

Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад

Обобщенный доклад

Оценка Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Ниже следующий доклад, утвержденный по каждому пункту на пленарной восемнадцатой сессии МГЭИК, состоявшейся в Уэмбли (Соединенное Королевство) 24-29 сентября 2001 года, представляет собой официальное согласованное заключение МГЭИК по ключевым выводам и неопределенностям, содержащимся в документах рабочей группы, представленных в качестве вклада в подготовку Третьего доклада об оценке.

На основе проекта, подготовленного:

Основной группой авторов

Роберт Т. Уотсон, Даниэль Л. Албриттон, Терри Баркер, Игорь А. Башмаков, Дэвид Григgs, Хабиба Джитай, Огунладе Дэвидсон, Освальдо Кансьяни, Ренате Крист, Ульрих Кубаш, Збигнев Кундевич, Мурари Лал, Нейл Леари, Кристофер Магадза, Джеймс Дж. Маккарти, Джон Ф.Б. Митчелл, Жозе Роберто Морейра, Мохан Мунасингхе, Ян Ноубл, Раджендра Пашаури, Барри Питток, Майкл Пратер, Ричард Г. Ричелз, Джон Б. Робинсон, Джаянт Сатае, Роберт Скоулз, Томас Стоукер, Нарасимхан Сундарараман, Роб Сурорт, Томихиро Танигуши, Джоанна Хауз, Джон Хотон, Д. Чжоу и Стивен Шнейдер.

Группой авторов в расширенном составе

Олег Анисимов, Найджел Арнелл, К.К. Ахмад, Фонс Баеде, Тарик Банури, Леонард Бернстайн, Даниэль Х. Буй, Джонатан Грегори, Пол Дезанкер, Филиппо Джиорджи, Уильям Истерлинг, Катринус Й. Йепма, Тимоти Картер, Том Карл, Пекка Е. Кауппи, Стюарт Коэн, Рик Леманс, Брайант Макавени, Энтони Макмайл, Анил Маркандиа, Луи Хосе Мата, М. Д. Мвандосиа, Линда Меарнс, Жилван Мейра-Филью, Джерри Мил, Эван Миллс, Цунеюки Морита, Уильям Р. Мумая, Беррье Мур, Леонард Нерс, Джойс Пеннер, Колин Прентис, Мартин Пэрри, Винкатачалам Рамасвами, Сара Рейпер, Роджер А. Седжо, Майкл Скотт, Барри Смит, Джоул Смит, Рон Стоуффер, Джим Сэлинджер, Канако Танака, Ференц Л. Тот, Том Уилбэнкс, Жан-Шарль Уркад, Джон П. Уэйт, Крис Фолланд, Кирстен Халснаес, Хидэо Харасава, Джоанна Хейг, Майк Хелм, Брус Хьюитсон, Фрэнсис Цвиерз, Алла Цыбан, Джон Черч, Лю Чуньчжэнь, Леена Шривастава, Приярадхи Р. Шукла и многие другие авторы МГЭИК.

Редакторами-рецензентами

Рик Брэдли, Сузан Бэррелл, Фортунат Джос, Джон Зиллман, Юрий Израэль, Дин Ихуэй, Эберхард Йохем, Эдуардо Кальво, Ян Каррутерс, Ойвинд Кристоферсен, Берт Метц, Мартин Мэннинг, Алионне Ндиае, Бурухани Ниензи, Ричард Одинго, Мишель Пети, Рамон Пичс-Мадруга, Ян Претель, Армандро Рамирес, Жозе Ромеро, Джон Стоун, Р.Т.М. Сутамихарджа и Дэвид Уоррилоу.



Вопрос 1

B1

Каким образом научный, технический и социально-экономический анализ может содействовать определению того, что представляет собой опасное антропогенное воздействие на климатическую систему, о котором говорится в статье 2 Рамочной конвенции об изменении климата?

Рамочная конвенция об изменении климата, статья 2

«Конечная цель настоящей Конвенции и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон, заключается в том, чтобы добиться во исполнение соответствующих положений Конвенции стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе».

- 1.1 **Естествознание, а также технические и гуманитарные науки могут обеспечить важнейшую информацию и данные, необходимые для принятия решений относительно того, что представляет собой “опасное антропогенное воздействие на климатическую систему”.** В то же время такие решения представляют собой субъективные оценки, разрабатываемые в ходе социально-политических процессов с учетом таких соображений, как развитие, справедливость и устойчивость, а также факторы неопределенности и риск. Научные данные помогают снизить уровень неопределенности и повысить уровень знаний и могут служить той базой, на которой изучается возможность принятия предупредительных мер¹. Решения принимаются на основе оценки риска и дают директивным органам возможность выбирать те или иные варианты управления рисками в связи с разработкой соответствующих мер и политики².
- 1.2 **Основные элементы, используемые для определения того, что представляет собой “опасное антропогенное воздействие” для разных регионов, будут разными – в зависимости как от местной природы и последствий воздействия климата, так и от имеющегося у них адаптационного потенциала, позволяющего решать задачи, связанные с изменением климата, – и будут зависеть от способности принимать меры по смягчению последствий, поскольку в данном случае важное значение имеют как масштабы изменения, так и его темпы.** Соответствующие виды мер реагирования в порядке адаптации к изменению климата, которые необходимо выбрать, будут зависеть от эффективности различных мер адаптации или смягчения последствий в деле снижения уровня уязвимости и повышения уровня устойчивости жизнеобеспечивающих систем. В настоящее время какого-либо наиболее эффективного набора программных мер, которые можно было бы применить в универсальном масштабе, не существует; вместе с тем здесь важно учитывать как надежность различных программных мер по отношению к различным возможным сценариям развития мира, так и степень, в которой такие программные меры, конкретно ориентированные на климат, могут быть включены в более широкую политику в области устойчивого развития.
- 1.3 **Третий доклад об оценке (ТДО) содержит оценку новых научных данных и фактов в качестве одного из исходных элементов, которые могут быть использованы лицами, определяющими политику, в ходе их работы по определению того, что представляет собой “опасное антропогенное воздействие на климатическую систему”** в отношении: (1) масштабов и степени изменения климатической системы, (2) экологических и социально-экономических последствий изменения климата и (3) потенциала достижения самых различных уровней концентрации парниковых газов посредством принятия соответствующих мер по смягчению и информации относительно возможностей снижения степени уязвимости за счет принятия мер по адаптации.
- 1.4 **Что касается масштабов и степени изменения климатической системы, то ТДО содержит разработанные на основе сценариев прогнозы будущих концентраций парниковых газов в атмосфере, глобальные и региