и нескоординированной политики. Например, в Танзании и Малави национальная политика популяризации сельскохозяйственных знаний среди групп фермеров не распространяется на фермеров, работающих на пригородных территориях (Liwenga et al., 2012). На пригородных территориях вокруг города Мехико (Eakin et al., 2013) менеджмент существенного риска наводнений фактически ведется сельскохозяйственным и водным агентствами в условиях отсутствия потенциала у пригородных муниципалитетов и несмотря на ясные доказательства того, что расширение городской застройки является важнейшим фактором риска наводнений. В контекстах развитых стран периферийные пригородно-окраинные территории часто не получают внимания на политической арене, на которой деятельность традиционно концентрируется на развитии сельских районов и расширении сельскохозяйственного производства или расширении городов и предоставляемых ими услуг (Hanlon et al., 2010). В контексте изменения климата усилится экологическая функция городского сельского хозяйства, состоящая, в частности, в защите от наводнений (Aubry et al., 2012).

Однако пригородные районы и в более широком смысле смешанные источники средств к существованию на границах между сельскими и городскими районами, также испытывают влияние специфических факторов, которые увеличивают их устойчивость к негативным воздействиям климата (Pelling and Mustafa, 2010). Усиление транспортных связей в пригородных районах может уменьшить риск стихийных бедствий путем предоставления большего разнообразия различных источников средств к существованию и улучшения доступа к образованию. Расширение местных рынков труда и наемного труда в этих районах может усилить способность к адаптации путем предоставления новых возможностей в части источников средств к существованию (Pelling and Mustafa, 2010). Поддержка смешанных портфелей сельскохозяйственных и несельскохозяйственных источников к существованию также распределяет риск (Lerner et al., 2013).

В странах с высоким уровнем дохода поощряется практика, направленная на развитие экосистемных услуг и местного сельского хозяйства, связанного, как правило, с территориями с меньшей плотностью населения. Во многих ситуациях эта практика все в большей степени сконцентрирована на адаптации и смягчении последствий климатических экстремумов, таких как связанные с потеплением и влиянием городских островов тепла или с мерами по восстановлению водно-болотных угодий, с тем чтобы ограничить воздействие волн при штормовых нагонах (Verburg et al., 2012).

Быстрый рост городских территорий также означает, что сельские районы и сообщества быстро маргинализируются в политическом и экономическом отношениях в рамках национального контекста, что ведет к потенциальным сбоям в инфраструктуре и оказанию услугах в таких местах. Были описаны существующие противоречия между сельскими и городскими районами из-за управления естественными ресурсами (Castro and Nielsen, 2003), такими как вода (Celio et al., 2011), или из-за преобразования землепользования в сельской местности, например, размещения ветрогенераторов в сельских районах Каталонии (Zografos and Martínez-Alier, 2009); из-за индустриальных прибрежных районов в Швеции (Stepanova and Bruckmeier, 2013) или из-за конверсии земель для выращивания риса в земли для промышленного, жилого и рекреационного использования на Филиппинах (Kelly, 1998). Как ожидается, стресс от воздействия изменения климата на земельные и естественные ресурсы усугубит эти противоречия. Например, обусловленное изменением климата сокращение доступности водных ресурсов может оказаться предметом для большего беспокойства, чем рост численности населения или повышение потребления воды на душу населения в целях обеспечения непрерывного водоснабжения крупных городов (Jenerette and Larsen, 2006), что потребует инновационного подхода к разрешению этих конфликтных ситуаций (Pearson et al., 2010).

## Ссылки

- Aubry, C., J. Ramamonjisoa, M.-H. Dabat, J. Rakotoarisoa, J. Rakotondraibe, and L. Rabeharisoa, 2012: Urban agriculture and land use in cities: an approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land Use Policy*, 29, 429-439.
- Barrios, S., L. Bertinelli, and E. Strobl, 2006: Climatic change and rural-urban migration: the case of sub-Saharan Africa. *Journal of Urban Economics*, 60, 357-371.
- Black, R., W.N. Adger, N.W. Arnell, S. Dercon, A. Geddes, and D. Thomas, 2011: The effect of environmental change on human migration. *Global Environmental Change*, 21(Suppl. 1), S3-S11.
- Bowyer-Bower, T., 2006: The inevitable illusiveness of 'sustainability' in the peri-urban interface: the case of Harare. In: *The Peri-Urban Interface: Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use* [McGregor, D., D. Simon, and D. Thompson (eds.)]. Earthscan, London, UK and Sterling, VA, USA, pp. 151-164.

- Bryld, E., 2003: Potentials, problems, and policy implications for urban agriculture in developing countries. *Agriculture and Human Values*, 20, 79-86.
- Castro, A.P. and E. Nielsen, 2003: *Natural Resource Conflict Management Case Studies: An Analysis of Power, Participation and Protected Areas*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 268 pp.
- Darly, S. and A. Torre, 2013: Conflicts over farmland uses and the dynamics of "agri-urban" localities in the Greater Paris Region: an empirical analysis based on daily regional press and field interviews. *Land Use Policy*, 30, 90-99.
- Devendra, C., J. Morton, B. Rischowsky, and D. Thomas, 2005: Livestock systems. In: *Livestock and Wealth Creation: Improving the Husbandry of Livestock Kept by the Poor in Developing Countries* [Owen, E., A. Kitalyi, N. Jayasuriya, and T. Smith (eds.)]. Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 29-52.
- Dixon, J.M., K.J. Donati, L.L. Pike, and L. Hattersley, 2009: Functional foods and urban agriculture: two responses to climate change-related food insecurity. *New South Wales Public Health Bulletin*, 20(2), 14-18.
- Eakin, H., A. Lerner, and F. Murtinho, 2013: Adaptive capacity in evolving peri-urban spaces; responses to flood risk in the Upper Lerma River Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, 20(1), 14-22.
- Güneralp, B., K.C. Seto, and M. Ramachandran, 2013: Evidence of urban land teleconnections and impacts on hinterlands. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 445-451.
- Hanlon, B., J.R. Short, and T.J. Vicino, 2010: *Cities and Suburbs: New Metropolitan Realities in the US*. Routledge, Oxford, UK and New York, NY, USA, 304 pp.
- Hoggart, K., 2005: *The City's Hinterland: Dynamism and Divergence in Europe's Peri-Urban Territories*. Ashgate Publishing, Ltd., Aldershot, UK and Ashgate Publishing Co., Burlington, VT, USA, 186 pp.
- Iaquinta, D.L. and A.W. Drescher, 2000: Defining the peri-urban: rural-urban linkages and institutional connections. *Land Reform: Land Settlement and Cooperatives*, 2000(2), 8-26, [www.fao.org/docrep/003/X8050T/X8050T00.HTM](http://www.fao.org/docrep/003/X8050T/X8050T00.HTM).
- Jenerette, GD and L Larsen, 2006: A global perspective on changing sustainable urban water supplies. *Global and Planetary Change*, 50(3-4), 202-211.
- Kelly, P.F., 1998: The politics of urban-rural relations: land use conversion in the Philippines. *Environment and Urbanization*, 10(1), 35-54, doi:10.1177/095624789801000116.
- Lerner, A.M. and H. Eakin, 2010: An obsolete dichotomy? Rethinking the rural-urban interface in terms of food security and production in the global south. *Geographical Journal*, 177(4), 311-320.
- Lerner, A.M., H. Eakin, and S. Sweeney, 2013: Understanding peri-urban maize production through an examination of household livelihoods in the Toluca Metropolitan Area, Mexico. *Journal of Rural Studies*, 30, 52-63.
- Liwenga, E., E. Swai, L. Nsemwa, A. Katunzi, B. Gwambene, M. Joshua, F. Chipungu, T. Stathers, and R. Lamboll, 2012: *Exploring Urban Rural Interdependence and the Impact of Climate Change in Tanzania and Malawi: Final Narrative Report*. Project Report, International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, ON, Canada.
- Masuda, J. and T. Garvin, 2008: Whose heartland? The politics of place at the rural-urban interface. *Journal of Rural Studies*, 24, 118-123.
- Mattia, C., C.A. Scott, and M. Giordano, 2010: Urban-agricultural water appropriation: the Hyderabad, India case. *Geographical Journal*, 176(1), 39-57.
- Mkandla, N., P. Van der Zaag, and P. Sibanda, 2005: Bulawayo water supplies: sustainable alternatives for the next decade. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 30(11-16), 935-942.
- Morton, J., 1989: Ethnicity and politics in Red Sea Province, Sudan. *African Affairs*, 88(350), 63-76.
- Pearson, L.J., A. Coggan, W. Proctor, and T.F. Smith, 2010: A sustainable decision support framework for urban water management. *Water Resources Management*, 24(2), 363-376.
- Pelling, M. and D. Mustafa, 2010: *Vulnerability, Disasters and Poverty in Desakota Systems*. Political and Development Working Paper Series, No. 31, King's College London, London, UK, 26 pp.
- Simon, D., 2008: Urban environments: issues on the peri-urban fringe. *Annual Review of Environmental Resources*, 33, 167-185.
- Simon, D., D. McGregor, and D. Thompson, 2006: Contemporary perspectives on the peri-urban zones of cities in developing countries. In: *The Peri-Urban Interface: Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use* [McGregor, D., D. Simon, and D. Thompson (eds.)]. Earthscan, London, UK and Sterling, VA, USA, pp. 3-17.
- Solana-Solana, M., 2010: Rural gentrification in Catalonia, Spain: a case study of migration, social change and conflicts in the Empordanet area. *Geoforum*, 41(3), 508-517.
- Stepanova, O. and K. Bruckmeier, 2013: Resource use conflicts and urban-rural resource use dynamics in Swedish coastal landscapes: comparison and synthesis. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 15(4), 467-492, doi:10.1080/1523908X.2013.778173.
- Verburg, P.H., E. Koomen, M. Hilferink, M. Perez-Soba, and J.P. Lesschen, 2012: An assessment of the impact of climate adaptation measures to reduce flood risk on ecosystem services. *Landscape Ecology*, 27, 473-486.
- Webster, D., 2002: *On the Edge: Shaping the Future of Peri-Urban East Asia*. Asia/Pacific Research Center (A/PARC), Stanford, CA, USA, 49 pp.
- Wilbanks, T., S. Fernandez, G. Backus, P. Garcia, K. Jonietz, P. Kirshen, M. Savonis, W. Solecki, and T. Toole, 2012: *Climate Change and Infrastructure, Urban systems and Vulnerabilities*. Technical Report prepared by the Oak Ridge National Laboratory (ORNL) for the US Department of Energy in support of the National Climate Assessment, ORNL, Oak Ridge, TN, 19 pp., [www.esd.ornl.gov/eess/Infrastructure.pdf](http://www.esd.ornl.gov/eess/Infrastructure.pdf).
- Zasada, I., 2011: Multifunctional peri-urban agriculture – a review of societal demands and the provision of goods and services by farming. *Land Use Policy*, 28(4), 639-648.
- Zografos, C. and J. Martínez-Alier, 2009: The politics of landscape value: a case study of wind farm conflict in rural Catalonia. *Environment and Planning A*, 41(7), 1726-1744.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Мортон, Д. Ф., В. Солеки, П. Дасгупта, Д. Додман, М. Г. Ривера-Ферре, 2014: Перекрестная вставка по главам о взаимодействиях городских - сельских районов - контекст для уязвимости, воздействий и адаптации к изменению климата. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 175-179. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).



# Активная роль растительности в изменении водотоков в условиях изменения климата

Дитер Гертен (Германия), Ричард Беттс (СК), Петра Делл (Германия)

Климат, растительность и углеродный и гидрологический циклы тесно увязаны друг с другом, особенно, посредством одновременно протекающих процессов транспирации и поглощения  $\text{CO}_2$  через устьица листа в процессе фотосинтеза. Следовательно, антропогенное изменение климата непосредственно воздействует на водотоки, такие как сток и эвапотранспирация (т.е. в результате изменения климатических переменных, таких как температура и осадки), но также и косвенным образом в виде реакции растений на увеличение концентраций  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Кроме того, воздействия изменения климата (например, повышение температуры или изменение количества осадков) на структуру растительности, образование биомассы и географическое распределение растений оказывают косвенное влияние на стоки воды. Повышение концентрации  $\text{CO}_2$  влияет на растительность и связанные с ней потоки влаги двумя различными путями, как это явно следует из выводов проекта «Накопление  $\text{CO}_2$  в свободной атмосфере» (FACE)», лабораторных и модельных экспериментов (например, Leakey et al., 2009; Reddy et al., 2010; de Boer et al., 2011). С одной стороны, *физиологический эффект* приводит к неполному открытию отверстий устьиц, что связано с пониженным потоком через устьица, т.е. низкой интенсивностью транспирации на уровне листьев. С другой стороны, *структурный эффект* (“эффект фертилизации”) стимулирует фотосинтез и формирование биомассы  $\text{C}_3$  - растений, включая все древесные виды, что, в конечном итоге, приводит к повышенной транспирации на региональных масштабах. Ключевой вопрос состоит в том, в какой степени вызванные изменениями климата и концентрации  $\text{CO}_2$  изменения в растительности и транспирации превратятся в изменения регионального и глобального стока.

Физиологический эффект  $\text{CO}_2$  связан с повышением естественной эффективности использования воды (ЭИВ) растениями, означающей, что меньше влаги испаряется на единицу ассимилированного углерода. Данные о содержании стабильных изотопов углерода в древесных растениях (Peñuelas et al., 2011) подтверждают эти выводы, указывая на увеличение ЭИВ в зрелых деревьях на 20,5 % между началом 1960-х и началом 2000-х годов. Увеличение по сравнению с доиндустриальной эпохой было также обнаружено на некоторых

лесных экспериментальных участках (Andreu-Hayles et al., 2011; Gagen et al., 2011; Loader et al., 2011; Nock et al., 2011) и на лугах умеренных широт с наполовину естественной растительностью (Koehler et al., 2010), хотя после 1970 г. увеличение ЭИВ одного бореального древесного вида прекратилось (Gagen et al., 2011). Анализ долговременных измерений содержания углерода во всей экосистеме и потоков влаги на 21 экспериментальном участке в умеренных и бореальных лесах Северной Америки подтверждает заметное увеличение ЭИВ за два последних десятилетия (Keenan et al., 2013). Увеличение глобальной ЭИВ за последнее столетие подтверждается результатами расчетов по экосистемной модели. (Ito and Inatomi, 2012).

Ключевым для определения значения увеличения ЭИВ для крупномасштабной транспирации является вопрос о том, остались ли структура и скорость продуцирования растительности приблизительно постоянными (как это предполагается в глобальном модельном исследовании Gedney et al., 2006) или же они увеличились за счет структурного эффекта  $\text{CO}_2$  (как предполагается в моделях, описанных Piao et al., 2007; Gerten et al., 2008). В то время, как результаты полевых исследований значительно варьируют от одного экспериментального участка к другому, исследование древесных колец дает основание полагать, что скорость роста деревьев не увеличилась в глобальном масштабе с 1970-х годов в результате изменения климата и концентрации  $\text{CO}_2$  (Andreu-Hayles et al., 2011; Peñuelas et al., 2011). Однако измерения площади сечения ствола на более 150 экспериментальных участках в тропиках дают основание полагать, что за последние десятилетия биомасса и темпы роста в нетронутых тропических лесах увеличились (Lewis et al., 2009). Это также подтверждено для 55 экспериментальных лесных участков в умеренных широтах, причем предполагается, что вклад в это внесло увеличение содержания  $\text{CO}_2$  (McMahon et al., 2010). Спутниковые наблюдения, проанализированные в работе Donohue et al. (2013), дают основание полагать, что увеличение растительного покрова на 11 % на теплых богарных землях (период 1982-2010гг.) может быть отнесено на счет фертилизации  $\text{CO}_2$ . Благодаря взаимодействию физиологического и структурного эффектов, результирующее воздействие увеличения содержания  $\text{CO}_2$  на глобальное испарение и сток остается плохо обусловленным. Это также подтверждается тем, что влияние ограничения биогенных веществ, часто не учитываемое в модельных исследованиях, может подавить влияние накопления  $\text{CO}_2$  в атмосфере (см. Rosenthal and Tomeo, 2013).

Таким образом, имеется противоречие во взглядах на то, имеют ли прямые воздействия  $\text{CO}_2$  на растения значимое влияние на эвапотранспирацию и сток в глобальном масштабе. В ДО4 сообщалось о работе Gedney et al. (2006), в которой предполагалось, что физиологический эффект  $\text{CO}_2$  (уменьшение испарения) вносит вклад в предполагаемое увеличение глобального стока, наблюдаемое в реконструкциях, приведенных в работе Labat et al. (2004). Однако недавний анализ, основанный на более полном массиве данных (Dai et al., 2009), показал, что число речных бассейнов с уменьшающимся стоком превышает число бассейнов с увеличивающимся стоком, так что за период 1948-2004 гг. вероятно небольшое уменьшение глобального стока. Следовательно, выявление вкладов растительности в изменение стоков критическим образом зависит от наличия и качества гидрометеорологических наблюдений (Haddeland et al., 2011; Lorenz and Kunstmann, 2012). В целом, данные, полученные после ДО4, свидетельствуют о том, что главным фактором изменения глобального стока за последние десятилетия являлись климатические колебания и тренды; как увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере, так и изменения в землепользовании внесли меньший вклад (Piao et al., 2007; Gerten et al., 2008; Alkama et al., 2011; Sterling et al., 2013). Помимо этого в работе Oliveira et al. (2011) указано на важность изменений в приходящей солнечной радиации и посреднической роли растительности. По данным их глобальных модельных расчетов увеличение доли рассеянной радиации в период 1960-1990 гг. могло увеличить эвапотранспирацию в тропиках на 3 % за счет интенсификации фотосинтеза на затененных листьях.

Неясно как реакция растительности на будущие увеличения концентрации  $\text{CO}_2$  и изменение климата будут модулировать воздействия изменения климата на пресноводные стоки. Перспективные оценки стока на масштабах континентов и бассейнов в XXI веке, полученные с помощью некоторых моделей, показывают, что он либо увеличится в большей степени либо уменьшится в меньшей степени в случае учета физиологического эффекта  $\text{CO}_2$  дополнительно к воздействиям изменения климата (Betts et al., 2007; Murray et al., 2012). Это может несколько ослабить влияние сокращения водных ресурсов, ожидающегося в связи с изменением климата и ростом населения (Gerten et al., 2011; Wiltshire et al., 2013). Моделирование показало, что в абсолютных значениях влияние воздействия  $\text{CO}_2$  увеличит будущий глобальный сток от 4-5 % (Gerten et al., 2008) до 13 % (Nugent and Matthews, 2012) по сравнению с современным состоянием в зависимости от предполагаемой траектории изменения концентрации  $\text{CO}_2$  и от того, будут ли учтены обратные связи изменений в структуре и распределении растительности с атмосферой (это было сделано в работе Nugent

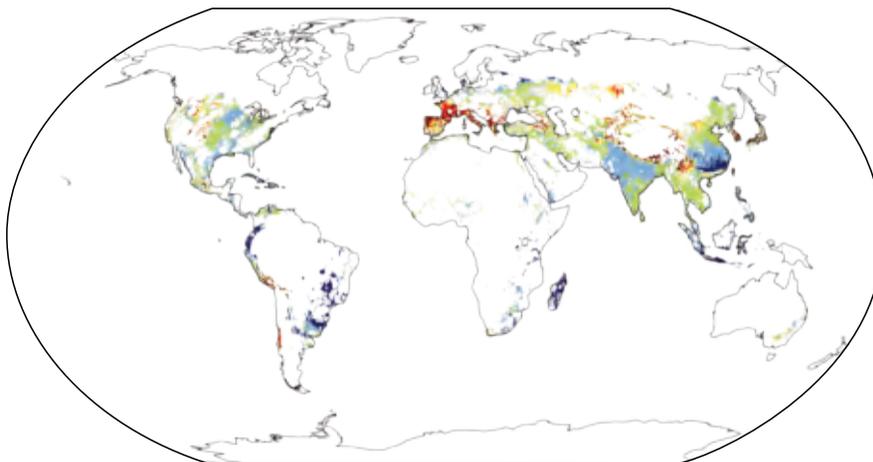
and Matthews, 2012). При сравнительном исследовании глобальных моделей (Davie et al., 2013) две из четырех моделей предсказали более сильное увеличение и, соответственно, более слабое уменьшение стока, учитывая при этом эффекты  $\text{CO}_2$  по сравнению с расчетами при постоянной концентрации  $\text{CO}_2$  (что согласуется с приведенными выше результатами, хотя абсолютные величины, полученные при расчетах по двум моделям, различались), но две другие модели показали обратное. Таким образом, выбор моделей и способов учета в них взаимосвязей между  $\text{CO}_2$ , степенью закрытости устьиц и ростом растений является источником неопределенности, как это также было предположено в работе Cao et al. (2009). Меньшая интенсивность транспирации вследствие роста концентрации  $\text{CO}_2$  может также повлиять на само будущее изменение регионального климата (Boucher et al., 2009) и усилить различие в темпах потепления поверхности суши и океана (Joshi et al., 2008). В целом, хотя физиологический и структурный эффекты во многих районах будут влиять на стоки воды, влияние осадков и температуры *вероятно* сохранит свою ведущую роль в формировании глобального стока (Alkama et al., 2010).

Применение модели, описывающей перенос между почвой, растительностью и атмосферой, показывает, что реакция процесса пополнения грунтовых вод на изменения климата с учетом роли растительности носит сложный характер, причем рассчитанные значения притока грунтовых вод всегда превышают значения, которые можно было бы ожидать только на основе учета изменений количества осадков (McCallum et al., 2010). В другом исследовании был сделан вывод о том, что даже если количество осадков немного уменьшилось, пополнение грунтовых вод может увеличиться вследствие результирующего эффекта реакции растительности на изменение климата и увеличение  $\text{CO}_2$ , тем самым увеличивая ЭИВ и либо увеличивая, либо уменьшая площадь листовой поверхности (Crosbie et al., 2010). В Австралии в зависимости от вида травяного покрова одинаковое изменение климата может, как предполагается, привести либо к увеличению, либо к уменьшению пополнения грунтовых вод в данной местности (Green et al., 2007). Для одного из районов Нидерландов расчеты с использованием гидрологической модели с полным учетом растительности и изменчивости степени насыщения показали уменьшение биомассы для каждого из восьми сценариев климата, демонстрируя более сухие летние и более влажные зимние периоды (сценарий выбросов A2). Согласно проведенным модельным расчетам результирующее увеличение запасов грунтовых вод в верхней части склонов ведет к подъему уровня грунтовых вод и расширению среды обитания расположенной ниже по склону и адаптированной к влажности растительности (Brolsma et al., 2010).

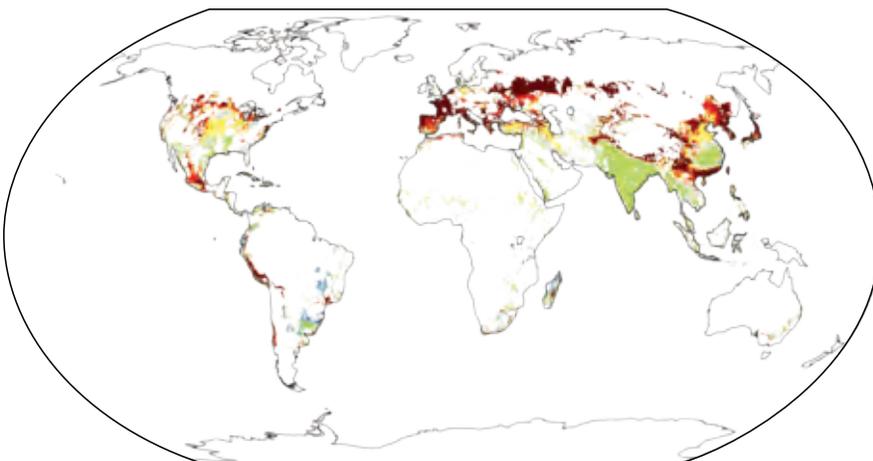
В работе Konzmann et al. (2013) на основе большого количества перспективных оценок изменения климата были оценены изменения гидрологического режима с точки зрения перспектив сельскохозяйственного производства, и было высказано мнение о том, что результатом физиологического и структурного воздействий  $\text{CO}_2$  на потребности сельскохозяйственных культур в орошении станет их уменьшение в глобальном масштабе (рисунок PB-1). Таким образом, негативные воздействия изменения климата на потребности в орошении могут быть частично ослаблены по мере увеличения ЭИВ и продуктивности сельскохозяйственных культур (Fader et al., 2010). Однако существенные улучшения, вызванные увеличением  $\text{CO}_2$ , будут реализованы только при том условии, что влияние степени доступности биогенных веществ и других факторов, ограничивающих рост растений, будет ослаблено путем надлежащего управления.

Изменения в растительном покрове и структуре растительности вследствие долгосрочного изменения климата или кратковременных экстремальных явлений, таких как засухи (Anderegg et al., 2013), также влияют на разделение осадков на эвапотранспирацию и сток, иногда вовлекая сложные обратные связи с атмосферой, как, например, в регионе Амазонки (Port et al., 2012; Saatchi et al., 2013). Одна модель, использованная в работе Davie et al. (2013), показала региональное разнообразие воздействий изменения климата на распределение и структуру растительности, которые имеют значительно более слабое воздействие на глобальный сток, чем структурные и физиологические эффекты  $\text{CO}_2$ . Поскольку изменения в водных ресурсах, углероде и растительности происходят синхронно и во взаимодействии друг с другом в условиях изменения климата (Heyder et al., 2011; Gerten et al., 2013), проблемой по-прежнему является выявление по отдельности воздействий на гидрологический цикл изменений климата, концентрации  $\text{CO}_2$  и изменения земного покрова.

(a) Воздействие изменения климата, включая физиологическое и структурное реагирование сельскохозяйственных культур на увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере



(b) Воздействие только изменения климата



Процентная доля изменения результирующих потребностей в орошении

	<-40		от -20 до -40		от -5 до 20		от -5 до 5		от 5 до 20		от 20 до 40		>40		Без орошения
--	------	--	---------------	--	-------------	--	------------	--	------------	--	-------------	--	-----	--	--------------

**Рисунок РВ-1** | Процентная доля изменения результирующих потребностей в орошении 11 основных сельскохозяйственных культур с 1973 - 2000 гг. до 2070 - 2099 гг. на площадях, в настоящее время оборудованных системами орошения, в предположении сохранения существующих практик управления. (a) Воздействие изменения климата, включая физиологическое и структурное реагирование сельскохозяйственных культур на увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере (сопутствующее ограничение, вызванное биогенными веществами, не учитывается). (b) Воздействие только изменения климата. Показано медианное изменение, полученное на основе перспективных оценок изменения климата по 19 моделям общей циркуляции (МОЦ; на базе сценария выбросов A2 из Специального доклада о сценариях выбросов (СДВ)), которые использовались для форсинга модели растительности и гидрологических процессов. (Изменено согласно Konzmann et al., 2013.)

## Ссылки

- Alkama, R., M. Kageyama, and G. Ramstein, 2010: Relative contributions of climate change, stomatal closure, and leaf area index changes to 20th and 21st century runoff change: a modelling approach using the Organizing Carbon and Hydrology in Dynamic Ecosystems (ORCHIDEE) land surface model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **115**(D17), D17112, doi:10.1029/2009JD013408.
- Alkama, R., B. Decharme, H. Douville, and A. Ribes, 2011: Trends in global and basin-scale runoff over the late twentieth century: methodological issues and sources of uncertainty. *Journal of Climate*, **24**(12), 3000-3014.
- Anderegg, W.R.L., J.M. Kane, and L.D.L. Anderegg, 2013: Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress. *Nature Climate Change*, **3**, 30-36.
- Andreu-Hayles, L., O. Planells, E. Gutierrez, E. Muntan, G. Helle, K.J. Anchukaitis, and G.H. Schleser, 2011: Long tree-ring chronologies reveal 20th century increases in water-use efficiency but no enhancement of tree growth at five Iberian pine forests. *Global Change Biology*, **17**(6), 2095-2112.
- Betts, R.A., O. Boucher, M. Collins, P.M. Cox, P.D. Falloon, N. Gedney, D.L. Hemming, C. Huntingford, C.D. Jones, D.M.H. Sexton, and M.J. Webb, 2007: Projected increase in continental runoff due to plant responses to increasing carbon dioxide. *Nature*, **448**(7157), 1037-1041.
- Boucher, O., A. Jones, and R.A. Betts, 2009: Climate response to the physiological impact of carbon dioxide on plants in the Met Office Unified Model HadCM3. *Climate Dynamics*, **32**(2-3), 237-249.
- Brolsma, R.J., M.T.H. van Vliet, and M.F.P. Bierkens, 2010: Climate change impact on a groundwater-influenced hillslope ecosystem. *Water Resources Research*, **46**(11), W11503, doi:10.1029/2009WR008782.
- Cao, L., G. Bala, K. Caldeira, R. Nemani, and G. Ban-Weiss, 2009: Climate response to physiological forcing of carbon dioxide simulated by the coupled Community Atmosphere Model (CAM3.1) and Community Land Model (CLM3.0). *Geophysical Research Letters*, **36**(10), L10402, doi:10.1029/2009GL037724.
- Crosbie, R.S., J.L. McCallum, G.R. Walker, and F.H.S. Chiew, 2010: Modelling climate-change impacts on groundwater recharge in the Murray-Darling Basin, Australia. *Hydrogeology Journal*, **18**(7), 1639-1656.
- Dai, A., T. Qian, K.E. Trenberth, and J.D. Milliman, 2009: Changes in continental freshwater discharge from 1948 to 2004. *Journal of Climate*, **22**(10), 2773-2792.
- Davie, J.C.S., P.D. Falloon, R. Kahana, R. Dankers, R. Betts, F.T. Portmann, D.B. Clark, A. Itoh, Y. Masaki, K. Nishina, B. Fekete, Z. Tessler, X. Liu, Q. Tang, S. Hagemann, T. Stacke, R. Pavlick, S. Schaphoff, S.N. Gosling, W. Franssen, and N. Arnell, 2013: Comparing projections of future changes in runoff and water resources from hydrological and ecosystem models in ISI-MIP. *Earth System Dynamics*, **4**, 359-374.
- de Boer, H.J., E.I. Lammertsma, F. Wagner-Cremer, D.L. Dilcher, M.J. Wassen, and S.C. Dekker, 2011: Climate forcing due to optimization of maximal leaf conductance in subtropical vegetation under rising CO<sub>2</sub>. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**(10), 4041-4046.
- Donohue, R.J., M.L. Roderick, T.R. McVicar, and G.D. Farquhar, 2013: Impact of CO<sub>2</sub> fertilization on maximum foliage cover across the globe's warm, arid environments. *Geophysical Research Letters*, **40**(12), 3031-3035.
- Fader, M., S. Rost, C. Müller, A. Bondeau, and D. Gerten, 2010: Virtual water content of temperate cereals and maize: present and potential future patterns. *Journal of Hydrology*, **384**(3-4), 218-231.
- Gagen, M., W. Finsinger, F. Wagner-Cremer, D. McCarroll, N.J. Loader, I. Robertson, R. Jalkanen, G. Young, and A. Kirchhefer, 2011: Evidence of changing intrinsic water-use efficiency under rising atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations in Boreal Fennoscandia from subfossil leaves and tree ring  $\delta^{13}\text{C}$  ratios. *Global Change Biology*, **17**(2), 1064-1072.
- Gedney, N., P.M. Cox, R.A. Betts, O. Boucher, C. Huntingford, and P.A. Stott, 2006: Detection of a direct carbon dioxide effect in continental river runoff records. *Nature*, **439**(7078), 835-838.
- Gerten, D., S. Rost, W. von Bloh, and W. Lucht, 2008: Causes of change in 20th century global river discharge. *Geophysical Research Letters*, **35**(20), L20405, doi:10.1029/2008GL035258.
- Gerten, D., J. Heinke, H. Hoff, H. Biemans, M. Fader, and K. Waha, 2011: Global water availability and requirements for future food production. *Journal of Hydrometeorology*, **12**(5), 885-899.
- Gerten, D., W. Lucht, S. Ostberg, J. Heinke, M. Kowarsch, H. Kreft, Z.W. Kundzewicz, J. Rastgooy, R. Warren, and H.J. Schellnhuber, 2013: Asynchronous exposure to global warming: freshwater resources and terrestrial ecosystems. *Environmental Research Letters*, **8**, 034032, doi:10.1088/1748-9326/8/3/034032.
- Green, T.R., B.C. Bates, S.P. Charles, and P.M. Fleming, 2007: Physically based simulation of potential effects of carbon dioxide-altered climates on groundwater recharge. *Vadose Zone Journal*, **6**(3), 597-609.
- Haddeland, I., D.B. Clark, W. Franssen, F. Ludwig, F. Voss, N.W. Arnell, N. Bertrand, M. Best, S. Folwell, D. Gerten, S. Gomes, S.N. Gosling, S. Hagemann, N. Hanasaki, R. Harding, J. Heinke, P. Kabat, S. Koirala, T. Oki, J. Polcher, T. Stacke, P. Viterbo, G.P. Weedon, and P. Yeh, 2011: Multimodel estimate of the global terrestrial water balance: setup and first results. *Journal of Hydrometeorology*, **12**(5), 869-884.
- Heyder, U., S. Schaphoff, D. Gerten, and W. Lucht, 2011: Risk of severe climate change impact on the terrestrial biosphere. *Environmental Research Letters*, **6**(3), 034036, doi:10.1088/1748-9326/6/3/034036.
- Ito, A. and M. Inatomi, 2012: Water-use efficiency of the terrestrial biosphere: a model analysis focusing on interactions between the global carbon and water cycles. *Journal of Hydrometeorology*, **13**(2), 681-694.
- Joshi, M.M., J.M. Gregory, M.J. Webb, D.M.H. Sexton, and T.C. Johns, 2008: Mechanisms for the land/sea warming contrast exhibited by simulations of climate change. *Climate Dynamics*, **30**(5), 455-465.
- Keenan, T.F., D.Y. Hollinger, G. Bohrer, D. Dragoni, J.W. Munger, H.P. Schmid, and A.D. Richardson, 2013: Increase in forest water-use efficiency as atmospheric carbon dioxide concentrations rise. *Nature*, **499**(7458), 324-327.
- Koehler, I.H., P.R. Poulton, K. Auerswald, and H. Schnyder, 2010: Intrinsic water-use efficiency of temperate seminatural grassland has increased since 1857: an analysis of carbon isotope discrimination of herbage from the Park Grass Experiment. *Global Change Biology*, **16**(5), 1531-1541.
- Konzmann, M., D. Gerten, and J. Heinke, 2013: Climate impacts on global irrigation requirements under 19 GCMs, simulated with a vegetation and hydrology model. *Hydrological Sciences Journal*, **58**(1), 88-105.

- Labat, D., Y. Godderis, J. Probst, and J. Guyot, 2004: Evidence for global runoff increase related to climate warming. *Advances in Water Resources*, 27(6), 631-642.
- Leakey, A.D.B., E.A. Ainsworth, C.J. Bernacchi, A. Rogers, S.P. Long, and D.R. Ort, 2009: Elevated CO<sub>2</sub> effects on plant carbon, nitrogen, and water relations: six important lessons from FACE. *Journal of Experimental Botany*, 60(10), 2859-2876.
- Lewis, S.L., J. Lloyd, S. Sitch, E.T.A. Mitchard, and W.F. Laurance, 2009: Changing ecology of tropical forests: evidence and drivers. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 40, 529-549.
- Loader, N.J., R.P.D. Walsh, I. Robertson, K. Bidin, R.C. Ong, G. Reynolds, D. McCarroll, M. Gagen, and G.H.F. Young, 2011: Recent trends in the intrinsic water-use efficiency of ringless rainforest trees in Borneo. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366(1582), 3330-3339.
- Lorenz, C. and H. Kunstmann, 2012: The hydrological cycle in three state-of-the-art reanalyses: intercomparison and performance analysis. *Journal of Hydrometeorology*, 13(5), 1397-1420.
- McCallum, J.L., R.S. Crosbie, G.R. Walker, and W.R. Dawes, 2010: Impacts of climate change on groundwater in Australia: a sensitivity analysis of recharge. *Hydrogeology Journal*, 18(7), 1625-1638.
- McMahon, S.M., G.G. Parker, and D.R. Miller, 2010: Evidence for a recent increase in forest growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(8), 3611-3615.
- Murray, S.J., P.N. Foster, and I.C. Prentice, 2012: Future global water resources with respect to climate change and water withdrawals as estimated by a dynamic global vegetation model. *Journal of Hydrology*, 448-449, 14-29.
- Nock, C.A., P.J. Baker, W. Wanek, A. Leis, M. Grabner, S. Bunyavejchewin, and P. Hietz, 2011: Long-term increases in intrinsic water-use efficiency do not lead to increased stem growth in a tropical monsoon forest in western Thailand. *Global Change Biology*, 17(2), 1049-1063.
- Nugent, K.A. and H.D. Matthews, 2012: Drivers of future northern latitude runoff change. *Atmosphere-Ocean*, 50(2), 197-206.
- Oliveira, P.J.C., E.L. Davin, S. Levis, and S.I. Seneviratne, 2011: Vegetation-mediated impacts of trends in global radiation on land hydrology: a global sensitivity study. *Global Change Biology*, 17(11), 3453-3467.
- Peñuelas, J., J.G. Canadell, and R. Ogaya, 2011: Increased water-use efficiency during the 20th century did not translate into enhanced tree growth. *Global Ecology and Biogeography*, 20(4), 597-608.
- Piao, S., P. Friedlingstein, P. Ciais, N. de Noblet-Ducoudre, D. Labat, and S. Zaehle, 2007: Changes in climate and land use have a larger direct impact than rising CO<sub>2</sub> on global river runoff trends. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(39), 15242-15247.
- Port, U., V. Brovkin, and M. Claussen, 2012: The influence of vegetation dynamics on anthropogenic climate change. *Earth System Dynamics*, 3, 233-243.
- Reddy, A.R., G.K. Rasineni, and A.S. Raghavendra, 2010: The impact of global elevated CO<sub>2</sub> concentration on photosynthesis and plant productivity. *Current Science*, 99(1), 46-57.
- Rosenthal, D.M. and N.J. Tomeo, 2013: Climate, crops and lacking data underlie regional disparities in the CO<sub>2</sub> fertilization effect. *Environmental Research Letters*, 8(3), 031001, doi:10.1088/1748-9326/8/3/031001.
- Saatchi, S., S. Asefi-Najafabady, Y. Malhi, L.E.O.C. Aragão, L.O. Anderson, R.B. Myneni, and R. Nemani, 2013: Persistent effects of a severe drought on Amazonian forest canopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(2), 565-570.
- Sterling, S.M., A. Ducharne, and J. Polcher, 2013: The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle. *Nature Climate Change*, 3, 385-390.
- Wiltshire, A., J. Gornall, B. Booth, E. Dennis, P. Falloon, G. Kay, D. McNeall, C. McSweeney, and R. Betts, 2013: The importance of population, climate change and CO<sub>2</sub> plant physiological forcing in determining future global water stress. *Global Environmental Change*, 23(5), 1083-1097.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Гертен, Д., Р. Беттс и П. Делл, 2014: Перекрестная вставка по главам об активной роли растительности в изменении водотоков в условиях изменения климата. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 181-186. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).

## Связь цепочки водные ресурсы-энергия-продовольствие/фураж/клетчатка с изменением климата

Дуглас Дж. Эйрент (США), Петра Делл (Германия), Кеннет М. Сцепек (США), Бланка Елена Хименес-Киснерос (Мексика), Энди Райзингер (Новая Зеландия), Ференц Тот (Венгрия), Тайкан Оки (Япония)

Водные ресурсы, энергия и продовольствие/фураж/клетчатка связаны между собой множественными интерактивными нитями и подвержены воздействию изменения климата, как это изображено на рисунке ПВ-ВЭ-1. Глубина и интенсивность таких связей в разных странах, регионах и производственных системах весьма различны. Энергетические технологии (например, биотопливо, гидроэнергетика, тепловые электростанции), топливо для транспорта и виды перевозок и продукты питания (из-за использования поливных сельхозкультур, в частности животного протеина, получаемого путем скармливания животным поливных сельхозкультур и фуража) могут требовать существенного количества воды (разделы 3.7.2, 7.3.2, 10.2, 10.3.4, 22.3.3, 25.7.2; Allan, 2003; King and Weber, 2008; McMahon and Price, 2011; Macknick et al., 2012a). В поливном сельском хозяйстве потребности в воде на единицу массы производимой сельскохозяйственной культуры определяется климатом, процедурой полива, выбором культур и их урожайностью. В районах, где требуется перекачка и/или очистка воды (и сточных вод), необходимо обеспечение энергией (Metcalf & Eddy, Inc. et al., 2007; Khan and Hanjra, 2009; EPA, 2010; Gerten et al., 2011). Поскольку производство, охлаждение, транспортировка и обработка продовольствия требуют большого количества энергии (Pelletier et al., 2011), основным связующим звеном между продовольствием и энергией применительно к изменению климата является конкуренция за земельные и водные ресурсы между производством биоэнергии и продовольствия (*твердые доказательства, высокая степень согласия*; раздел 7.3.2, вставка 25-10; Diffenbaugh et al., 2012; Skaggs et al., 2012). Пищевые и растительные отходы и сточные воды могут использоваться в качестве источников энергии, обеспечивая экономию не только на потреблении обычных невозобновляемых видов топлива, применяемых в традиционных процессах, но и на потреблении воды и энергии, используемых при переработке или очистке и сбросе (Schievano et al., 2009; Oh et al., 2010; Olson, 2012). Примеры этому можно найти в нескольких странах по всем категориям уровнем доходов. Например, побочные продукты обработки сахарного тростника все в большей мере используются для выработки электричества или совместной генерации других видов энергии (McKendry, 2002; Kim and Dale, 2004) в целях получения экономической выгоды и, во все возрастающих масштабах, в качестве одного из способов смягчения воздействий парниковых газов.



Рисунок ВЭ-1 | Связь цепочки водные ресурсы-энергия-продовольствие с изменением климата. Взаимосвязи предложения/спроса, качества и количества воды и энергии и продовольствия/фуража/клетчатки с изменяющимися климатическими условиями имеют последствия как для стратегий адаптации, так и смягчения последствий.

Большинство методов производства энергии требуют значительного количества воды, при этом либо непосредственно (например источники энергии, основанные на использовании сельскохозяйственных культур, и гидроэнергетика), либо опосредовано (например для охлаждения источников тепловой энергии и других операций) (*твердые доказательства, высокая степень согласия*; разделы 10.2.2, 10.3.4, 25.7.4, и van Vliet et al., 2012; Davies et al., 2013). Например, как сообщалось в работе Gerbens-Leenes et al. (2012), вода для биологических видов топлива, согласно сценарию альтернативной политики Международного энергетического агентства (МЭА), который предусматривает рост производства биологических видов топлива до 71 ЭДж в 2030 г., будет являться фактором роста глобального потребления воды для орошения от 0,5 % глобальных возобновляемых водных ресурсов в 2005 г. до 5,5 % в 2030 г., в результате чего увеличится давление на ресурсы пресной воды с потенциальными негативными воздействиями на пресноводные экосистемы. Вода необходима также для добычи полезных ископаемых (раздел 25.7.3), обработки и утилизации ископаемого и ядерного топлива или их побочных продуктов. Объем воды, используемой при производстве энергии, в настоящее время лежит в диапазоне от нескольких процентов в большинстве развивающихся стран до более 50 % изымаемой пресной воды в некоторых развитых странах, в зависимости от конкретной страны (Kenny et al., 2009; WEC, 2010). Будущие потребности в воде будут зависеть от роста потребности в электроэнергии, имеющихся в наличии технологий генерации и применяемых вариантов политики в области управления водными ресурсами (*доказательства средней степени, высокая степень согласия*; WEC, 2010; Sattler et al., 2012). В будущем доступность водных ресурсов для производства энергии будет изменяться вследствие изменения климата (*твердые доказательства, высокая степень согласия*; разделы 3.4, 3.5.1, 3.5.2.2).

Водоснабжение может требовать больших количеств энергии на подъем, транспортировку и распределение воды и на ее обработку либо для использования либо очистки от загрязнения. Сточные воды и даже избыточные осадки в городах требуют энергии для их очистки или сброса. Использование некоторых нетрадиционных источников воды (сточные или морские воды) часто является очень энергоемким. Энергоемкость в пересчете на м<sup>3</sup> воды изменяется от одного источника к другому приблизительно в 10 раз, например энергоемкость получения питьевой воды из местных подземных/наземных водных источников по сравнению с опресненной морской водой (вставка 25-2, таблицы 25-6, 25-7; Macknick et al., 2012b; Plappally and Lienhard, 2012). Грунтовые воды (составляющее 35 % от глобального объема водозабора, причем главным их потребителем является производство продовольствия на орошаемых землях, Döll et al., 2012) обычно более энергоемкие, чем поверхностные воды. В Индии, например, 19 % от общего потребления электричества в 2012 г. шло на нужды сельского хозяйства (Central Statistics Office, 2013), причем

значительная доля - на перекачку грунтовых вод. Перекачка с больших глубин значительно увеличивает потребность в энергии - при изменении высоты подъема воды с 35 до 120 м электропотребление ( $\text{kВт м}^{-3}$  воды) увеличивается в 3 раза (Plappally and Lienhard, 2012). Повторное использование для орошения пригодной для этого воды (сохраняя при этом как воду, так и энергоемкие биогенные вещества) может увеличивать урожайность сельскохозяйственных культур, экономить энергию и предотвращать эрозию почвы (*средняя степень достоверности*; Smit and Nasr, 1992; Jiménez-Cisneros, 1996; Qadir et al., 2007; Raschid-Sally and Jayakody, 2008). Более энергосберегающие методы очистки позволяют очистить сточные воды низкого качества ("черные" стоки) до уровней, приемлемых для их сброса в водотоки, исключая при этом использование дополнительных объемов пресной воды и связанные с этим затраты энергии (Keraita et al., 2008). В случае правильной очистки, сохраняющей биогенные вещества, такие очищенные воды могут увеличить продуктивность почв, что внесет вклад в повышение урожайности сельскохозяйственных культур/продовольственную безопасность в районах, где нельзя позволить себе оплату больших счетов за энергию или дорогостоящее удобрение (*высокая степень достоверности*; Oron, 1996; Lazarova and Bahri, 2005; Redwood and Huibers, 2008; Jiménez-Cisneros, 2009).

Связи между водными ресурсами, энергией, продовольствием/фуражом/клетчаткой и климатом также в большой мере относятся к пользованию и управлению земельными ресурсами (*твердые доказательства, высокая степень согласия*; раздел 4.4.4, вставка 25-10). Деградация земель часто уменьшает эффективность использования воды и энергии (например, повышаются потребность в удобрениях и поверхностный сток) и ставит под угрозу продовольственную безопасность (разделы 3.7.2, 4.4.4). С другой стороны, деятельность по облесению с целью связывания углерода дает важную дополнительную выгоду в виде ослабления эрозии почвы и предоставления дополнительного (хотя бы даже и временного) среды обитания (см. вставку 25-10), но может уменьшить возобновляемые водные ресурсы. Забор воды в целях производства энергии, продовольствия или биотоплива или связывания углерода может также конкурировать с потребностью в обеспечении минимального стока, необходимого для поддержания речных мест обитания и водно-болотных угодий, предполагая при этом потенциальный конфликт между экономическими и другими ценностями и видами водопользования (*средняя степень доказательства; высокая степень согласия*; разделы 25.4.3, 25.6.2, вставка 25-10). Только в нескольких отчетах содержится первичная оценка многочисленных видов взаимодействий между энергией, продовольствием, земельными ресурсами и водой и климатом (McCornick et al., 2008; Bazilian et al., 2011; Bierbaum and Matson, 2013), при этом эти вопросы рассматриваются с точки зрения безопасности и описываются на основе методов комплексного моделирования. Взаимодействие между каждым из этих факторов находится под влиянием изменяющегося климата, что, в свою очередь, воздействует на потребность в энергии и воде, биопродуктивность и другие факторы (см. рисунок ПВ-ВЭ-1 и Wise et al., 2009) и имеет последствия для безопасности обеспечения энергией, продовольствием и водой, способов адаптации и смягчения последствий и уменьшения загрязнения воздуха, а также последствия для здоровья и экономические воздействия, как это описано в настоящем оценочном докладе.

Взаимосвязь между продовольствием/клетчаткой, водой, землепользованием, энергией и изменением климата, включая возможно пока еще плохо понимаемые межсекторальные воздействия, становится все более важной при оценке последствий решений в области политики адаптации/смягчения воздействий. Взаимодействия в цепочке топливо-продовольствие-землепользование-водные ресурсы-стратегия смягчения воздействий парниковых газов (ПГ), в особенности относящиеся к биоресурсам, предоставляющим продовольствие/фураж, энергию или топливо, дают основание полагать, что такие взаимосвязи часто проявляются при совместной оценке потребностей в воде, вида и использования земельных ресурсов, потребностей в энергии и потенциального использования и воздействий ПГ. Например, сценарии смягчения воздействий, описанные в Специальном докладе МГЭИК о возобновляемых источниках энергии и смягчении воздействий на изменение климата (МГЭИК, 2011), предусматривают производство до 300 Эдж первичной энергии биомассы к 2050 г. при сценариях применения все более строгих мер по смягчению воздействий. Такие высокие уровни производства биомассы при отсутствии изменений в области технологий и обработки/управления/функционирования будут иметь значительные последствия для землепользования, водных и энергетических ресурсов, а также производства продовольствия и ценообразования на него. Учет взаимосвязей между энергией, продовольствием/фуражом/клетчаткой, водными ресурсами, землепользованием и изменением климата все в большей мере признается критически необходимым для эффективного принятия решений о путях развития, обеспечивающих устойчивость к климату (*доказательства средней степени, средняя степень согласия*), хотя набор инструментов для поддержки выполнения оценок и принятия решений на местном и региональном уровнях остается весьма ограниченным.

## Ссылки

- Allan, T., 2003: Virtual water – the water, food, and trade nexus: useful concept or misleading metaphor? *Water International*, **28(1)**, 4-10.
- Bazilian, M., H. Rogner, M. Howells, S. Hermann, D. Arent, D. Gielen, P. Steduto, A. Mueller, P. Komor, R.S.J. Tol, and K. Yumkella, 2011: Considering the energy, water and food nexus: towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, **39(12)**, 7896-7906.
- Bierbaum, R. and P. Matson, 2013: Energy in the context of sustainability. *Daedalus*, **142(1)**, 146-161.
- Davies, E., K. Page, and J.A. Edmonds, 2013: An integrated assessment of global and regional water demands for electricity generation to 2095. *Advances in Water Resources*, **52**, 296-313, doi:10.1016/j.advwatres.2012.11.020.
- Diffenbaugh, N., T. Hertel, M. Scherer, and M. Verma, 2012: Response of corn markets to climate volatility under alternative energy futures. *Nature Climate Change*, **2**, 514-518.
- Döll, P., H. Hoffmann-Dobrev, F.T. Portmann, S. Siebert, A. Eicker, M. Rodell, G. Strassberg, and B. Scanlon, 2012: Impact of water withdrawals from groundwater and surface water on continental water storage variations. *Journal of Geodynamics*, **59-60**, 143-156, doi:10.1016/j.jog.2011.05.001.
- EPA, 2010: *Evaluation of Energy Conservation Measures for Wastewater Treatment Facilities*. EPA 832-R-10-005, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Wastewater Management, Washington, DC, USA, 222 pp., [water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/Evaluation-of-Energy-Conservation-Measures-for-Wastewater-Treatment-Facilities.pdf](http://water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/Evaluation-of-Energy-Conservation-Measures-for-Wastewater-Treatment-Facilities.pdf).
- Gerbens-Leenes, P.W., A.R. van Lienden, A.Y. Hoekstra, and Th.H. van der Meer, 2012: Biofuel scenarios in a water perspective: the global blue and green water footprint of road transport in 2030. *Global Environmental Change*, **22(3)**, 764-775.
- Gerber, N., M. van Eckert, and T. Breuer, 2008: *The Impacts of Biofuel Production on Food Prices: A Review*. ZEF – Discussion Papers on Development Policy, No. 127, Center for Development Research [Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF)], Bonn, Germany, 19 pp.
- Gerten, D., H. Heinke, H. Hoff, H. Biemans, M. Fader, and K. Waha, 2011: Global water availability and requirements for future food production. *Journal of Hydrometeorology*, **12**, 885-899.
- МГЭИК, 2011: Резюме для политиков. В: *Специальный доклад МГЭИК о возобновляемых источниках энергии и смягчении воздействий на изменение климата. Специальный доклад Рабочей группы III Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [О. Эднхофер, П. Пичс-Мадруга, Ю. Сокона, К. Сейбот, П. Матшоос, С. Каднер, Т. Цвикель, П. Эйкемейер, Г. Хансен, Ш. Шлемер, К. фон Штхов (редакторы)], Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-26.
- Jiménez-Cisneros, B., 1996: Wastewater reuse to increase soil productivity. *Water Science and Technology*, **32(12)**, 173-180.
- Jiménez-Cisneros, B., 2009: 4.06 – Safe sanitation in low economic development areas. In: *Treatise on Water Science, Volume 4: Water-Quality Engineering* [Wilderer, P.A. (ed.)]. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Academic Press, Oxford, UK, pp.147-200.
- Kenny, J.F., N.L. Barber, S.S. Hutson, K.S. Linsey, J.K. Lovelace, and M.A. Maupin, 2009: *Estimated Use of Water in the United States in 2005*. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey (USGS) Circular 1344, USGS, Reston, VA, USA, 53 pp.
- Keraita, B., B. Jiménez, and P. Drechsel, 2008: Extent and implications of agricultural reuse of untreated, partly treated and diluted wastewater in developing countries. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, **3(58)**, 15-27.
- Khan, S. and M.A. Hanjra, 2009: Footprints of water and energy inputs in food production – global perspectives. *Food Policy*, **34**, 130-140.
- Kim, S. and B. Dale, 2004: Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy*, **26(4)**, 361-375.
- King, C. and M.E. Webber, 2008: Water intensity of transportation. *Environmental Science and Technology*, **42(21)**, 7866-7872.
- Lazarova, V. and A. Bahri, 2005: *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 408 pp.
- McKendry, P., 2002: Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, **83(1)**, 37-46.
- Macknick, J., R. Newmark, G. Heath, K.C. Hallett, J. Meldrum, and S. Nettles-Anderson, 2012a: Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: a review of existing literature. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045802, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045802.
- Macknick, J., S. Sattler, K. Averyt, S. Clemmer, and J. Rogers, 2012b: Water implications of generating electricity: water use across the United States based on different electricity pathways through 2050. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045803, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045803.
- McCornick, P.G., S.B. Awulachew, and M. Abebe, 2008: Water-food-energy-environment synergies and tradeoffs: major issues and case studies. *Water Policy*, **10**, 23-36.
- McMahon, J.E. and S.K. Price, 2011: Water and energy interactions. *Annual Review of Environment and Resources*, **36**, 163-191.
- Metcalf & Eddy, Inc. an AECOM Company, T. Asano, F. Burton, H. Leverenz, R. Tsuchihashi, and G. Tchobanoglous, 2007: *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. McGraw-Hill Professional, New York, NY, USA, 1570 pp.
- Oh, S.T., J.R. Kim, G.C. Premier, T.H. Lee, C. Kim, and W.T. Sloan, 2010: Sustainable wastewater treatment: how might microbial fuel cells contribute. *Biotechnology Advances*, **28(6)**, 871-881.
- Olson, G., 2012: *Water and Energy Nexus: Threats and Opportunities*. IWA Publishing, London, UK, 294 pp.
- Oron, G., 1996: Soil as a complementary treatment component for simultaneous wastewater disposal and reuse. *Water Science and Technology*, **34(11)**, 243-252.
- Pelletier, N., E. Audsley, S. Brodt, T. Garnett, P. Henriksson, A. Kendall, K.J. Kramer, D. Murphy, T. Nemeck, and M. Troell, 2011: Energy intensity of agriculture and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*, **36**, 223-246.
- Plappally, A.K. and J.H. Lienhard V, 2012: Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation, and disposal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **16(7)**, 4818-4848.
- Qadir, M., D. Wichelns, L. Raschid-Sally, P. Singh Minhas, P. Drechsel, A. Bahri, P. McCornick, R. Abaidoo, F. Attia, S. El-Guindy, J.H.J. Ensink, B. Jiménez, J.W. Kijne, S. Koo-Oshima, J.D. Oster, L. Oyebande, J.A. Sagardoy, and W. van der Hoek, 2007: Agricultural use of marginal-quality water – opportunities and challenges. In: *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture* [Molden, D. (ed.)]. Earthscan Publications, Ltd., London, UK, pp. 425-458.
- Raschid-Sally, L. and P. Jayakody, 2008: *Drivers and Characteristics of Wastewater Agriculture in Developing Countries: Results from a Global Assessment*. IWMI Research Report 127, International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka, 29 pp.

- Redwood, M. and F. Huibers, 2008: Wastewater irrigation in urban agriculture. In: *Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs* [Jiménez, B. and T. Asano (ed.)]. IWA Publishing, London, UK, pp. 228-240.
- Sattler, S., J. Macknick, D. Yates, F. Flores-Lopez, A. Lopez, and J. Rogers, 2012: Linking electricity and water models to assess electricity choices at water-relevant scales. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045804, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045804.
- Schievano A., G. D'Imporzano, and F. Adani, 2009: Substituting energy crops with organic wastes and agro-industrial residues for biogas production. *Journal of Environmental Management*, **90(8)**, 2537-2541.
- Skaggs, R., K. Hibbard, P. Frumhoff, T. Lowry, R. Middleton, R. Pate, V. Tidwell, J. Arnold, K. Averyt, A. Janetos, C. Izaurralde, J. Rice, and S. Rose, 2012: *Climate and Energy-Water-Land System Interactions*. PNNL 21185, Technical Report to the US Department of Energy in support of the National Climate Assessment, Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), Richland, WA, USA, 152 pp.
- Smit, J. and J. Nasr, 1992: Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and Urbanization*, **4(2)**, 141-152.
- van Vliet, M.T.H., J.R. Yearsley, F. Ludwig, S. Vögele, D.P. Lettenmaier, and P. Kabat, 2012: Vulnerability of US and European electricity supply to climate change. *Nature Climate Change*, **2**, 676-681.
- Wise, M., K. Calvin, A. Thomson, L. Clarke, B. Bond-Lamberty, R. Sands, S.J. Smith, A. Janetos, and J. Edmonds, 2009: Implications of limiting CO<sub>2</sub> concentrations for land use and energy. *Science*, **324**, 1183-1186.
- WEC, 2010: *Water for Energy*. World Energy Council (WEC), London, UK, 51 pp.

При ссылках на эту перекрестную вставку по главам следует указывать:

Эйрент Д. Дж., П. Делл, К. М. Сцепек, Б. Е. Хименес-Киснерос, Э. Райзингер, Ф. Тот, Т. Оки, 2014: Перекрестная вставка по главам о связи цепочки вода-энергия- продовольствие/фураж/клетчатка с изменением климата. В: *Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме, Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Филд, К. Б., В. Р. Баррос, Д. Дж. Доккен, К. Дж. Мэк, М. Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К. Л. Эби, Й. О. Эстрада, Р. К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт (редакторы)]. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария, стр. 187-191. (На английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках).



# Глоссарий



# Глоссарий

## **Сопредседатели редакционной коллегии:**

Джон Агард (Тринидад и Тобаго), Е. Лиза Ф. Шиппер (Швеция)

## **Редакционная коллегия:**

Йорн Биркманн (Германия), Максимилиано Кампос (Коста-Рика),  
Каролина Дюбо (Бразилия), Юкихиро Нойири (Япония),  
Леннарт Олссон (Швеция), Балджис Осман-Элаша (Судан),  
Марк Пеллинг (СК), Майкл Дж. Прэтер (США), Марта Ривера-Ферре  
(Испания), Оливер К. Руппел (Намибия), Эсбери Сэлленджер (США),  
Кирк Р. Смит (США), Асунсьон Ст. Клэр (Норвегия)

## **Помощники ГТП:**

Катарина Дж. Мэк (США), Майкл Д. Мастрандреа (США), Т. Эрен Билир  
(США)

**Адаптивная способность (Adaptive capacity)**

Способность систем, учреждений, людей и других организмов приспосабливаться к потенциальному ущербу, использовать возможности или реагировать на последствия.<sup>1</sup>

**Автономная адаптация (Autonomous adaptation)**

Адаптация как отклик на происходящее изменение климата и его воздействия без планирования, явно или же осознанно сконцентрированного на проблеме изменения климата. Ее также называют спонтанной адаптацией.

**Адаптационные потребности (Adaptation needs)**

Обстоятельства, требующие принятия мер для обеспечения безопасности населения и безопасности имущества в качестве отклика на воздействия климата.

**Адаптация<sup>2</sup> (Adaptation)**

Процесс приспособления к существующему или ожидаемому климату и его воздействиям. В антропогенных системах целью адаптации является уменьшение ущерба или использование благоприятных возможностей. В естественных системах вмешательство человека может способствовать приспособлению к ожидаемому климату и его воздействиям.

**Инкрементальная адаптация** Адаптационные меры, главной целью которых является сохранение сущности и целостности системы или процесса в данном масштабе<sup>3</sup>.

**Трансформационная адаптация** Адаптация, которая изменяет основополагающие характеристики системы сообразно состоянию климата и его воздействиям.

См. также Автономная адаптация, Эволюционная адаптация и Трансформация.

**Адаптация на основе экосистемного подхода (Ecosystem-based adaptation)**

Использование биоразнообразия и экосистемных услуг как части общей адаптационной стратегии для того, чтобы помочь людям адаптироваться к неблагоприятным воздействиям изменения климата. При адаптации на основе экосистемного подхода используется целый ряд возможностей по обеспечению устойчивого менеджмента, сохранения и восстановления экосистем для предоставления услуг, которые позволяют людям адаптироваться к воздействиям изменения климата. Ее целью является поддержание и повышение устойчивости, а также уменьшение уяз-

вимости экосистем и людей в случае неблагоприятных воздействий изменения климата. Адаптация на основе экосистемного подхода наиболее подходящим образом интегрируется в рамки более широких стратегий адаптации и развития (КБР, 2009 г.)

**Адаптация на уровне общин (Community-based adaptation)**

Адаптация местного характера, ориентированная на интересы общин. При адаптации на уровне общин внимание концентрируется на обеспечении и поощрении адаптивной способности общин. Это подход, при котором в качестве сильных сторон фигурируют такие факторы, как контекст, культура, знания, деятельность и предпочтения общин.

**Адаптивный менеджмент (Adaptive management)**

Итеративный процесс планирования, осуществления и изменения стратегий для менеджмента ресурсов в связи с наличием неопределенности и изменения. Адаптивный менеджмент включает корректировку подходов в качестве отклика на наблюдения за их эффектом и изменениями в системе, вызванными возникающими эффектами обратной связи и другими переменными.

**Адаптируемость (Adaptability)**

См. Адаптивная способность

**Акклиматизация (Acclimatization)**

Изменение функциональных или морфологических признаков, происходящее один раз или неоднократно (например сезонно) в течение срока жизни особи в ее естественной окружающей среде. Посредством акклиматизации особь сохраняет жизнеспособность в самых разных экологических условиях. В целях проведения четкого различия между результатами, полученными в ходе лабораторных и полевых исследований, в экофизиологии для обозначения соответствующих явлений используется термин *акклиматизация* в тех случаях, когда эти явления наблюдаются в четко определенных экспериментальных условиях. Термин *(адаптивная) пластичность* характеризует обычно ограниченные рамки изменений в фенотипе, которые могут произойти с особью в процессе акклиматизации.

**Альтернативные издержки (Opportunity costs)**

Выгоды от определенного вида деятельности, от которого отказались в пользу другого вида деятельности.

**Аномалия (Anomaly)**

Отклонение переменной от ее среднего за базовый период значения.

<sup>1</sup> Эта статья Глоссария основана на определениях, использованных в предыдущих докладах МГЭИК и Оценке экосистем на пороге тысячелетия (МЕА, 2005).

<sup>2</sup> Поскольку данная статья Глоссария сформулирована с учетом последних научных достижений, она отличается по своей широте и направленности от статьи, фигурирующей в Четвертом докладе об оценке и других докладах МГЭИК.

<sup>3</sup> Это определение основано на определении, использованном в Park *et al.* (2012).

**Ансамбль (Ensemble)**

Подборка модельных имитаций, характеризующая предсказание или проекцию климата. Различия в начальных условиях и формулировании модели приводят к разным эволюциям смоделированной системы и могут сообщить информацию о неопределенности, связанной с ошибкой модели или ошибкой в начальных условиях в случае прогнозов климата, а также о неопределенности, связанной с ошибкой модели и с внутренней изменчивостью климата в случае климатических проекций.

**Антропогенная система (Human system)**

Любая система, в которой организации и институты людей играют главную роль. Часто, но не всегда, этот термин является синонимом общества или социальной системы. Такие системы, как сельскохозяйственные системы, политические системы, технологические системы и экономические системы, являются в своей совокупности антропогенными системами в том смысле, который вкладывается в этот термин в настоящем докладе.

**Антропогенные выбросы (Anthropogenic emissions)**

Выбросы парниковых газов, веществ-предшественников парниковых газов и аэрозолей, вызванные деятельностью человека. Эта деятельность включает сжигание ископаемых видов топлива, обезлесение, изменения в землепользовании, животноводство, внесение удобрений, удаление отходов и промышленные процессы.

**Антропогенный (Anthropogenic)**

Являющийся результатом или продуктом деятельности человека.

**Аридная зона (Arid zone)**

Районы, в которых росту растительности в значительной мере препятствует ограниченная доступность воды. В большинстве случаев аридные зоны характеризуются скудной местной растительностью. Изменчивость дождевых осадков является высокой, а их среднегодовые показатели ниже 300 мм. Для земледелия в аридных зонах требуется ирригация.

**Атлантическая мультидекадная осцилляция /изменчивость (АМО/АМИ) (Atlantic Multi-decadal Oscillation/Variability (АМО/АМV))**

Многодекадное (65–75 лет) колебание в Северной Атлантике, во время которого температура поверхности океана характеризовалась теплыми фазами, приблизительно с 1860 по 1880 гг. и с 1930 по 1960 гг., и холодными фазами с 1905 по 1925 гг. и с 1970 по 1990 гг., с диапазоном колебания порядка 0,4 °С. См. Индекс АМО во вставке 2.5 ДО5 РГ I.

**Базовое/исходное состояние (Baseline/reference)**

Базовое (или исходное) состояние – это состояние, относительно которого оценивается изменение.

*Базовый период* – это период, по которому рассчитываются аномалии. Базовая (или фоновая) концентрация газовых примесей – это концентрация, которая измеряется в месте, которое не подвергается воздействию местных антропогенных выбросов.

**Бедность (Poverty)**

Бедность – это сложная концепция, имеющая несколько определений, данных разными философскими школами. Это слово может обозначать материальные обстоятельства (такие как нужда, какие-то лишения или ограниченные ресурсы), экономические условия (такие как уровень жизни, неравенство или экономическое положение) и/или другие социальные отношения (такие как социальный класс, зависимость, изоляция, отсутствие базовой безопасности или отсутствие прав).

**Бедствие (Disaster)**

Резкие изменения в нормальном функционировании общины или общества в результате опасных физических явлений, взаимосвязанных с неблагоприятными социальными условиями и ведущих к широкомасштабным неблагоприятным последствиям для человека, к неблагоприятным материальным, экономическим или экологическим последствиям, которые требуют безотлагательных чрезвычайных мер реагирования для удовлетворения жизненно важных человеческих потребностей и которые могут требовать оказания внешней помощи для восстановления.

**Безопасность человека (Human security)**

Условие, которое соблюдается в том случае, если обеспечивается защита жизненно важной основы для жизни человека, и если люди обладают свободой и имеют возможность жить достойно. В контексте изменения климата понятие жизненно важной основы для жизни человека включает универсальные и конкретные с точки зрения культуры материальные и нематериальные элементы, которые необходимы для того, чтобы люди действовали в своих собственных интересах и жили достойно.

**Биом (Biome)**

Биом – это основной и определенный региональный элемент биосферы, состоящий обычно из нескольких экосистем (например, леса, реки, водоемы, болота в пределах региона). Биомы характеризуются типичными сообществами растений и животных.

**Биомасса (Biomass)**

Общая масса живых организмов на данной площади или в данном объеме; в мертвую биомассу можно включить мертвый растительный материал. Сжигание биомассы – это сжигание живой или мертвой растительности.

**Биоразнообразие (Biodiversity)**

Варьирование свойств живых организмов из наземных, морских и других экосистем. Биологическое разнообразие включает варьирование на генетическом, видовом и экосистемном уровнях<sup>4</sup>.

**Биосфера (Biosphere)**

Часть системы Земля, охватывающая все экосистемы и живые организмы в атмосфере, на суше (наземная биосфера) или в океанах (морская биосфера), а также производное мертвое органическое вещество, такое как подстилка, почвенный органический материал и океанический детрит.

**Биотопливо (Biofuel)**

Топливо, как правило в жидком виде, получаемое из органического вещества или горючих масел, выработанных живыми или недавно живыми растениями. Примерами биотоплива являются спирт (биоэтанол), черный щелок, получаемый в процессе производства бумаги, и соевое масло.

**Биотопливо первого поколения** Биотопливо первого поколения получают из зерна, масличных семян, животных жиров и отходов растительных масел посредством современных перерабатывающих технологий.

**Биотопливо второго поколения** Для производства биотоплива второго поколения используются нетрадиционные биохимические и термохимические процессы переработки и сырьевой материал, получаемый главным образом из, например, лигноцеллюлозных фракций сельскохозяйственных и лесных отходов, муниципальных твердых отходов и т. д.

**Биотопливо третьего поколения** Биотопливо третьего поколения будут получать из такого сырьевого материала, как морские водоросли и энергокультуры, посредством передовых технологий, которые пока еще находятся в стадии разработки.

Эти виды биотоплива второго и третьего поколений, получаемые посредством новых технологий, также именуется биотопливом следующего поколения или перспективным биотопливом, или биотопливом, полученным на основе передовых технологий.

**Биоэнергия (Bioenergy)**

Энергия, получаемая из биомассы в любом ее виде, таком как недавно живые организмы или их побочные продукты метаболизма.

**Варианты адаптации (Adaptation options)**

Совокупность стратегий и мер, которые имеются и подходят для удовлетворения адаптационных потребностей. Они включают широкий круг мер, которые могут быть классифицированы как структурные, институциональные или социальные.

**Внетропический циклон (Extratropical cyclone)**

Крупномасштабный (порядка 1000 км) шторм в средних или высоких широтах с низким давлением в центре и фронтами, характеризующимися значительными горизонтальными градиентами температуры и влажности. Главная причина экстремальных скоростей ветра и сильных осадков, особенно в зимнее время.

**Внешнее воздействие (External forcing)**

Внешнее воздействие относится к воздействию фактору вне климатической системы, вызывающему изменение в климатической системе. К внешним воздействиям относятся извержения вулканов, солнечная изменчивость и антропогенные изменения в составе атмосферы и землепользовании. Орбитальное воздействие также является внешним воздействием, поскольку инсоляция меняется в зависимости от орбитальных параметров – эксцентриситета, склонения и при прецессии равноденствия.

**Внешнее воздействие/внешние затраты/ внешние выгоды (Externalities/external costs/external benefits)**

Внешние воздействия возникают в результате деятельности человека, когда лица, ответственные за эту деятельность, не учитывают в полной мере ее воздействия на возможности производства и потребления других лиц, и за такие воздействия не существует никакой компенсации. В тех случаях, когда эти воздействия являются отрицательными, имеются внешние затраты. Если воздействия являются положительными, то они представляют собой внешние выгоды.

**Водный цикл (Water cycle)**

См. Гидрологический цикл.

**Возвращаемое значение (Return value)**

Наибольшее (или, как вариант, наименьшее) значение данной переменной, в среднем встречающееся один раз за данный период времени (например, за 10 лет). См. также Период повторяемости.

**Воздействия (последствия, результаты)<sup>5</sup> (Impacts (Consequences, Outcomes))**

Эффекты, оказываемые на естественные и антропогенные системы. В настоящем докладе термин «воздействия» используется в первую очередь для обозначения эффектов, оказываемых на естественные

<sup>4</sup> Эта статья Глоссария основана на определениях, использованных в Global Biodiversity Assessment (Heywood, 1995) и Оценке экосистем на пороге тысячелетия (MEA, 2005).

<sup>5</sup> Поскольку данная статья Глоссария сформулирована с учетом последних научных достижений, она отличается по своей широте и направленности от статьи, фигурирующей в Четвертом докладе об оценке и других докладах МГЭИК.

и антропогенные системы экстремальными метеорологическими и климатическими явлениями и изменением климата. Воздействия как правило означают эффекты, влияющие на жизнь, средства к существованию, состояние здоровья, экосистемы, экономические, социальные и культурные активы, услуги (включая экологические) и инфраструктуру вследствие синергии таких факторов, как изменения климата или опасные климатические явления, происходящие на определенном отрезке времени, и уязвимость подвергаемого воздействиям общества или системы. Воздействия также означают последствия и результаты. Воздействия изменения климата на геофизические системы, включая паводки, засухи и повышение уровня моря, представляют собой подмножество воздействий, именуемых физическими воздействиями.

#### **Возможность для адаптации (Adaptation opportunity)**

Факторы, которые облегчают планирование и осуществление адаптационных мер, расширяют круг вариантов адаптации или обеспечивают дополнительные сопутствующие выгоды.

#### **Возникающий риск (Emergent risk)**

Риск, который возникает вследствие взаимодействия процессов в сложной системе, например риск, причиной которого является та ситуация, при которой географические сдвиги населения как реакция на изменение климата ведут к повышению уязвимости и подверженности населения внешним воздействиям в принимающем регионе.

#### **Волна тепла (Heat wave)**

Период аномально и некомфортно жаркой погоды.

#### **Восприятие риска (Risk perception)**

Субъективное суждение, которое люди выносят относительно характеристик и степени серьезности риска.

#### **Геоинжиниринг (Geoengineering)**

Геоинжиниринг означает широкий набор методов и технологий, целью которых является преднамеренное изменение климатической системы, с тем чтобы смягчить воздействия изменения климата. Задачей большинства, но не всех этих методов, является либо (1) уменьшение количества поглощенной солнечной энергии в климатической системе (Регулирование солнечной радиации) или (2) увеличение числа чистых поглотителей углерода из атмосферы в масштабе, достаточно крупном для того, чтобы изменить климат (Удаление двуокиси углерода). Главное значение имеют масштаб и целенаправленность. Двумя ключевыми характеристиками методов геоинжиниринга, вызывающими особую озабоченность, является то, что они используют или затрагивают климатическую систему (например, атмосферу, сушу или океан) в глобальном или региональном масштабах и/или могли бы оказывать существенные непреднамеренные воздей-

ствия за пределами национальных границ. Геоинжиниринг отличается от активных воздействий на погоду или экологического инжиниринга, однако граница между ними может быть нечеткой (IPCC, 2012b, p. 2).

#### **Гидрологический цикл (Hydrological cycle)**

Цикл, во время которого вода испаряется из океанов и с поверхности суши, переносится над Землей в результате атмосферной циркуляции в виде водяного пара, конденсируется и формирует облака, выпадает над океаном и сушей в виде дождя или снега, которые могут задерживаться на суше деревьями и растительностью, образует сток на поверхности суши, проникает в почву, пополняет грунтовые воды, стекает в водотоки и в конечном итоге впадает в океаны, из которых она будет вновь испаряться. Различные системы, участвующие в гидрологическом цикле, обычно называются гидрологическими системами.

#### **Гипоксические явления (Hypoxic events)**

Явления, которые приводят к дефициту кислорода в водоемах. См. также Мертвые зоны и Эвтрофикация.

#### **Глобальная климатическая модель (также называется моделью общей циркуляции, сокращенно ГKM и МОЦ) (Global climate model (also referred to as general circulation model, both abbreviated as GCM))**

См. Модель климата.

#### **Глобальная средняя приземная температура (Global mean surface temperature)**

Оценка глобальной средней приземной температуры воздуха. Однако для изменений во времени используются только аномалии, как отклонения от климатических значений, основанные чаще всего на взвешенной по площади глобальной средней величине аномалии температуры поверхности моря и аномалии приземной температуры воздуха.

#### **Глобальное изменение (Global change)**

Общий термин для описания изменений глобального масштаба в системах, включая климатическую систему, экосистемы и социально-экологические системы.

#### **Голод (Famine)**

Нехватка продовольствия в течение длительного периода времени и на большой географической территории, такой как страна, или недоступность продовольствия по причинам социально-экономического, политического или культурного характера. Случаи голода могут быть вызваны такими связанными с климатом экстремальными явлениями, как засухи или наводнения, а также болезнями, войной или прочими факторами.

#### **Городской остров тепла (Urban heat island)**

Относительно более теплые условия в городе по сравнению с окружающими сельскими районами, свя-

занные с изменениями в стоке, воздействиями на удержание тепла и изменениями альбедо поверхности.

#### **Горячая точка (Hotspot)**

Географическое место, характеризующееся высокой уязвимостью и подверженностью изменению климата.

#### **Граница произрастания деревьев (Tree line)**

Верхний предел произрастания деревьев в горах или высоких широтах. По сравнению с границей леса он находится на больших высотах или ближе к полюсам.

#### **Группы населения, находящиеся в неблагоприятном положении (Disadvantaged populations)**

Сектора общества, которые являются маргинализованными часто в силу низкого социально-экономического статуса, низкого дохода, отсутствия доступа к базовым услугам, таким как здравоохранение или образование, несправедливости, расы, гендерной принадлежности, религии или плохого доступа к коммуникационным технологиям.

#### **Даунскейлинг (Downscaling)**

Даунскейлинг – это метод получения информации местного-регионального масштаба (10-100 км) посредством более крупномасштабных моделей или анализов данных. Существуют два основных метода: динамический даунскейлинг и эмпирический/статистический даунскейлинг. Динамический метод использует выходные данные региональных моделей климата, глобальных моделей с переменным пространственным разрешением или глобальных моделей с высоким разрешением. С помощью методов эмпирического/статистического даунскейлинга получают статистические зависимости, которые связывают крупномасштабные атмосферные переменные с переменными местного/регионального климата. Во всех случаях качество рабочей модели по-прежнему является существенным ограничением для качества информации, детализация которой повышается посредством даунскейлинга.

#### **Декарбонизация (Decarbonization)**

Процесс, посредством которого страны или другие образования стремятся создать экономику с низкими выбросами углерода или посредством которого отдельные лица стремятся снизить их потребление углерода.

#### **Динамическая глобальная модель растительности (ДГМР) (Dynamic global vegetation model (DGVM))**

Модель, которая воспроизводит развитие и динамику растительности в пространстве и времени в зависимости от изменения климата и других изменений окружающей среды.

#### **Диоксид углерода (CO<sub>2</sub>) (Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>))**

Газ естественного происхождения, а также побочный продукт сжигания ископаемых видов топлива

из ископаемых углеродистых отложений, таких как нефть, газ и уголь, сжигания биомассы, изменений в землепользовании и промышленных процессов (например, производства цемента). Он является основным антропогенным парниковым газом, влияющим на радиационный баланс Земли. Это эталонный газ, по которому измеряются другие парниковые газы, и поэтому его потенциал глобального потепления равен 1.

#### **Дисконтирование (Discounting)**

Математическая операция, посредством которой денежные средства (или иные активы), полученные или израсходованные в разное время (разные годы), приводятся к определенному моменту времени. Дисконтер использует фиксированную или предположительно меняющуюся из года в год учетную ставку (>0), в результате чего будущая стоимость становится меньшей сегодняшней.

#### **Доиндустриальный (Pre-industrial)**

См. Промышленная революция.

#### **Дополнительные выгоды (Ancillary benefits)**

См. Сопутствующие выгоды.

#### **Достоверность (Confidence)**

Обоснованность вывода, определяемая типом, количеством, качеством и последовательностью доказательств (например механистическое понимание, теория, данные, модели, экспертное заключение) и степенью согласованности. Достоверность выражается качественным показателем (Mastrandrea et al., 2010). См. Вставку 1-1. См. также Неопределенность.

#### **Доступ к продовольствию (Access to food)**

Один из трех компонентов, лежащих в основе продовольственной безопасности, а другими двумя являются наличие и использование продовольствия. Доступ к продовольствию зависит от: (1) доступности продовольствия (т.е. люди обладают доходом или иными ресурсами для их обмена на продовольствие); (2) удовлетворительного распределения в рамках домашнего хозяйства или общества; и (3) предпочтения (т.е. это то, чем люди хотят питаться в соответствии с социальными и культурными нормами). См. также Продовольственная безопасность.

#### **Доход (Income)**

Максимальная сумма, которую домашнее хозяйство или иная единица учета может использовать без уменьшения при этом своей чистой реальной стоимости. Совокупный доход – это самая широкая мера дохода и означает регулярные поступления, такие как зарплаты, доход от самостоятельной деятельности, проценты и дивиденды от инвестированных средств, пенсии или иные пособия по

социальному страхованию, а также другие получаемые текущие денежные трансферты.<sup>6</sup>

#### **Зависимость от предыдущих решений (Path dependence)**

Общая ситуация, при которой решения, события или конечные результаты, имевшие место в один из прошлых моментов времени, мешают адаптации, смягчению воздействий или другим действиям или вариантам в более поздний момент времени.

#### **Закисление океана (Ocean acidification)**

Закисление океана означает понижение pH океана в течение длительного периода времени, обычно десятилетий или более того, которое вызывается главным образом поглощением диоксида углерода из атмосферы, однако также может быть вызвано добавлением или извлечением других химических веществ из океана. Антропогенное закисление океана означает уменьшение pH, вызванное деятельностью человека (IPCC, 2011, p. 37).

#### **Засуха (Drought)**

Период аномально сухой погоды, достаточно длительный для того, чтобы вызвать серьезный гидрологический дисбаланс. Засуха – это относительный термин, и поэтому при любом обсуждении с точки зрения дефицита осадков необходимо указывать конкретный обсуждаемый вид деятельности, связанной с осадками. Например, нехватка осадков в вегетационный период ухудшает урожайность сельскохозяйственных культур или функционирование экосистемы в целом (в результате засухи, влияющей на влажность почвы, именуемой также сельскохозяйственной засухой), а в период речного стока и фильтрации стока сказывается на водоснабжении (гидрологическая засуха). На изменения запасов почвенной влаги и подземных вод также влияет усиление фактической эвапотранспирации в сочетании с сокращением объема осадков. Период аномального дефицита осадков определяется как метеорологическая засуха. Мегазасуха – это весьма продолжительная и повсеместная засуха, которая длится гораздо дольше обычного, как правило десять или более лет. Соответствующие индексы см. во вставке 2.4 ДО5 РГ I.

#### **Захват земли (Land grabbing)**

Крупные приобретения прав на землю или воду для осуществления проектов, связанных с промышленностью, сельским хозяйством или смягчением воздействий (на климат), а также с биотопливом, которые имеют отрицательные последствия для местных и маргинализированных общин.

#### **Землепользование и изменения в землепользовании (Land use and Land use change)**

Землепользование означает совокупность мероприятий, видов деятельности и вкладываемых ресур-

сов в пределах данного вида растительного покрова (комплекс работ, выполняемых людьми). Термин *землепользование* также используется в смысле социально-экономических задач, для решения которых осуществляется управление земельными ресурсами (например, организация пастбищного хозяйства, заготовка лесоматериалов и охрана природы). Изменения в землепользовании – это изменения людьми методов использования или менеджмента земельных ресурсов, которые могут привести к изменению растительного покрова. Изменение растительного покрова и практики землепользования может сказаться на альбедо поверхности, эвапотранспирации, источниках и поглотителях парниковых газов или других свойствах климатической системы и, как следствие, оказать радиационное воздействие и/или другое влияние на климат на местном или глобальном уровне. См. также доклад МГЭИК «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (МГЭИК, 2000 г.).

#### **Зона с минимальным содержанием кислорода (ЗМК) (Oxygen minimum zone (OMZ))**

Среднеглубинный слой (200-1 000 м) в открытом океане, в котором насыщение кислородом является самым низким в океане. Степень кислородного обеднения зависит главным образом от поглощения бактериями органического вещества, а на распределение ЗМК влияет крупномасштабная океаническая циркуляция. В прибрежных океанских водах ЗМК простирается до шельфов и может также затрагивать донные экосистемы.

#### **Изменение климата (Climate change)**

Изменение климата означает изменение состояния климата, которое может быть определено (например, с помощью статистических тестов) через изменения в средних значениях и/или вариабельности его параметров и которое сохраняется в течение длительного периода, обычно десятилетий или больше. Изменение климата может быть вызвано естественными внутренними процессами или внешними воздействиями, такими как модуляции солнечных циклов, извержения вулканов и продолжительные антропогенные изменения в составе атмосферы или в землепользовании. Следует иметь в виду, что Рамочная конвенция об изменении климата (РКИКООН) в своей статье 1 определяет изменение климата следующим образом: «... изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени». Таким образом, РКИКООН проводит различие между изменением климата, обусловленным деятельностью человека, изменяющей состав атмосферы, и изменчивостью климата, обусловленной естествен-

<sup>6</sup> Эта статья Глоссария основана на определении, используемом в ОЭСР (2003 г.).

ными причинами. См. также Неизбежность изменения климата, Обнаружение и установление причин изменений.

#### **Изменение уровня моря (Sea level change)**

Уровень моря может меняться, как глобально, так и локально, вследствие (1) изменений формы бассейнов океанов, (2) изменения объема океана в результате изменения массы воды в океане, и (3) изменений объема океана в результате изменений плотности океанской воды. Изменение глобального среднего уровня моря в результате изменения массы океана называют баристатическим. Изменение показателя баристатического уровня моря вследствие добавления или удаления массы воды называется его эквивалентом уровня моря (ЭУМ). Изменения уровня моря, как глобально, так и локально, вызванные изменениями плотности воды, называются стерическими. Изменения плотности воды, вызванные только изменениями температуры, называются термостерическими, тогда как изменения, вызванные изменением солености, называются гало-стерическими. Баристатические и стерические изменения уровня моря не включают эффект изменений формы бассейнов океанов, вызванный изменением массы океана и ее распространением. См. также Относительный уровень моря и Тепловое расширение.

#### **Изменчивость климата (Climate variability)**

Изменчивость климата означает колебания среднего состояния и других статистических параметров (таких, как средние квадратичные отклонения, встречаемость экстремальных явлений и т.д.) климата во всех пространственных и временных масштабах, выходящих за пределы отдельных метеорологических явлений. Изменчивость может быть обусловлена естественными внутренними процессами в климатической системе (внутренняя изменчивость) или колебаниями внешнего естественного или антропогенного воздействия (внешняя изменчивость). См. также Изменение климата.

#### **Изменяющие климат загрязняющие вещества (ИКЗ) (Climate-altering pollutants (CAPs))**

Высвобожденные в результате деятельности человека газы и частицы, которые влияют на климат либо непосредственно через такие механизмы, как радиационное воздействие вследствие изменений в концентрациях парниковых газов, либо косвенно, воздействуя, например, на формирование облачности или на срок жизни парниковых газов в атмосфере. К числу ИКЗ относятся как те загрязнители, которые вызывают эффект потепления атмосферы, такие как метан  $\text{CO}_2$ , так и те загрязнители, которые вызывают эффекты охлаждения, такие как сульфаты.

#### **Инвазивный вид/инвазивный чужеродный вид (ИЧВ) (Invasive species/invasive alien species (IAS))**

Вид, интродуцированный за пределами своей естественной прошлой или настоящей территории распро-

странения (т.е. чужеродный вид), который заселяется в естественные или полустественные экосистемы или места обитания; является причиной изменения, угрожает естественному биологическому разнообразию (МСОП, 2000 г.; КБР, 2002 г.).

#### **Индекс уязвимости (Vulnerability index)**

Метрический параметр, характеризующий уязвимость системы. Индекс климатической уязвимости обычно выводится посредством сочетания (со взвешиванием или без) нескольких показателей, которые, как предполагается, представляют уязвимость.

#### **Индоокеанский диполь (ИОД) (Indian Ocean Dipole (IOD))**

Крупномасштабная мода межгодовой изменчивости температуры поверхности моря в Индийском океане. Этот режим проявляется в виде зонального градиента температуры поверхности моря в тропиках, при котором в одной экстремальной фазе осенью Северного полушария наблюдается выхолаживание у Суматры и потепление у Сомали на западе, сочетающиеся с аномальными восточными ветрами вдоль экватора.

#### **Институты (Institutions)**

Институты – это правила и нормы, которых одновременно придерживаются социальные партнеры и которые ориентируют, ограничивают и определяют взаимоотношения между людьми. Институты могут быть формальными, такие как законы и политика, или неформальными, такие как нормы и обычаи. Организации, такие как парламенты, органы государственного регулирования, частные фирмы и общинные органы, разрабатывают институциональные структуры и их системы поощрения и действуют в соответствии с ними. Институты могут ориентировать, ограничивать и определять взаимоотношения между людьми посредством прямого контроля, стимулов и процессов социализации.

#### **Интрузия/вторжение соленых вод (Salt-water intrusion/encroachment)**

Вытеснение пресных поверхностных или подземных вод в результате проникновения соленых вод в силу их большей плотности. Это обычно происходит в прибрежных районах и в эстуариях вследствие уменьшения влияния суши (например из-за уменьшения стока или пополнения подземных вод, либо из-за чрезмерного водозабора из водоносных слоев) или усиления влияния моря (например повышения относительного уровня моря).

#### **Исходный сценарий (Reference scenario)**

См. Базовое/исходное состояние.

#### **Климат (Climate)**

Климат в узком смысле этого слова обычно определяется как средний режим погоды или в более строгом смысле как статистическое описание средней вели-

чины и изменчивости соответствующих количественных параметров в течение периода времени, который может варьировать от нескольких месяцев до тысяч или миллионов лет. Согласно определению Всемирной Метеорологической Организации классическим периодом для усреднения этих переменных является период в 30 лет. Соответствующими количественными параметрами чаще всего являются такие приземные переменные, как температура, осадки и ветер. В более широком смысле климат представляет собой состояние климатической системы, включая ее статистическое описание.

#### **Климатическая модель (спектр или иерархия) (Climate model (spectrum or hierarchy))**

Численное представление климатической системы на основе физических, химических и биологических характеристик ее компонентов, их взаимодействий и процессов обратной связи, учитывающее при этом некоторые из ее известных характеристик. Климатическая система может быть представлена с помощью моделей различной сложности, т.е. для каждого из компонентов или комбинации компонентов можно найти спектр или иерархию моделей, отличающихся по таким аспектам, как число пространственных параметров, степень точности описания физических, химических и биологических процессов, или уровень эмпирических параметризаций. Сопряженные модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) дают представление климатической системы, которое по своей полноте приближается или почти достигает верхнюю границу имеющегося на данный момент спектра. Происходит эволюция в направлении более сложных моделей с использованием интерактивной химии и биологии. Климатические модели применяются в качестве инструмента исследования и моделирования климата, а также для оперативных целей, в том числе для месячных, сезонных и межгодовых предсказаний климата. См. также Модель системы Земля.

#### **Климатическая обратная связь (Climate feedback)**

Взаимодействие, при котором возмущение одного из количественных показателей климата вызывает изменения в другом показателе, а изменение во втором количественном показателе в конечном итоге ведет к дополнительному изменению в первом показателе. Отрицательная обратная связь – это обратная связь, при которой первоначальное возмущение ослабляется теми изменениями, которые она вызывает; положительная обратная связь – это обратная связь, при которой первоначальное возмущение усиливается. В этом Оценочном докладе часто используется несколько более узкое определение, согласно которому количественным климатическим показателем, который возмущается, является глобальная средняя приземная температура, что в свою очередь вызывает изменения в глобальном радиационном балансе. В

обоих случаях первоначальное возмущение может быть вызвано либо внешним воздействием, либо возникнуть в результате внутренней изменчивости.

#### **Климатическая система (Climate system)**

Климатическая система представляет собой весьма сложную систему, состоящую из пяти основных компонентов: атмосферы, гидросферы, криосферы, литосферы и биосферы, и взаимодействий между ними. Климатическая система эволюционирует во времени под воздействием своей собственной внутренней динамики и в силу внешних воздействий, таких как извержения вулканов, колебания солнечной радиации и антропогенные воздействия, такие как изменение состава атмосферы и изменения в землепользовании.

#### **Климатический сценарий (Climate scenario)**

Правдоподобное и зачастую упрощенное представление о будущем климате, основанное на внутренне согласованной совокупности климатологических связей, которая была подготовлена для непосредственного использования при исследовании потенциальных последствий антропогенного изменения климата, часто служащее исходным элементом для моделей воздействий. В качестве исходного материала для разработки климатических сценариев часто используются проекции климата, однако для климатических сценариев обычно требуется дополнительная информация, например данные наблюдений за текущим климатом. См. также Сценарий выбросов и Сценарий.

#### **Климатический фактор (фактор климата) (Climatic driver (climate driver))**

Изменяющийся параметр климатической системы, который оказывает влияние на определенный компонент антропогенной или природной системы.

#### **Климатический экстремум (экстремальное метеорологическое или климатическое явление) (Climate extreme (extreme weather or climate event))**

См. Экстремальное климатическое явление.

#### **Ключевая уязвимость, ключевой риск, ключевое воздействие (Key vulnerability, key risk, key impact)**

Уязвимость, риск или воздействие, относящиеся к определению и формулировке «опасного антропогенного воздействия (ОАВ) на климатическую систему» согласно терминологии статьи 2 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН), которые заслуживают особого внимания со стороны политиков в этом контексте. Ключевые риски являются потенциально серьезными неблагоприятными последствиями для людей и социально-экологических систем вследствие взаимодействия связанных с климатом опасных явлений с уязвимостью к этим опасным явлениям обществ и систем. Риски считаются «ключевыми»

чевыми» ввиду большой опасности или большой уязвимости подверженных этим рискам обществ и систем, или тех и других. Уязвимости считаются «ключевыми», если они могут потенциально сочетаться с опасными явлениями или трендами, в результате которых возникают ключевые риски. Уязвимости, которые мало влияют на связанный с климатом риск, например ввиду отсутствия подверженности опасным явлениям, не будут рассматриваться в качестве ключевых. Ключевые воздействия – это серьезные последствия для людей и социально-экологических систем.

#### **Комплексная оценка (Integrated assessment)**

Метод анализа, который сочетает результаты и модели на базе физических, биологических, экономических и социальных наук и взаимодействия между этими компонентами на взаимосогласованной основе для оценки состояния и последствий экологического изменения и политических мер реагирования на него.

#### **Комплексный менеджмент прибрежных зон (КМПЗ) (Integrated coastal zone management (ICZM))**

Комплексный подход к устойчивому менеджменту прибрежных районов, учитывающий все прибрежные места обитания и виды использования.

#### **Конвекция (Convection)**

Вертикальное движение под действием гидростатических сил, возникающих в результате статической неустойчивости, обычно вызываемой приземным охлаждением или повышением солености в случае океана и приземным потеплением или радиационным выхолаживанием верхней границы облаков в случае атмосферы. В атмосфере конвекция вызывает образование кучевых облаков и осадков и является эффективным фактором как распада, так и вертикального переноса химических веществ. В океане конвекция может переносить поверхностные воды в глубины океана.

#### **Контекстуальная уязвимость (исходная уязвимость) (Contextual vulnerability (Starting-point vulnerability))**

Существующая в настоящее время неспособность справляться с внешними факторами давления или изменениями, такими как изменяющееся состояние климата. Контекстуальная уязвимость является характерной чертой социальных и экологических систем, порожденной многочисленными факторами и процессами (O'Brien et al., 2007).

#### **Коренные народы (Indigenous peoples)**

Коренные народы и нации – это народы и нации, которые, обладая исторической преемственностью с обществами, существовавшими до завоевания или

колонизации и развивавшимися на их территориях, считают себя отличными от других секторов общества, преобладающих сейчас на этих территориях или их частях. В настоящее время они образуют главным образом недоминирующие части общества и часто полны решимости сохранять, развивать и передавать будущим поколениям территории своих предков и свою этническую идентичность как основу их продолжающегося существования в качестве народов в соответствии с их культурными особенностями, социальными институтами и правовыми системами.<sup>7</sup>

#### **Косвенный показатель (Proxy)**

Косвенный климатический показатель – это зафиксированные данные, путем толкования которых в соответствии с физическими и биофизическими принципами формируется описание сочетания относящихся к климату вариаций в прошлые периоды времени. Относящиеся к климату данные, полученные таким путем, называются косвенными данными. Примеры косвенных данных включают данные пыльцевого анализа, древесных колец, спелиотемы, характеристики кораллов и разные данные, полученные из морских отложений и ледовых кернов. Косвенные данные могут быть калиброваны для получения количественной климатической информации.

#### **Криосфера (Cryosphere)**

Все районы на поверхности Земли и океана или под ней, где вода находится в твердом состоянии, включая морской лед, озерный лед, речной лед, снежный покров, ледники и ледяные щиты и мерзлый грунт (который включает многолетнюю мерзлоту).

#### **Культурные воздействия (Cultural impacts)**

Воздействия на материальные и экологические аспекты культуры и ее исторические формы, включая такие факторы, как самобытность, общинная связь и принадлежность, чувство места, мировоззрение, ценности, представления и традиции. Культурные воздействия тесно связаны с экологическими воздействиями, особенно в том, что касается культурных и репрезентативных аспектов видов и ландшафтов. Культура и культурные обычаи определяют основу значимости и ценности воздействий изменения, определяют практическую осуществимость и приемлемость вариантов адаптации и обеспечивают профессиональные навыки и практики, которые обеспечивают возможность адаптации.

#### **Ла-Нинья (La Niña)**

См. Эль-Ниньо – Южное колебание.

#### **Ледяная шапка (Ice cap)**

Куполообразная масса льда, которая по своим размерам значительно меньше ледяного щита.

<sup>7</sup> Эта статья Глоссария основана на определениях, использованных в докладе Кобо (1987 г.) и предыдущих докладах МГЭИК.

**Ледяной щит (Ice sheet)**

Масса материкового льда континентального размера, которая является достаточно толстой для покрытия большей части подстилающей породы, вследствие чего его форма определяется главным образом его динамикой (стоком льда по мере его внутренней деформации и/или скольжением по его основанию). Ледяной щит стекает с высокой части центрального ледового плато, поверхность которого имеет незначительный средний уклон. По краям уклон обычно более крутой, и лед большей частью сбрасывается через быстротекущие ледяные потоки или выводные ледники, в некоторых случаях в море или на плавающие в море шельфовые ледники. В современном мире есть только два ледяных щита: один на Гренландии и один на Антарктике. В ледниковые периоды были и другие ледяные щиты.

**Лесовозобновление (Reforestation)**

Насаждение лесов на землях, ранее находившихся под лесами, но преобразованных для использования в иных целях. Обсуждение термина «лес» и связанных с ним терминов, таких как *облесение*, *лесовозобновление* и *обезлесение*, см. в Докладе МГЭИК «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (МГЭИК, 2000 г.). См. также доклад «Определения и методологические варианты составления кадастра выбросов в результате непосредственной антропогенной деградации лесов и исчезновения других типов растительности» (МГЭИК, 2003 г.).

**Летучие органические соединения (ЛОС) (Volatile Organic Compounds (VOCs))**

Важный класс органических химических загрязнителей воздуха, которые являются летучими при естественном состоянии воздуха. Другими терминами, используемыми для представления ЛОС, являются: гидроуглероды (ГУ), химически активные органические газы (ХОГ) и летучие неметановые органические соединения (НМЛОС). НМЛОС являются основными исходными элементами (наряду с  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$ ) для образования таких фотохимических окислителей, как озон.

**Ловушка бедности (Poverty trap)**

Понятие «ловушка бедности» по-разному воспринимается в разных дисциплинах. В социальных науках данная концепция, применяемая в первую очередь на уровне индивидуума, домашнего хозяйства или сообщества, описывает ситуацию, при которой выход из состояния бедности становится невозможным вследствие непродуктивных или негибких ресурсов. Ловушка бедности может также рассматриваться в качестве критического порога минимального имущества, ниже которого семьи не в состоянии успешно обучать своих детей, увеличивать свои производственные активы и выходить из состояния бедности. Экстремальная бедность сама по себе равносильна ловушке бедности, поскольку у бедняков отсутствуют средства

для значимого участия в жизни общества. В экономике термин «ловушка бедности» часто используется в национальном масштабе для обозначения нескончаемого состояния, при котором экономика, попавшая в порочный круг, страдает в результате стабильно сохраняющегося недостаточного развития (Matsuyama, 2008). В литературе можно найти много предлагаемых моделей «ловушки бедности».

**Малопроегрешная политика (Low regrets policy)**

Политика, которая приносит бы чистые социальные и/или экономические выгоды при современном климате и в соответствии с рядом сценариев будущего изменения климата.

**Менеджмент рисков (Risk management)**

Планы, действия или программы, осуществленные для уменьшения вероятности и/или последствий рисков или для отклика на последствия.

**Менеджмент рисков бедствий (МРБ) (Disaster risk management (DRM))**

Процессы разработки, осуществления и оценки стратегий, программ и мер для улучшения понимания рисков бедствий, содействия уменьшению и переносу рисков бедствий, а также для поощрения постоянного совершенствования работы по обеспечению готовности к бедствиям, реагированию на них и восстановлению после них. При этом однозначной целью этих процессов является повышение безопасности людей, благосостояния, качества жизни, и устойчивое развитие.

**Меридиональная опрокидывающая циркуляция (МОЦ) (Meridional Overturning Circulation (MOC))**

Меридиональная (север–юг) опрокидывающая циркуляция в океане, количественно определяемая зональными (восток–запад) суммами переноса массы в глубинных или плотных слоях. В Северной Атлантике, вдали от субполярных регионов, МОЦ (которая в принципе является наблюдаемым количественным параметром) часто отождествляют с термохалинной циркуляцией (ТХЦ), что является концептуальной и неполной интерпретацией. Необходимо помнить о том, что МОЦ также движима ветром, а также может включать в себя более мелкие опрокидывающие ячейки, такие, которые встречаются в верхних слоях океана в тропиках и субтропиках, в которых теплые (легкие) воды, движущиеся в сторону полюсов, преобразуются в несколько более плотные воды, и на более глубоких уровнях движутся в сторону экватора.

**Мертвые зоны (Dead zones)**

Экстремально гипоксические (т.е. с малым содержанием кислорода) места в океанах и озерах, возникающие в результате чрезмерного внесения питательных веществ, связанных с деятельностью человека, в сочетании с другими факторами, которые обедняют содер-

жание кислорода, необходимого для поддержания жизнедеятельности многих морских организмов в донных и придонных слоях воды. См. также Эвтрофикация и Гипоксические явления.

#### **Механизм чистого развития (МЧР) (Clean Development Mechanism (CDM))**

Механизм, определение которого дано в статье 12 Киотского протокола и посредством которого инвесторы (правительства и компании) из развитых (включенных в Приложение В) стран могут финансировать проекты по сокращению или удалению выбросов парниковых газов в развивающихся (не включенных в Приложение В) странах и получать единицы сертифицированных сокращений выбросов за то, что они делают это. Эти количества засчитываются в качестве выполнения обязательств соответствующих развитых стран. МЧР предназначен для содействия достижению двух целей, а именно поощрение устойчивого развития в развивающихся странах и оказание помощи промышленно развитым странам в выполнении их обязательств по выбросам экономически эффективным образом.

#### **Микроклимат (Microclimate)**

Местный климат на или вблизи поверхности Земли. См. также Климат.

#### **Многолетняя мерзлота (Permafrost)**

Грунт (почва или порода с включениями льда и органических веществ), который сохраняет температуру 0 °C или меньше в течение как минимум двух лет подряд.

#### **Мода изменчивости климата (Mode of climate variability)**

Базовая пространственно-временная структура с преференциальной пространственной структурой и временной вариацией, которая помогает учитывать грубые свойства дисперсии и дальних корреляционных связей. Мода изменчивости часто считается продуктом пространственной климатической структуры и соответствующих временных рядов климатических индексов.

#### **Моделирование распределения видов (Species distribution modeling)**

Имитирование экологических эффектов изменения климата. При моделировании распределения видов используются статистически или теоретически выведенные поверхности отклика для привязки данных наблюдений о распространении вида или известных пределов толерантности к экологическим предикторным переменным, прогнозируя таким образом ареал вида через характеристики среды обитания, которые ограничивают или поддерживают его присутствие в определенном месте. Модели распределения видов также именуется моделями экологической ниши. Модели биоклиматических границ могут рассматриваться в качестве подкласса моделей распределения видов,

которые прогнозируют распространение видов или пригодность среды обитания только на основе климатических переменных.

#### **Модель общей циркуляции (МОЦ) (General Circulation Model (GCM))**

См. Модель климата.

#### **Модель общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) (Atmosphere-Ocean General Circulation Model (AOGCM))**

См. Модель климата.

#### **Модель системы Земля (МСЗ) (Earth System Model (ESM))**

Сопряженная модель общей циркуляции атмосферы и океана, в которой представлен также углеродный цикл, позволяющая интерактивный расчет атмосферного CO<sub>2</sub> или сопоставимых выбросов. В нее могут включаться дополнительные компоненты (например, химия атмосферы, ледяные щиты, динамика растительности, цикл азота, а также модели городов и сельскохозяйственных посевов). См. также Модель климата.

#### **Муссон (Monsoon)**

Муссон – в тропиках и субтропиках это сезонная перемена направления поверхностного ветра на обратное и изменение связанных с ним осадков; вызвано разным нагревом частей суши континентального масштаба и прилегающего к нему океана. Муссонные дожди идут главным образом над сушей летом.

#### **Наращивание потенциала (Capacity building)**

Практические меры по повышению эффективности сильных сторон, характеристик и имеющихся ресурсов отдельного лица, сообщества, общества или организации для отклика на изменение.

#### **Натуральное сельское хозяйство (Subsistence agriculture)**

Занятие сельским хозяйством и связанная с этим деятельность, которые в своей совокупности формируют стратегию обеспечения средствами к существованию, в соответствии с которой большая часть конечной продукции потребляется непосредственным образом, а некоторая ее часть может продаваться на рынке. Натуральное сельское хозяйство может являться одним из нескольких видов деятельности по обеспечению средствами к существованию.

#### **Недостаточная адаптация (Adaptation deficit)**

Разрыв между текущим состоянием системы и состоянием, которое минимизирует неблагоприятные воздействия существующих климатических условий и изменчивости климата.

#### **Неизбежность изменения климата (Climate change commitment)**

Вследствие тепловой инерции океана и медленных процессов в криосфере и на поверхности суши

климат продолжал бы изменяться даже если бы состав атмосферы оставался зафиксированным на сегодняшних показателях. Изменение состава атмосферы в прошлом ведет к неизбежному изменению климата, которое продолжается до тех пор, пока сохраняется радиационный дисбаланс и пока все компоненты климатической системы не пришли в соответствие с новым состоянием. Дальнейшее изменение температуры после того, как состав атмосферы будет зафиксирован, называется неизбежным изменением температуры при постоянном составе атмосферы или просто неизбежным потеплением или неизбежностью потепления. Неизбежность изменения климата включает другие будущие изменения, например гидрологического цикла, экстремальных метеорологических явлений, экстремальных климатических явлений, а также изменение уровня моря. Неизбежность изменения климата при постоянном уровне выбросов – это такое неизбежное изменение климата, которое явилось бы результатом сохранения антропогенных выбросов на постоянном уровне, а неизбежность изменения температуры при нулевых выбросах – это неизбежность изменения климата в том случае, когда уровень выбросов устанавливается на нулевой отметке. См. также Изменение климата.

#### **Неклиматический фактор (не связанный с климатом фактор) (Non-climatic driver (non-climate driver))**

Фактор или процесс вне климатической системы, который влияет на антропогенную или природную систему.

#### **Нелинейность (Nonlinearity)**

Процесс называется нелинейным в том случае, если причина и следствие не связаны простой пропорциональной зависимостью. В климатической системе наблюдается множество таких нелинейных процессов, в результате чего ее поведение может приобретать весьма сложный характер. Подобная сложность может привести к резкому изменению климата. См. также Предсказуемость.

#### **Неопределенность (Uncertainty)**

Неполнота знаний, которая может быть результатом нехватки информации или отсутствия согласия в отношении того, что известно или даже познаваемо. Источники неопределенности могут быть самыми разными – от неточности данных до нечетко определенных концепций или терминологии или неопределенных проекций поведения человека. Поэтому неопределенность может быть выражена количественными единицами измерения (например, функция плотности вероятностей) или качественными утверждениями (например, отражающими заключение группы экспертов) (см. Moss and Schneider, 2000; Manning et al., 2004; Mastrandrea et al., 2010). См. также Достоверность и Правдоподобие.

#### **Неправильные адаптивные действия (или неправильная адаптация) (Maladaptive actions (or maladaptation))**

Действия, которые могут привести к повышенному риску неблагоприятных, связанных с климатом последствий, большей уязвимости к изменению климата или ухудшению благосостояния в настоящее время или в будущем.

#### **Неформальное поселение (Informal settlement)**

Термин, присвоенный поселениям или жилым районам, которые по меньшей мере по одному критерию выпадают из сферы действия официальных правил и регламентов. Большинство неформальных поселений характеризуется строениями плохого качества (при этом широко распространено использование временных материалов) и создаются на земле, которая занимается незаконным образом и характеризуется высокой перенаселенностью. В большинстве таких поселений снабжение безопасной водой, санитария, дренаж, вымощенные дороги и базовые услуги являются неадекватными или отсутствуют. К неформальным поселениям часто применяется термин *трущобы*, хотя он вводит в заблуждение, поскольку многие неформальные поселения превращаются в жилые районы хорошего качества, особенно в тех случаях, когда правительства поддерживают подобное преобразование.

#### **Неформальный сектор (Informal sector)**

Коммерческие предприятия (главным образом малые), которые не зарегистрированы или иным образом выпадают из сферы действия официальных правил и регламентов. Предприятия, образующие неформальный сектор, характеризуются огромным разнообразием с точки зрения стоимости производимых товаров или услуг, числа наемных работников, степени противозаконности и связи с формальным сектором. Многие неформальные предприятия имеют некоторые признаки предприятий формального сектора, и некоторые лица трудоустроены неформально в формальном секторе, поскольку у них отсутствует правовая защита или трудовые льготы.

#### **Обезлесение (Deforestation)**

Превращение леса в нелесные угодья. Обсуждение термина лес и связанных с ним терминов, таких как *облесение*, *лесовозобновление* и *обезлесение*, см. в Специальном докладе МГЭИК «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (МГЭИК, 2000 г.). См. также доклад «Определения и методологические варианты составления кадастра выбросов в результате непосредственной антропогенной деградации лесов и исчезновения других типов растительности» (МГЭИК, 2003 г.).

#### **Обеспечение готовности к бедствиям и ликвидации их последствий (Disaster management)**

Социальные процессы, связанные с разработкой, осуществлением и оценкой стратегий, программ и мер,

которые поощряют и совершенствуют обеспечение готовности к бедствиям, реагирование на них и практики восстановления после них на разных организационных и общественных уровнях.

#### **Обесцвечивание кораллов (Coral bleaching)**

Утрата кораллами пигментации в результате потери внутриклеточных симбиотических водорослей (известных как зооксантеллы) и/или утрата их пигментов.

#### **Обнаружение воздействий изменения климата (Detection of impacts of climate change)**

В отношении естественной, антропогенной или управляемой системы это означает идентификацию изменения относительно определенного исходного состояния. Исходное состояние характеризует поведение при отсутствии изменений климата и может быть стационарным или нестационарным (например в результате изменений в землепользовании).

#### **Обнаружение и установление причин изменений (Detection and attribution)**

Обнаружение изменения определяется как процесс, показывающий, что климат или система, затронутая климатом, изменились в некотором определенном статистическом смысле, без указания при этом причины для подобного изменения. Выявленное изменение обнаруживается в данных наблюдений, если вероятность наступления случайного изменения в результате только внутренней изменчивости определяется как незначительная, например <10%. Установление причин определяется как процесс оценки относительных вкладов многочисленных причинных факторов в изменении или явлении с указанием степени статистической достоверности (Hegerl et al., 2009).

#### **Обратная связь (Feedback)**

См. Климатическая обратная связь.

#### **Общественная стоимость углерода (ОСУ) (Social cost of carbon (SCC))**

Чистая текущая величина климатического ущерба (при этом вред выражается положительным числом), причиненного еще одной тонной углерода в виде CO<sub>2</sub>; обусловлена положением на базовой временной глобальной траектории смягчения воздействий изменения климата с соответствующими этой траектории выбросами.

#### **Общественное благо (Public good)**

Благо, которое как не подлежит отмене, так и исключает соперничество, в том смысле, что отдельные лица не могут быть фактически лишены возможности его использования, а его использование одним индивидуумом не уменьшает его доступности для других лиц.

#### **Обычный ход деятельности (ОХД) (Business as usual (BAU))**

Проекция обычного хода деятельности, основанная на предположении о том, что эксплуатационная практика и осуществляемая политика останутся такими же, что и в настоящее время. Хотя базовые сценарии могли включать некоторые конкретные положения сценариев ОХД (например запрет на определенную технологию), сценарии ОХД подразумевают отсутствие любых практик или политики, иных нежели существующие в настоящее время. См. также Базовое/исходное состояние, Климатический сценарий, Сценарий выбросов, Репрезентативные траектории концентраций, Сценарий, Социально-экономический сценарий и Сценарии СДСВ.

#### **Ограничение для адаптации (Adaptation constraint)**

Факторы, которые затрудняют планирование и осуществление адаптационных мер или ограничивают их варианты.

#### **Озон – Ozone**

Озон, трехатомная форма кислорода (O<sub>3</sub>), представляет собой газообразный компонент атмосферы. В тропосфере он образуется как естественным путем, так и в результате фотохимических реакций с участием газов, являющихся продуктом деятельности человека (смог). Тропосферный озон действует как парниковый газ. В стратосфере озон образуется в результате взаимодействия между солнечным ультрафиолетовым излучением и молекулярным кислородом (O<sub>2</sub>). Стратосферный озон играет решающую роль в радиационном балансе стратосферы. Его концентрация является самой высокой в озоновом слое.

#### **Опасное явление (Hazard)**

Возможное возникновение естественного или вызванного деятельностью человека физического явления или тренда или же физического воздействия, которые могут стать причиной гибели людей, телесных повреждений или других последствий для здоровья, а также материальных убытков и потери имущества, и причинения ущерба средствам к существованию, системам предоставления услуг и экологическим ресурсам. В настоящем докладе термин *опасное явление* обычно означает связанные с климатом физические явления или тренды или их физические воздействия.

#### **Опустынивание (Desertification)**

Деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая климатические колебания и деятельность человека. Деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах означает снижение или потерю биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в результате землепользования или действия одного

или нескольких процессов (в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения), таких как: (1) ветровая и/или водная эрозия почв; (2) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; и (3) долгосрочная потеря естественного растительного покрова (КБО-ООН, 1994 г.).

#### **Относительный уровень моря (Relative sea level)**

Уровень моря, измеренный с помощью мареографа по отношению к суше, на которой он расположен. См. также Средний уровень моря и Изменение уровня моря.

#### **Оценка адаптации (Adaptation assessment)**

Практика определения вариантов адаптации к изменению климата и их оценки с точки зрения таких критериев, как наличие, выгоды, расходы, эффективность, отдача и практическая осуществимость.

#### **Оценка воздействия (изменения климата) ((climate change) Impact assessment)**

Практика определения и оценки, в денежном и/или неденежном выражении, эффектов, оказываемых изменением климата на естественные и антропогенные системы.

#### **Оценка рисков (Risk assessment)**

Качественная и/или количественная научная оценка рисков.

#### **Паводок (Flood)**

Выход из обычных берегов реки или иного водоема, или скопление воды в местах, которые обычно не покрыты водой. Виды паводков включают речные паводки, внезапные бурные паводки, паводки в городских районах, дождевые паводки, разливы сточных вод, затопления прибрежных районов и паводки в результате выброса воды из ледниковых озер.

#### **Параметризация (Parameterization)**

В моделях климата этот термин обозначает методику представления процессов, которые невозможно явно представить при пространственной или временной разрешающей способности данной модели (подсеточных процессов) путем расчета взаимосвязи между крупномасштабными переменными, представленными в модели, и усредненным по площади или времени эффектам таких подсеточных процессов.

#### **Парниковый газ (ПГ) (Greenhouse gas (GHG))**

К парниковым газам относятся те газовые составляющие атмосферы, как естественные, так и антропогенные, которые поглощают и излучают радиацию с определенной длиной волны в диапазоне земной радиации, испускаемой поверхностью Земли, самой атмосферой и облаками. Это свойство порождает парниковый эффект. Основными парниковыми газами в

атмосфере Земли являются водяной пар ( $H_2O$ ), диоксид углерода ( $CO_2$ ), закись азота ( $N_2O$ ), метан ( $CH_4$ ) и озон ( $O_3$ ). Кроме того, в атмосфере содержится еще целый ряд парниковых газов полностью антропогенного происхождения, таких как галоидоуглеводороды и другие хлор- и бромсодержащие вещества, подпадающие под действие Монреального протокола. Помимо  $CO_2$ ,  $N_2O$  и  $CH_4$ , под действие Киотского протокола подпадают такие парниковые газы, как гексафторид серы ( $SF_6$ ), гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ). Список хорошо перемешиваемых парниковых газов см. в таблице 2.ДП.1 ДО5 РГ I.

#### **Парниковый эффект (Greenhouse effect)**

Инфракрасный радиационный эффект всех составляющих атмосферы, поглощающих инфракрасное излучение. Парниковые газы, облака и (в меньшей степени) аэрозоли поглощают земную радиацию, излучаемую поверхностью Земли и другими объектами в атмосфере. Эти субстанции испускают инфракрасное излучение во всех направлениях, однако при всех прочих равных условиях чистое количество излучения в космос обычно меньше того, которое испускалось бы при отсутствии этих поглотителей в результате снижения температуры по мере увеличения высоты в тропосфере, и соответствующего ослабления излучения. Повышение концентрации парниковых газов увеличивает силу этого эффекта; разницу иногда называют повышенным парниковым эффектом. Изменение концентрации парниковых газов в результате антропогенных выбросов способствует кратковременному радиационному воздействию. Приземная температура и температура тропосферы повышаются вследствие этого воздействия, постепенно восстанавливая радиационный баланс в верхней части атмосферы.

#### **Пастбищное животноводство (Pastoralism)**

Стратегия обеспечения средств к существованию, основанная на перегоне скота на сезонные пастбища, главным образом с целью превращения трав, полукустарников, листьев деревьев и остатков сельскохозяйственных культур в продукты питания для людей. Поиск пропитания не является, однако, единственной причиной перемещения; люди и скот могут перемещаться, с тем чтобы избежать различных природных и/или социальных опасных явлений, не допустить конкуренцию с другими людьми или искать более благоприятные условия. Пастбищное животноводство можно также рассматривать в качестве стратегии, которая определяется как социальными, так и экологическими факторами, связанными с неопределенностью и изменчивостью осадков, а также низкой или непредсказуемой продуктивностью наземных экосистем.

#### **Передача рисков (Risk transfer)**

Практика формальной или неформальной передачи риска финансовых последствий определенных негативных явлений от одной стороны другой стороне.

**Переломный момент (Tipping point)**

Степень изменения в характеристиках системы, при превышении которой система реорганизуется, часто резко, и не возвращается к первоначальному состоянию, даже если прекратили действовать движущие факторы данного изменения.<sup>8</sup>

**Период повторяемости (Return period)**

Оценка среднего временного интервала между наступлениями события (например, паводок или экстремальные дождевые осадки) определенного масштаба или интенсивности (или ниже/выше них). См. также Возвращаемое значение.

**Поглотитель (Sink)**

Любой процесс, вид деятельности или механизм, который удаляет парниковый газ, аэрозоль или прекурсор парникового газа либо аэрозоля из атмосферы.

**Поглощение (Uptake)**

Добавление вызывающего озабоченность вещества в резервуар. Поглощение углеродосодержащих веществ, в частности диоксида углерода, часто называют секвестрацией (углерода).

**Подверженность (Exposure)**

Нахождение людей, средств к существованию, видов или экосистем, экологических услуг и ресурсов, инфраструктуры или экономических, социальных и культурных активов в местах, которые могли бы подвергаться неблагоприятному воздействию.

**Пожароопасная погода (Fire weather)**

Погодные условия, способствующие возникновению и продолжению лесных пожаров, причиной которых является совокупность показателей и комбинаций показателей, в том числе температуры, влажности почвы и воздуха, а также ветра. В описании причин пожароопасной погоды не фигурирует такой фактор, как наличие или отсутствие горючего материала.

**Показательная высота волны (Significant wave height)**

Средняя высота (от подошвы до вершины) одной трети самых высоких волн (ветровое волнение и зыбь), наблюдаемая в конкретный период времени.

**Полузасушливая зона (Semi-arid zone)**

Районы, в которых рост растительности сдерживается ограниченным запасом воды, часто с короткими вегетационными периодами и значительным межгодовым колебанием показателей первичной продукции. Суммы годовых осадков в пределах от 300 до 800 мм, в зависимости от выпадения летних и зимних дождей.

**Пополнение подземных вод (Groundwater recharge)**

Процесс притока воды из внешних источников в зону насыщения водоносного слоя, при этом либо непосредственно в геологическую формацию, которая удерживает воду, либо косвенным путем из другой формации.

**Последний ледниковый максимум (ПЛМ) (Last Glacial Maximum (LGM))**

Отрезок времени в последний ледниковый период, когда площадь ледников и ледяных щитов достигла своей максимальной величины – приблизительно 21 тысячу лет тому назад. Этот период тщательно изучен, поскольку относительно хорошо известны радиационные воздействия и граничные условия.

**Посредническая организация (Boundary organization)**

Промежуточное учреждение, социальный механизм или сеть, которые выступают в качестве посредника между представителями научного и политического сообществ.

**Правдоподобие (Likelihood)**

Возможность наступления конкретного события, когда ее можно оценить вероятностно. В настоящем докладе вероятность выражается с помощью стандартной терминологии (Mastrandrea *et al.*, 2010), определенной во вставке 1-1. См. также Достоверность и Неопределенность.

**Предел для адаптации (Adaptation limit)**

Точка, в которой цели субъекта (или потребности системы), не могут быть защищены от недопустимых рисков посредством адаптивных мер.

**Жесткий предел для адаптации** Невозможны никакие адаптационные меры для предотвращения недопустимых рисков.

**Мягкий предел для адаптации** В настоящее время отсутствуют варианты, позволяющие предотвратить недопустимые риски посредством адаптивных мер.

**Предсказание климата (Climate prediction)**

Предсказание климата или прогноз климата – это результат попытки дать оценку (исходя из конкретного состояния климатической системы) фактической эволюции климата в будущем, например на сезонном, межгодовом или десятилетнем временных масштабах. Поскольку эволюция климатической системы в будущем может быть весьма чувствительной к начальным условиям, такие предсказания обычно являются вероятностными по своему характеру. См. также Проекция климата, Климатический сценарий и Предсказуемость.

<sup>8</sup> В глоссарии вклада Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад переломный момент определяется в контексте климата: «Применительно к климату – условное критическое пороговое значение, при котором происходит изменение глобального или регионального климата от одного стабильного состояния к другому стабильному состоянию. Явление переломного момента может быть необратимым».

**Предсказуемость (Predictability)**

Степень, в которой будущие состояния системы могут быть предсказаны на основе знания текущего и прошлого состояний системы. Поскольку знание прошлого и текущего состояний климатической системы обычно несовершенно, как несовершенны и модели, использующие это знание для подготовки предсказания климата, и поскольку климатическая система по своей природе является нелинейной и хаотичной, предсказуемость климатической системы неизбежно является ограниченной. Даже при сколь угодно точных моделях и наблюдениях все же могут существовать пределы предсказуемости такой нелинейной системы (AMS, 2000).

**Преодоление проблем (Coping)**

Использование имеющихся профессиональных навыков, ресурсов и возможностей для того, чтобы заниматься проблемой неблагоприятных условий, справляться с ними и преодолевать их с целью обеспечения базовых условий для жизни населения, функционирования институтов, организаций и систем в кратко-среднесрочной перспективе.<sup>9</sup>

**Приземная температура (Surface temperature)**

См. Глобальная средняя приземная температура, Приземная температура воздуха и Температура поверхности моря.

**Приземная температура воздуха (Land surface air temperature)**

Приземная температура воздуха, измеренная в хорошо вентилируемых будках на высоте 1,5 м от поверхности суши.

**Приземный озон (Ground-level ozone)**

Атмосферный озон, образующийся естественным путем или в результате антропогенных выбросов прекурсоров вблизи поверхности Земли, затрагивающий, таким образом, здоровье человека, сельское хозяйство и экосистемы. Озон является парниковым газом, однако приземный озон, в отличие от стратосферного озона, также непосредственно затрагивает организмы на поверхности. Приземный озон иногда называют тропосферным озоном, хотя значительная часть тропосферы находится весьма высоко от поверхности и, соответственно, не оказывает непосредственного воздействия на организмы, находящиеся на поверхности. См. также Озон.

**Приспособленность (дарвиновская) (Fitness (Darwinian))**

Приспособленность – это относительная способность особи или генотипа как к выживанию, так и к воспроизводству, количественно определяемая как средний вклад генотипа в генетический пул следующих поко-

лений. В процессе эволюции естественный отбор дает преимущество функциям, обеспечивающим большую приспособленность, благодаря которой эти функции становятся более обычными в ряде поколений.

**Причины для обеспокоенности (Reasons for concern)**

Элементы классификационной рамочной основы, впервые разработанной в Третьем докладе об оценке МГЭИК, целью которой является содействие вынесению заключений относительно того, какой уровень изменения климата может быть «опасным» (согласно терминологии статьи 2 РККООН) в результате агрегирования воздействий, рисков и уязвимостей.

**Прогноз (Forecast)**

См. Предсказание климата и Проекция климата.

**Продовольственная безопасность (Food security)**

Доминирующая ситуация, при которой люди имеют надежный доступ к достаточному количеству безопасного и питательного продовольствия для нормального роста, развития, активной и здоровой жизни.<sup>10</sup> См. также Доступ к продовольствию.

**Продовольственная система (Food system)**

Продовольственная система включает ряд видов деятельности и действующих лиц продовольственной цепочки (т.е. производство, обработка и упаковка, хранение и транспортировка, торговля и розничная продажа, приготовление и потребление продуктов питания); и конечные результаты этих видов деятельности, связанные с тремя компонентами, обеспечивающими продовольственную безопасность (т.е. доступ к продовольствию, использование продовольствия и наличие продовольствия), при этом все они должны характеризоваться стабильностью во времени. Таким образом, продовольственная безопасность обеспечивается продовольственными системами и является логическим итогом функционирования всей продовольственной системы. Отсутствие продовольственной безопасности возникает в том случае, если любой из элементов продовольственной системы испытывает стресс.

**Проекция (Projection)**

Проекция представляет собой потенциальную будущую эволюцию количественного показателя и совокупности количественных показателей, часто рассчитываемых с помощью модели. В отличие от предсказаний, проекции носят условный характер в отношении предположений, касающихся, например, будущих социально-экономических и технологических разработок, которые могут или не могут быть реализованы. См. также Предсказание климата и Проекция климата.

<sup>9</sup> Эта статья Глоссария основана на определении, использованном в МСУОБООН (2009) и МГЭИК (2012а).

<sup>10</sup> Эта статья Глоссария основана на определениях, используемых в ФАО (2000 г.) и предыдущих докладах МГЭИК.

**Проекция климата (Climate projection)**

Проекция климата – это смоделированный отклик климатической системы на сценарий будущих выбросов или концентрации парниковых газов и аэрозолей, который обычно получают с использованием моделей климата. Проекция климата отличается от предсказаний климата своей зависимостью от используемого сценария выбросов/концентраций/радиационного воздействия, который, в свою очередь, основан на предположениях, касающихся, например, будущих социально-экономических изменений и технологических разработок, которые могут или не могут быть реализованы. См. также Сценарий климата.

**Промышленная революция (Industrial Revolution)**

Процесс быстрого промышленного развития с далеко идущими социально-экономическими последствиями, который начался во второй половине XVIII века в Великобритании и распространился на Европу, а затем на другие страны, включая США. Сильный толчок этому процессу развития дало изобретение парового двигателя. Промышленная революция положила начало быстрому росту использования ископаемых видов топлива и объема выбросов, в частности диоксида углерода. В настоящем докладе термины *доиндустриальный* и *индустриальный* относятся, в какой-то мере произвольно, к периодам времени до и после 1750 г., соответственно.

**Промышленно развитые/развитые/развивающиеся страны (Industrialized/developed/developing countries)**

Существуют различные подходы к классификации стран на основе их уровня развития, а также к определению таких терминов, как «промышленно развитые», «развитые» или «развивающиеся». В настоящем докладе используется несколько классификаций. В системе Организации Объединенных Наций не существует никакого установившегося соглашения относительно обозначения развитых и развивающихся стран или районов. Статистический отдел Организации Объединенных Наций дает определение развитым и развивающимся регионам на основе общей практики. Помимо этого, конкретные страны определяются в качестве наименее развитых стран, не имеющих выхода к морю развивающихся стран, малых островных развивающихся государств и стран с переходной экономикой. Многие страны фигурируют в нескольких из этих категорий. Всемирный банк использует доход в качестве главного критерия для классификации стран по таким уровням дохода, как низкий, ниже среднего, выше среднего и высокий. ПРООН агрегирует показатели продолжительности жизни, образовательного уровня и дохода в единый составной индекс развития людских ресурсов (ИРЛР) для классификации стран по таким уровням развития людских ресурсов, как низкий, средний, высокий и очень высокий. См. вставку 1-2.

**Радиационное воздействие (Radiative forcing)**

Радиационное воздействие – это изменение чистого – нисходящий минус восходящий – потока излучения (выражается в Вт м<sup>-2</sup>) в тропопаузе или на верхней границе атмосферы вследствие изменения внешнего фактора изменения климата, например вследствие изменения концентрации диоксида углерода или исходящего потока энергии Солнца. Иногда внутренние факторы до сих пор рассматриваются в качестве воздействий, даже несмотря на то, что они являются результатом изменения климата, например изменения аэрозолей или парниковых газов в разные периоды палеоклимата. Традиционное радиационное воздействие рассчитывается при фиксированных (невозмущенных) значениях всех свойств тропосферы и после того, как стратосферные температуры, если они возмущены, придут в радиационно-динамическое равновесие. Радиационное воздействие называется мгновенным, если не учитывается никакое изменение стратосферной температуры. Радиационное воздействие с учетом быстрых трансформаций называется эффективным радиационным воздействием. Для целей настоящего доклада радиационное воздействие определено также как изменение по сравнению с 1750 г. и, если не указано иное, соответствует глобальному и среднегодовому значению. Радиационное воздействие не следует путать с радиационным воздействием облаков – термин, описывающий независимую меру влияния облаков на поток излучения в верхних слоях атмосферы.

**Район апвеллинга (Upwelling region)**

Район океана, в котором холодные воды, как правило богатые питательными веществами, поднимаются из глубины к поверхности океана.

**Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН) (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC))**

Конвенция была принята 9 мая 1992 г. в Нью-Йорке и подписана в ходе Встречи на высшем уровне «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро в 1992 г. более чем 150 странами и Европейским сообществом. Ее конечная цель заключается в «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». Она содержит обязательства для всех Сторон. В соответствии с Конвенцией Стороны, включенные в приложение I (все страны ОЭСР и страны с переходной экономикой), стремятся к 2000 г. вернуться к уровням выбросов парниковых газов, не контролируемых Монреальским протоколом, который существовал в 1990 г. Конвенция вступила в силу в марте 1994 г. В 1997 г. РКИКООН приняла Киотский протокол.

**Реанализ (Reanalysis)**

Реанализы – это оценки исторических данных о температуре атмосферы и ветрах или температуре или

течениях океана, а также о других количественных параметрах, которые осуществляются посредством обработки прошлых метеорологических или океанографических данных с использованием самых последних достижений в области прогнозирования погоды или моделей циркуляции океана и методов ассимиляции данных. Использование фиксированной ассимиляции данных позволяет избежать эффектов, связанных с изменением системы анализа, которые присутствуют в оперативных анализах. Хотя непрерывность улучшается, глобальные реанализы страдают тем не менее от изменения охвата и погрешностей систем наблюдений.

#### Режим возмущения (Disturbance regime)

Повторяемость, интенсивность и виды возмущений экологических систем, такие как пожары, нашествия насекомых или вредителей, наводнения и засухи.

#### Резкое изменение климата (Abrupt climate change)

Крупномасштабное изменение в климатической системе, которое происходит в течение нескольких десятилетий или в более короткий период, сохраняется (или предположительно сохраняется) в течение как минимум нескольких десятилетий и вызывает значительные нарушения в функционировании антропогенных и природных систем.

#### Результующая уязвимость (уязвимость в конечной точке) (Outcome vulnerability (End-point vulnerability))

Уязвимость в конечной точке ряда анализов, начиная с проекций трендов будущих выбросов с последующим переходом к разработке сценариев климата и завершением этого процесса исследованиями биофизических воздействий и определением адаптивных вариантов. Любые остаточные последствия, которые сохраняются после осуществления адаптации, определяют уровни уязвимости (Kelly and Adger, 2000; O'Brien et al., 2007).

#### Репрезентативные траектории концентраций (РТК) (Representative concentration pathways (RCPs))

Сценарии, которые включают временные ряды выбросов и концентраций всего набора парниковых газов и аэрозолей и химически активных газов, а также землепользования/наземного покрова (Moss et al., 2008). Слово *репрезентативный* означает, что каждая РТК показывает лишь один из многих возможных сценариев, которые привели бы к получению конкретных характеристик радиационного воздействия. Термин *траектория* подчеркивает, что интерес представляют не только уровни долгосрочных концентраций, но также и траектория, построенная во времени для достижения этого конечного результата (Moss et al., 2010).

РТК обычно означает часть траектории концентрации вплоть до 2100 г., для которой с помощью комплексных моделей оценки построены соответствующие

сценарии выбросов. Продленные траектории концентраций (ПТК) дают описание продленных РТК с 2100 г. по 2500 г., которые были рассчитаны с использованием простых правил, разработанных в ходе консультаций заинтересованных сторон. Они не представляют собой полностью согласованные сценарии.

Четыре РТК, полученные при помощи комплексных моделей оценки, были выбраны из опубликованной литературы и используются в настоящей оценке МГЭИК в качестве основы для предсказаний и проекций климата, содержащихся в главах 11-14:

**РТК2.6** Одна траектория, когда значение радиационного воздействия достигает пикового значения приблизительно  $3 \text{ Вт м}^{-2}$  до 2100 г., а затем уменьшается (соответствующая ПТК предполагает постоянные выбросы после 2100 г.);

**РТК4.5 и РТК6.0** Две промежуточные стабилизационные траектории, по которым происходит стабилизация радиационного воздействия после 2010 г. на уровне приблизительно  $6 \text{ Вт м}^{-2}$  и  $4,5 \text{ Вт м}^{-2}$  (соответствующие ПТК предполагают постоянные концентрации после 2150 г.);

**РТК8.5** Одна высокая траектория, по которой радиационное воздействие достигает  $>8,5 \text{ Вт м}^{-2}$  к 2100 г. и продолжает усиливаться в течение некоторого времени (ПТК соответствует постоянным выбросам после 2100 г. и постоянным концентрациям после 2250 г.).

Дальнейшее описание будущих сценариев см. во вставке 1.1 ОД5 РГ I.

#### Рефлексивность (Reflexivity)

Характеристика системы, при которой причина и следствие образуют петлю обратной связи, в которой данное следствие изменяет саму систему. Самоадаптирующиеся системы, такие как общество, являются по своему существу рефлексивными, равно как и планируемые изменения в сложных системах. Рефлексивное принятие решений в социальной системе обладает потенциалом для изменения основополагающих ценностей, в соответствии с которыми были приняты эти решения. Рефлексивность является также важным аспектом адаптивного менеджмента.

#### Риск (Risk)

Возможность последствий, при которых определенная человеческая ценность (включая самих людей) находится под угрозой, а конечный результат является неопределенным.<sup>11</sup> Риск часто выражается в виде вероятности наступления опасных явлений или трендов, умноженных на последствия, если эти явления проис-

<sup>11</sup> Это определение основано на определениях, использованных в работах Rosa (1998) и Rosa (2003).

ходят. В настоящем докладе дается оценка связанных с климатом рисков.

#### **Риск бедствия (Disaster risk)**

Вероятность наступления бедствия в течение определенного периода времени. См. Бедствие.

#### **Североатлантическое колебание (CAK) (North Atlantic Oscillation (NAO))**

Североатлантическое колебание заключается в противоположных по знаку изменениях барометрического давления у берегов Исландии и Азорских островов. Поэтому оно соответствует колебаниям силы главных западных ветров, направленных через Атлантику в Европу, и, следовательно, колебаниям сопутствующих внетропических циклонов с их соответствующими фронтальными системами. См. Индекс CAK во вставке 2.5 ДО5 РГ I.

#### **Секвестрация углерода (Carbon sequestration)**

См. Поглощение.

#### **Сжатие прибрежной зоны (Coastal squeeze)**

Сужение прибрежных экосистем и рекреационных ресурсов (например пляжи, солончаковые болота, мангровые леса, заиленные и песчаные равнины), заключенных между отступающими к суше береговыми линиями (из-за повышения уровня моря и/или эрозии) и береговыми линиями, зафиксированными естественным или искусственным образом, включая инженерные защитные сооружения (например волноломы), которое в перспективе вызовет исчезновения этих экосистем или рекреационных ресурсов.

#### **Система раннего предупреждения (Early warning system)**

Скорость, с которой изолинии определенной климатической переменной перемещаются по поверхности суши или моря в результате изменяющегося климата. Например, скорость изменения климата применительно к температуре – это скорость перемещения изотерм в результате изменяющегося климата (км/год), и эта скорость рассчитывается как изменение температуры во времени (°C/год), поделенное на пространственный градиент температуры (°C/км). Она может быть рассчитана с использованием дополнительных климатических переменных, таких как осадки, или ее расчет может быть основан на климатической нише организмов.<sup>12</sup>

#### **Смягчение воздействий (изменения климата) (Mitigation (of climate change))**

Вмешательство человека в целях сокращения источников или расширения поглотителей парниковых газов.

#### **Совокупные воздействия (Aggregate impacts)**

Суммарные воздействия, интегрированные по секторам и/или регионам. Суммирование воздействий

требует наличия знаний (или предположений) об относительной значимости разных воздействий. Количественные меры совокупных воздействий включают, например, общую численность затронутых воздействиями людей или общие экономические расходы, и обычно они привязаны ко времени, месту и/или сектору.

#### **CMIP3 и CMIP5**

Этапы 3 и 5 Проекта по сравнению сопряженных моделей (CMIP3 и CMIP5), в ходе которых осуществляется координация и архивирование результатов моделирования климата, полученных при использовании одинаковых исходных данных группами моделирования во всем мире. Мультимодельный массив данных CMIP3 включает проекции, использующие сценарии СДСВ. Массив данных CMIP5 включает проекции, использующие Репрезентативные траектории концентраций.

#### **Сокращение рисков бедствий (СРБ) (Disaster risk reduction (DRR))**

Означает как политическую цель или задачу, так и стратегические и инструментальные меры, используемые для предупреждения рисков будущих бедствий, уменьшения существующей подверженности, опасности или уязвимости, а также повышения устойчивости.

#### **Сопутствующие выгоды (Co-benefits)**

Позитивные воздействия, которые определенная политика или мера, направленные на достижение одной цели, могли бы оказывать на достижение других целей, независимо от конечного воздействия на общее социальное благосостояние. Сопутствующие выгоды часто являются предметом неопределенности и зависят от местных обстоятельств и практик осуществления. Сопутствующие выгоды также именуется дополнительными выгодами.

#### **Социальная защита (Social protection)**

В контексте помощи на цели развития и климатической политики социальная защита обычно означает государственные или частные инициативы, которые обеспечивают перераспределение доходов или потребления в интересах бедных слоев населения, защищают уязвимых лиц от рисков для средств к существованию, а также повышают социальный статус и расширяют права маргинализированных лиц, причем общей задачей является уменьшение экономической и социальной уязвимости бедных, уязвимых и маргинализированных групп (Devereux and Sabates-Wheeler, 2004). В иных контекстах термин «социальная защита» может использоваться в качестве синонима социальной политики и может характеризоваться как совокупность государственных и частных инициатив, которые обеспечивают доступ к услугам, таким как здраво-

<sup>12</sup> Эта статья Глоссария основана на определениях, использованных в МСУОБООН (2009) и МГЭИК (2012а).

охранение, образование или жилища, или же перераспределение доходов и потребления. Программы социальной защиты оберегают бедные и уязвимые группы населения от рисков для средств к существованию, повышают социальный статус и расширяют права маргинализированных лиц, а также не допускают того, чтобы уязвимые лица впадали в нищету.

#### **Социально-экономический сценарий (Socioeconomic scenario)**

Сценарий, который описывает возможное будущее с точки зрения населения, валового внутреннего продукта и других социально-экономических факторов, связанных с пониманием последствий изменения климата.

#### **Способность преодолевать проблемы (Coping capacity)**

Способность населения, институтов, организаций и систем заниматься проблемой неблагоприятных условий, справляться с ними и преодолевать их в кратко-среднесрочной перспективе, используя для этого имеющиеся профессиональные навыки, материальные ценности, убеждения, ресурсы и возможности.<sup>13</sup>

#### **Способы обеспечения устойчивости к изменению климата (Climate-resilient pathways)**

Итеративные процессы управления изменением в рамках сложных систем, с тем чтобы уменьшать число дестабилизирующих событий и расширять возможности, возникающие в связи с изменением климата.

#### **Средний уровень моря (Mean sea level)**

Уровень поверхности океана в конкретной точке, усредненный по длительному периоду времени, такому как месяц или год. Средний уровень моря часто используется в качестве национальной нулевой точки отсчета, к которой привязываются показатели высоты суши.

#### **Средства к существованию (Livelihood)**

Используемые ресурсы и предпринимаемая деятельность для обеспечения жизни. Средства к существованию обычно определяются теми причитающимися выплатами и ресурсами, к которым люди имеют доступ. Подобные ресурсы могут быть разбиты на такие категории, как людские, социальные, природные, физические или финансовые.

#### **Стойкие органические загрязнители (CO3) (Persistent organic pollutants (POPs))**

Токсичные органические химические вещества, которые стойко сохраняются в окружающей среде в течение длительных периодов времени, переносятся и осаждаются в местах, находящихся на большом расстоянии от источников их выброса, характеризуются

биоаккумуляцией и могут оказывать неблагоприятные воздействия на здоровье человека и экосистемы.<sup>14</sup>

#### **Сток (Runoff)**

Часть осадков, которая не испаряется и не просачивается, а стекает по земной поверхности или сквозь грунт в водоемы. См. также Гидрологический цикл.

#### **Стратосфера (Stratosphere)**

Сильно стратифицированная область атмосферы, расположенная выше тропосферы, на высоте от порядка 10 км (в среднем от 9 км в высоких широтах до 16 км в тропиках) до 50 км.

#### **Страхование/перестрахование (Insurance/reinsurance)**

Набор финансовых инструментов для разделения и передачи риска среди совокупности подверженных риску домашних хозяйств, предприятий и/или правительств. См. также Передача риска.

#### **Суточный диапазон температур (Diurnal temperature range)**

Разность между максимальной и минимальной температурами за 24-часовой период.

#### **Сценарий (Scenario)**

Правдоподобное описание того, каким образом будет развиваться будущее, основанное на согласованном и внутри последовательном наборе предположений в отношении ключевых движущих факторов (например, темпы технологических изменений, цены) и взаимосвязей. Следует отметить, что сценарии не являются ни предсказаниями, ни прогнозами, однако они полезны для представления картины последствий событий и действий. См. также Сценарий климата, Сценарий выбросов, Репрезентативные траектории концентраций и Сценарии СДСВ.

#### **Сценарий выбросов (Emission scenario)**

Правдоподобное представление будущего изменения режима выбросов веществ, которые потенциально являются радиационно активными (например, парниковые газы, аэрозоли), на основе согласованного и внутренне связанного набора допущений в отношении движущих сил (например, демографического и социально-экономического развития, технологических изменений) и их ключевых взаимосвязей. Сценарии концентрации, разработанные на основе сценариев выбросов, используются в качестве исходных данных модели климата для расчета проекций климата. В 1992 г. МГЭИК представила набор сценариев выбросов, которые были использованы в качестве основы для проекции климата в докладе МГЭИК 1996 г. Эти сценарии выбросов называются сценариями IS92. В Специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (Nakićenović and

<sup>13</sup> Эта статья Глоссария основана на определении, использованном в МСУОБООН (2009) и МГЭИК (2012а).

<sup>14</sup> Эта статья Глоссария основана на определении, содержащемся в Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (Секретариат Стокгольмской конвенции, 2001 г.)

Swart, 2000) были опубликованы сценарии выбросов, так называемые сценарии СДСВ, некоторые из которых были использованы, в частности, в качестве основы для проекций климата, представленных в главах 9-11 доклада МГЭИК 2001 г. и в главах 10-11 доклада МГЭИК 2007 г. Новые сценарии выбросов в связи с изменением климата, а также четыре репрезентативные траектории концентраций были разработаны для настоящей оценки МГЭИК, но независимо от нее. См. также Сценарий климата и Сценарий.

#### Сценарии СДСВ (SRES scenarios)

Сценарии СДСВ – это сценарии выбросов, разработанные Накиченовичем и Суартом (2000 г.) и используемые, среди прочего, в качестве основы для некоторых проекций климата, представленных в главах 9-11 Доклада МГЭИК (2001 г.) и главах 10-11 Доклада МГЭИК (2007 г.). Для лучшего понимания структуры и использования совокупности сценариев СДСВ ниже приводятся следующие термины:

**Сценарная семья** Сценарии, для которых характерны похожие сюжетные линии демографических, социальных, экономических и технических изменений. Совокупность сценариев СДСВ образуют четыре сценарных семьи: А1, А2, В1 и В2.

**Иллюстративный сценарий** Сценарий, который иллюстрирует каждую из шести групп сценариев, отраженных в «Резюме для политиков» (Накиченович и Суарт, 2000 г.). Они включают четыре пересмотренных маркерных сценария для групп сценариев А1В, А2, В1 и В2 и два дополнительных сценария для групп А1F1 и А1Т. Все эти группы сценариев одинаково обоснованы.

**Маркерный сценарий** Сценарий, который изначально был помещен в предварительном варианте на вебсайте СДСВ для представления данной сценарной семьи. В основу выбора маркерных сценариев был положен критерий наиболее полного отражения первоначальных требований в данной сюжетной линии и особенностей конкретных моделей. Маркерные сценарии ничем в принципе не отличаются от других сценариев, однако группа, которая разрабатывала сценарии СДСВ, считает, что они иллюстрируют конкретную сюжетную линию. Они включены в пересмотренном варианте в указанную выше публикацию (Накиченович и Суарт, 2000 г.). Эти сценарии были самым тщательным образом проанализированы всей группой разработчиков, а также в рамках открытого процесса СДСВ. Были также отобраны сценарии для иллюстрации двух других групп сценариев.

**Сюжетная линия** Описательное изложение сценария (или сценарной семьи) с выделением основных характеристик сценария, взаимосвязей между

основными движущими силами и динамики их эволюции.

#### Твердые частицы (Particulates)

Весьма малые твердые частицы, выбрасываемые при сгорании ископаемых видов топлива и топлива из биомассы. Твердые частицы могут состоять из самых разнообразных веществ. Наибольшую опасность для здоровья представляют частицы диаметром 10 нм или меньше, обычно обозначаемые как PM<sub>10</sub>.

#### Температура поверхности моря (ТПМ) (Sea surface temperature (SST))

Температура поверхности моря – это подповерхностная объемная температура в верхних нескольких метрах океана, измеряемая судами, стационарными и дрейфующими буями. Измерения воды из ведер на судах в 1940-е годы практически полностью сменились измерениями проб из водозаборников двигателей. Используются также спутниковые измерения температуры поверхностного слоя (самой верхней части слоя толщиной в миллиметр) в инфракрасной или верхней приблизительно сантиметровой части микроволнового диапазона, однако их необходимо корректировать для совместимости с объемной температурой.

#### Тепловое расширение (Thermal expansion)

В связи с уровнем моря это означает увеличение объема (или уменьшение плотности) в результате нагревания воды. Потепление океана ведет к увеличению его объема и, как следствие, к подъему уровня моря. См. также Изменение уровня моря.

#### Термоклин (Thermocline)

Слой в океане с максимальным вертикальным градиентом температуры, лежащий между поверхностью океана и его глубинной частью. В субтропических регионах формирующими его водами обычно являются поверхностные воды более высоких широт, которые опустились и смещаются в сторону экватора. В высоких широтах такого слоя иногда нет, и его замещает галоклин, который представляет собой слой с максимальным вертикальным градиентом солёности.

#### Термохалинная циркуляция (ТХЦ) (Thermohaline circulation (THC))

Широкомасштабная циркуляция в океане, которая преобразует верхние воды океана с низкой плотностью в промежуточные и глубинные воды с более высокой плотностью и возвращает эти воды обратно в верхние слои океана. Эта циркуляция асимметрична: преобразование в плотные воды идет в ограниченных областях высоких широт, а возвращение на поверхность, включая медленный апвеллинг и диффузионные процессы, в гораздо более обширных географических областях. ТХЦ обусловлена высокой плотностью воды на поверхности или вблизи поверхности, которая обусловлена низкой температурой и/или высокой солёностью. Однако, несмотря на

свое «говорящее» обычное название, ТХЦ способствуют также и механические силы, такие как ветер и приливы. Часто термин ТХЦ используется как синоним термина Меридиональная опрокидывающая циркуляция. См. также Меридиональная опрокидывающая циркуляция.

#### **Тихоокеанское десятилетнее колебание (ТДК) (Pacific Decadal Oscillation (PDO))**

Форма и временной ряд первой эмпирической ортогональной функции температуры поверхности моря над северной частью Тихого океана к северу от 20° с.ш. ТДК, расширенное до бассейна всего Тихого океана, известно как Междекадное тихоокеанское колебание (МТК). ТДК и МТК характеризуются аналогичной временной эволюцией.

#### **Традиционные знания (Traditional knowledge)**

Знания, инновации и практики как коренных народов, так и местных сообществ, которые являются неотъемлемой частью их истории и опыта. Традиционные знания характеризуются динамикой и способностью адаптироваться к культурным и экологическим изменениям, а также становиться частью других видов знаний или мнений. Традиционные знания обычно передаются устно от поколения к поколению. Часто этот термин используется в качестве синонима таких понятий, как знания коренных народов, местные знания или традиционные экологические знания.

#### **Траектории циклонов (Storm tracks)**

Изначально этот термин обозначал траектории отдельных циклонических погодных систем, но сейчас его часто обобщают и используют для обозначения регионов, где проходят траектории внетропических возмущений как результат областей низкого (циклоны) и высокого (антициклоны) давления.

#### **Трансформация (Transformation)**

Изменение базовых атрибутов природных и антропогенных систем.

#### **Тропический циклон (Tropical cyclone)**

Мощное возмущение циклонного масштаба, которое возникает над тропическими океанами. Отличается от более слабых систем (часто именуемых тропическими возмущениями или депрессиями) тем, что во время этого явления превышает пороговая скорость ветра. Тропический шторм – это тропический циклон с усредненной за одну минуту скоростью приповерхностного ветра от 18 до 32 м/с. При скорости более 32 м/с тропический циклон называется ураганом, тайфуном или циклоном, в зависимости от географического местонахождения.

#### **Тропосфера (Troposphere)**

Самая нижняя часть атмосферы, простирающаяся от земной поверхности до высоты примерно 10 км в

средних широтах (в пределах от 9 км в высоких широтах до 16 км в среднем в тропиках), где образуются облака и формируются метеорологические явления. В тропосфере температура обычно снижается с высотой. См. также Стратосфера.

#### **Тундра (Tundra)**

Безлесный тип биома, характерного для полярных и альпийских регионов.

#### **Углеродный цикл (Carbon cycle)**

Термин, используемый для описания потока углерода С (в различных формах, например в виде двуокиси углерода) через атмосферу, океан, земную и морскую биосферу и литосферу. В настоящем докладе эталонной единицей для глобального углеродного цикла является ГтС год<sup>-1</sup> или эквивалентная величина ПгС (10<sup>15</sup> г год<sup>-1</sup>).

#### **Удобрение диоксидом углерода (CO<sub>2</sub>) (Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) fertilization)**

Ускорение роста растений в результате повышения концентрации двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) в атмосфере.

#### **Уменьшение (риска бедствий и последствий бедствий) (Mitigation (of disaster risk and disaster))**

Смягчение возможных неблагоприятных воздействий физических опасных явлений (в том числе вызванных деятельностью человека) посредством действий, которые уменьшают опасность, подверженность и уязвимость.

#### **Управление климатом (Climate governance)**

Целевые механизмы и меры, предназначенные для управления общественными системами в целях предотвращения и уменьшения рисков или адаптации к рискам, возникающим вследствие изменения климата (Jagers and Striiple, 2003).

#### **Установление причин (Attribution)**

См. Обнаружение и установление причин.

#### **Устойчивое развитие (Sustainable development)**

Развитие, удовлетворяющее потребности настоящего времени без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности (ВКОСР, 1987 г.).

#### **Устойчивость (Resilience)**

Способность социально-экологической системы противостоять опасному явлению или возмущению, реагируя или реорганизуясь при этом такими способами, благодаря которым эта система сохраняет свою главную функцию, идентичность и структуру, сохраняя одновременно способность к адаптации, обучению и трансформации.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Это определение основано на определении, используемом Арктическим советом (2013 г.).

**Устойчивость (Sustainability)**

Динамический процесс, который гарантирует устойчивое функционирование естественных и антропогенных систем на равноправной основе.

**Уязвимость<sup>16</sup> (Vulnerability)**

Склонность или предрасположенность к неблагоприятному воздействию. Понятие уязвимости охватывает самые разнообразные концепции, включая чувствительность или восприимчивость к ущербу и отсутствие способности справляться с этой проблемой и адаптироваться. См. также Контекстуальная уязвимость и Результирующая уязвимость.

**Факторы стресса (Stressors)**

Явления и тренды, часто не связанные с климатом, которые оказывают значительное влияние на подверженную воздействиям систему и могут повышать уязвимость к связанному с климатом риску.

**Фенология (Phenology)**

Взаимосвязь между биологическими явлениями, которые периодически повторяются (например стадии развития, миграция), и климатическими и сезонными изменениями.

**Фотохимический смог (Photochemical smog)**

Смесь окисляющих загрязнителей воздуха, образующихся при реакции солнечного света с первичными загрязнителями воздуха, в особенности углеводородами.

**Функция распределения вероятностей (ФРВ) (Probability Density Function (PDF))**

Функция распределения вероятностей – это функция, которая показывает относительные возможности появления различных значений переменной. Интеграл функции по всей области ее определения равняется единице, а интеграл по подобласти равняется вероятности того, что значение переменной лежит в данной подобласти. Например, вероятность того, что определенная конкретным образом аномалия температуры больше нуля получается из ФРВ путем интегрирования ФРВ по всем возможным аномалиям температуры, превышающим нуль. Аналогичным образом определяются функции распределения вероятностей, которые описывают одновременно две или более переменных.

**Цунами (Tsunami)**

Волна или серия волн, возникшая в результате возмущения, такого как подводное землетрясение (во время которого происходит смещение участка морского дна), оползень, извержение вулкана или столкновение с астероидом.

**Чувствительность (Sensitivity)**

Степень, в которой система или вид затронуты изменчивостью или изменением климата либо неблагоприятным, либо благоприятным образом. Воздействие может быть прямым (например изменение урожайности как отклик на изменение среднего значения и диапазона температуры или же на ее изменчивость) или косвенным (например ущерб, вызванный более частым затоплением прибрежных районов в результате повышения уровня моря).

**Чувствительность климата (Climate sensitivity)**

В докладах МГЭИК равновесная чувствительность климата (единица измерения: °C) означает изменение равновесного (стабильного) состояния средней годовой глобальной приземной температуры в ответ на удвоения концентрации эквивалента диоксида углерода в атмосфере. Вследствие вычислительных ограничений равновесная чувствительность климата в модели климата иногда оценивается посредством прогона модели общей атмосферной циркуляции, сопряженной с моделью перемешанного слоя океана, поскольку равновесная чувствительность климата в значительной мере определяется атмосферными процессами. Эффективно модели могут прогоняться до состояния равновесия с динамикой океана. Параметр чувствительности климата (единица измерения: °C (Вт м<sup>-2</sup>)<sup>-1</sup>) есть изменение средней годовой глобальной приземной температуры в ответ на единичное изменение радиационного воздействия.

Эффективная чувствительность климата (единица измерения: °C) представляет собой оценку реакции глобальной средней приземной температуры на удвоение концентрации диоксида углерода, которая измеряется по результатам моделирования или по данным наблюдений за изменяющимися условиями в неравновесном состоянии. Она является мерой силы климатических обратных связей в конкретный момент времени и может изменяться по мере изменения тенденции внешнего воздействия и состояния климата и поэтому может отличаться от чувствительности климата в равновесном состоянии.

Неравновесная реакция климата (единица измерения: °C) – это изменение глобальной средней приземной температуры, усредненное за период более 20 лет с центром во временной точке удвоения концентрации двуоксида углерода в атмосфере в модели климата, в которой количество CO<sub>2</sub> увеличивается на 1 % в год. Она является мерой силы и скорости реакции приземной температуры на воздействие парниковых газов.

**Шельфовый ледник (Ice shelf)**

Плавающая ледовая плита значительной толщины, простирающаяся от берега (обычно большой гори-

<sup>16</sup> Поскольку данная статья Глоссария сформулирована с учетом последних научных достижений, она отличается по своей широте и направленности от статьи, фигурирующей в Четвертом докладе об оценке и других докладах МГЭИК

зонтальной протяженности, со слегка наклоненной поверхностью), часто заполняющая заливы по береговой линии ледяного щита. Почти все шельфовые ледники находятся в Антарктике, где большая часть льда, сбрасываемого в море, попадает на шельфовые ледники.

#### **Штормовой нагон (Storm surge)**

Временное повышение в конкретном месте уровня моря в результате экстремальных метеорологических условий (низкое атмосферное давление и/или сильные ветры). Штормовой нагон определяется как превышение того уровня, который ожидается в данное время и в данном месте только из-за приливного изменения.

#### **Эволюционная адаптация (Evolutionary adaptation)**

Применительно к населению или видам – это изменение в функциональных характеристиках в результате отбора на основе наследственных признаков. Темпы эволюционной адаптации зависят от таких факторов, как движущая сила естественного отбора, время смены поколений и степень ауткроссинга (в отличие от инбридинга). См. также Адаптация.

#### **Эвтрофикация (Eutrophication)**

Переобогащение воды такими питательными веществами, как азот и фосфор. Оно является одной из главных причин ухудшения качества воды. Двумя наиболее выраженными симптомами эвтрофикации являются гипоксия (или уменьшение содержания кислорода) и вредоносное цветение водорослей. См. также Мертвые зоны.

#### **Экологическая миграция (Environmental migration)**

Миграция населения связана с его перемещением на значительное расстояние в течение длительного времени. Экологическая миграция означает миграцию населения в тех случаях, когда экологические риски или изменение окружающей среды играют существенную роль в оказании влияния на принятие решения о миграции и ее пункте назначения. Миграция может подразделяться на различные категории, такие как прямое, вынужденное и временное перемещение в результате связанных с погодой бедствий; добровольное перемещение вследствие того, что поселения и виды экономической деятельности становятся менее жизнеспособными; или плановое переселение, поощряемое правительственными действиями или стимулами. Все миграционные решения обуславливаются многими причинами, и поэтому нецелесообразно объяснять любой миграционный поток исключительно причинами экологического характера.

#### **Экологические услуги (Environmental services)**

См. Экосистемные услуги.

#### **Экосистема (Ecosystem)**

Экосистема – это функциональная единица, состоящая из живых организмов, их неживой окружающей среды, а также взаимодействий внутри них и между ними. Компоненты, включаемые в данную экосистему, и ее пространственные границы, зависят от той цели, для которой выделялась данная экосистема. В некоторых случаях они являются относительно ярко выраженными, а в других весьма расплывчатыми. Границы экосистемы могут со временем меняться. Экосистемы расположены внутри других экосистем, и их масштабы могут находиться в пределах от весьма незначительных до всей биосферы. В настоящее время в большинстве экосистем люди фигурируют в качестве ключевых организмов, либо эти экосистемы находятся под воздействием результатов деятельности человека, происходящей в их окружающей среде.

#### **Экосистемные услуги (Ecosystem services)**

Экологические процессы или функции, имеющие ценность в денежном или неденежном выражении для отдельных лиц или общества в целом. Их часто классифицируют следующим образом: (1) услуги по поддержанию, такие как поддержание продуктивности или биоразнообразия; (2) снабженческие услуги, такие как поставка продовольствия, клетчатки или рыбной продукции; (3) регуляционные услуги, такие как регулирование климата или секвестрация углерода; и (4) культурные услуги, такие как туризм или духовно-эстетическое восприятие.

#### **Экосистемный подход (Ecosystem approach)**

Стратегия комплексного управления земельными, водными и живыми ресурсами, которая способствует их сохранению и устойчивому использованию справедливым образом. Экосистемный подход основан на применении научных методологий, сосредоточенных на уровнях биологической организации, которые охватывают основную структуру, процессы, функции и взаимодействия организмов и их окружающей среды. Он учитывает тот факт, что люди с их культурным разнообразием являются неотъемлемым компонентом многих экосистем. Экосистемный подход требует адаптивного менеджмента для того, чтобы решать проблему сложного и динамичного характера экосистем и отсутствия полноценных знаний или понимания их функционирования. Приоритетными целями являются сохранение биоразнообразия, а также структуры и жизнедеятельности экосистем с целью поддержания экосистемных услуг.<sup>17</sup>

#### **Экофизиологический процесс (Ecophysiological process)**

Процессы, в ходе которых индивидуальные организмы постоянно реагируют на изменчивость или изменение окружающей среды, такие как изменение климата, как правило на микроскопическом уровне или на

<sup>17</sup> Эта статья Глоссария основана на определениях, использованных в КБР (2000), МЭА (2005) и Четвертом докладе об оценке.

уровне более мелком, чем органы. Экофизиологические механизмы обеспечивают толерантность отдельных организмов к экологическому стрессу и включают широкий диапазон реакций, определяющих виды абсолютной толерантности отдельных особей к экологическим условиям. Значение экофизиологических реакций может быть и шире, они могут определять географические границы распространения видов.

**Экстремальное климатическое явление (Extreme climate event)**

См. Экстремальное метеорологическое явление.

**Экстремальное метеорологическое явление (Extreme weather event)**

Экстремальное метеорологическое явление представляет собой явление, которое редко наблюдается в конкретном месте и в конкретное время года. Определений понятия редко множество, однако метеорологическое явление обычно считается экстремальным, если наблюдается столь же редко или еще реже, чем 10-й или 90-й процентиль функции распределения вероятности, оцениваемой по данным наблюдений. По определению, характеристики того, что называют экстремальной погодой, в абсолютном смысле могут варьировать в зависимости от того или иного места. Если режим экстремальной погоды сохраняется некоторое время, например в течение сезона, то его можно классифицировать как экстремальное климатическое явление, особенно если он приводит в среднем или в целом к явлению, которое само по себе является экстремальным (например, засуха или сильные дожди в течение сезона).

**Экстремальный уровень моря (Extreme sea level)**

См. Штормовой нагон.

**Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНЮК) (El Niño-Southern Oscillation (ENSO))**

Термин Эль-Ниньо первоначально использовался для описания теплого течения, которое периодически проходит вдоль побережья Эквадора и Перу, нарушая местный рыбный промысел. С тех пор его связывают с

потеплением бассейнового масштаба в тропической части Тихого океана на восток от линии смены дат. Это океаническое явление связано с флуктуацией режима приземного давления глобального масштаба в тропических и субтропических районах, называемой Южным колебанием. Это явление в сопряженной системе атмосфера-океан, преобладающий временной масштаб которого составляет от 2 до почти 7 лет, известно под названием Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК). Его часто измеряют разностью аномалий приземного давления между Дарвином и Таити или температурами поверхности моря центральной и восточной экваториальных частей Тихого океана. Во время явления ЭНЮК преобладающие пассаты слабеют, уменьшая апвеллинг и изменяя океанические течения, поэтому температура поверхности моря повышается, еще больше ослабляя пассаты. Это явление существенно влияет на ветер, температуру поверхности моря и характер осадков в тропической части Тихого океана. Его климатическое воздействие ощущается в пределах всего региона Тихого океана и во многих других частях Земного шара из-за глобальных дальних корреляционных связей. Холодная фаза ЭНЮК называется Ла-Нинья. Соответствующие индексы см. во вставке 2.5 ОД5 РГ

**Эффективность использования воды (Water-use efficiency)**

Фотосинтетическое поглощение углерода в расчете на единицу количества воды, потерянной в результате эвапотранспирации. Она может быть выражена на кратковременной основе в виде соотношения между приростом абсорбированного в процесса фотосинтеза углерода и потерей воды при транспирации или, на сезонной основе, в виде соотношения между чистой первичной продукцией или урожаем сельскохозяйственной продукции и объемом использованной воды.

**Южная кольцевая мода (ЮКМ) (Southern Annular Mode (SAM))**

Ведущая мода изменчивости геопотенциальной высоты Южного полушария, которая связана со сдвигами по широте среднеширотного струйного течения. См. Индекс ЮКМ во вставке 2.5 ОД5 РГ I.

## Справочная литература

- AMS, 2000: *AMS Glossary of Meteorology, Second Edition* [Glickman, T.S. (ed.)]. American Meteorological Society (AMS), Boston, MA, USA. <http://glossary.ametsoc.org/?s=A&p=1>.
- Arctic Council, 2013: Glossary of terms. In: *Arctic Resilience Interim Report 2013*. Stockholm Environment Institute (SEI) and Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Sweden, p.viii.
- КБР, 2000 г.: *Решение VI/6 КС: Экосистемный подход*. Пятое очередное совещание Конференции Сторон Конвенции о биологическом разнообразии, 15-26 мая 2000 г., Найроби, Кения, Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии (КБР), Монреаль, Канада, [www.cbd.int/decision/cop/?id=7148](http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7148).
- КБР, 2002 г.: *Решение VII/23: Чужеродные виды, которые угрожают экосистемам, местам обитания или видам*. Шестое очередное совещание Конференции Сторон Конвенции о биологическом разнообразии, 7-19 апреля 2002 г., Гаага, Нидерланды, Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии (КБР), Монреаль, Канада, [www.cbd.int/decision/cop/?id=7197](http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197).
- CBD, 2009: *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Technical Series No. 41, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, 126 pp.
- Cobo, J.R.M., 1987: *Study of the Problem of Discrimination Against Indigenous Populations. Volume 5: Conclusions, Proposals and Recommendations*. Subcommission on Prevention of Discrimination and Protection of Minorities, United Nations, New York, NY, USA, 46 pp.
- Devereux, S. and R. Sabates-Wheeler, 2004: *Transformative Social Protection*. IDS Working Paper 232, Institute of Development Studies (IDS), University of Sussex, Brighton, UK, 30 pp.
- FAO, 2000: *State of Food Insecurity in the World 2000*. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 31 pp.
- Hegerl, G.C., O. Hoegh-Guldberg, G. Casassa, M.P. Hoerling, R.S. Kovats, C. Parmesan, D.W. Pierce, and P.A. Stott, 2010: Good Practice Guidance Paper on Detection and Attribution Related to Anthropogenic Climate Change. In: *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Detection and Attribution of Anthropogenic Climate Change* [Stocker, T.F., C.B. Field, D. Qin, V. Barros, G.-K. Plattner, M. Tignor, P.M. Midgley, and K.L. Ebi (eds.)]. IPCC Working Group I Technical Support Unit, University of Bern, Bern, Switzerland, 8 pp.
- Heywood, V.H. (ed.), 1995: *The Global Biodiversity Assessment*. United Nations Environment Programme (UNEP). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1152 pp.
- МГЭИК, 1992 г.: *Изменение климата, 1992 г.: Дополнительный доклад к научной оценке МГЭИК* [Houghton, J.T., B.A. Callander, and S.K. Varney (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 116 pp.
- МГЭИК, 1996 г.: *Изменение климата, 1995 г.: Научные аспекты проблемы изменения климата. Вклад Рабочей группы I во Второй доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 572 pp.
- МГЭИК, 2000 г.: *Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство. Специальный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Watson, R.T., I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo, and D.J. Dokken (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 377 pp.
- МГЭИК, 2001 г.: *Изменение климата, 2001 г.: Научные аспекты. Вклад Рабочей группы I в Третий доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 881 pp.
- МГЭИК, 2003 г.: *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types* [Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, and F. Wagner (eds.)]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, 32 pp.
- МГЭИК, 2007 г.: *Изменение климата, 2007 г.: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, M. Marquis, K. Averyt, M.M.B. Tignor, H.L. Miller Jr., and Z. Chen (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 996 pp.
- МГЭИК, 2011 г.: *Workshop Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Workshop on Impacts of Ocean Acidification on Marine Biology and Ecosystems* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, K.J. Mach, G.-K. Plattner, M.D. Mastrandrea, M. Tignor and K.L. Ebi (eds.)]. IPCC Working Group II Technical Support Unit, Carnegie Institution, Stanford, CA, USA, pp. 164.
- МГЭИК, 2012a: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- МГЭИК, 2012b: *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Geoengineering* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, C. Field, V. Barros, T.F. Stocker, Q. Dahe, J. Minx, K. Mach, G.-K. Plattner, S. Schlomer, G. Hansen, and M. Mastrandrea (eds.)]. IPCC Working Group III Technical Support Unit, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany, 99 pp.
- IUCN, 2000: *IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species*. Prepared by the Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group, International Union for Conservation of Nature (IUCN), Approved by the 51st Meeting of the IUCN Council, Gland, Switzerland, 24 pp., <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Rep-2000-052.pdf>.
- Jagers, S.C. and J. Stripple, 2003: Climate governance beyond the state. *Global Governance*, 9, 385-399.
- Kelly, P.M. and W.N. Adger, 2000: Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change*, 47, 325-352.
- Manning, M.R., M. Petit, D. Easterling, J. Murphy, A. Patwardhan, H.-H. Rogner, R. Swart, and G. Yohe (eds.), 2004: *IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options*. Workshop Report, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland, 138 pp.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers, 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Published online at: [www.ipcc-wg2.gov/meetings/CGCs/index.html#UR](http://www.ipcc-wg2.gov/meetings/CGCs/index.html#UR).

- Matsuyama, K.**, 2008: Poverty Traps. In: *The New Palgrave Dictionary of Economics, 2<sup>nd</sup> Edition* [Blume, L. and S. Durlauf (eds.)]. Palgrave Macmillan, New York, NY, USA, [www.dictionaryofeconomics.com/article?id=pde2008\\_P000332](http://www.dictionaryofeconomics.com/article?id=pde2008_P000332).
- MEA**, 2005: Appendix D: Glossary. In: *Ecosystems and Human Well-being: Current States and Trends. Findings of the Condition and Trends Working Group, Vol. 1* [Hassan, R., R. Scholes, and N. Ash (eds.)]. Millennium Ecosystem Assessment (MEA), Island Press, Washington, DC, USA, pp. 893-900.
- Moss, R. and S. Schneider**, 2000: Uncertainties in the IPCC TAR: recommendations to lead authors for more consistent assessment and reporting. In: *IPCC Supporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the Third Assessment Report of the IPCC* [Pachauri, R., T. Taniguchi, and K. Tanaka (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland, pp. 33-51.
- Moss, R., M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J.F. Lamarque, M. Manning, B. Matthews, J. Meehl, L. Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. van Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J.-P. van Ypersele, and M. Zurek**, 2008: *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts and Response Strategies*. IPCC Expert Meeting Report, 19-21 September, 2007, Noordwijkerhout, Netherlands, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland, 132 pp.
- Moss, R., J.A. Edmonds, K.A. Hibbard, M.R. Manning, S.K. Rose, D.P. van Vuuren, T.R. Carter, S. Emori, M. Kainuma, T. Kram, G.A. Meehl, J.F.B. Mitchell, N. Nakicenovic, K. Riahi, S.J. Smith, R.J. Stouffer, A.M. Thomson, J.P. Weyant, and T.J. Wilbanks**, 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463, 747-756.
- Nakicenović, N. and R. Swart (eds.)**, 2000: Special Report on Emissions Scenarios. *A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 599 pp.
- O'Brien, K., S. Eriksen, L.P. Nygaard, and A. Schjolden**, 2007: Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7, 7-88.
- OECD**, 2003: *OECD Glossary of Statistical Terms*. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris, France, <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=1313>.
- Park, S.E., N.A. Marshall, E. Jakku, A.M. Dowd, S.M. Howden, E. Mendham, and A. Fleming**, 2012: Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. *Global Environmental Change*, 22, 115-126.
- Rosa, E.A.**, 1998: Metatheoretical foundations for post-normal risk. *Journal of Risk Research*, 1(1), 15-44.
- Rosa, E.A.**, 2003: The logical structure of the social amplification of risk framework (SARF): metatheoretical foundation and policy implications. In: *The Social Amplification of Risk* [Pidgeon, N., R.E. Kasperson, and P. Slovic (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 47-79.
- Secretariat of the Stockholm Convention**, 2001: *The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (as amended in 2009)*. Secretariat of the Stockholm Convention, Chatelaine, Switzerland, 63 pp.
- UNCCD**, 1994: Article 1: *Use of Terms*. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Paris, France, [www.unccd.int/en/about-the-convention/Pages/Text-Part-I.aspx](http://www.unccd.int/en/about-the-convention/Pages/Text-Part-I.aspx).
- UNISDR**, 2009: *2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), United Nations, Geneva, Switzerland, 30 pp.
- WCED**, 1987: *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development (WCED), Oxford University Press, Oxford, UK, 300 pp.

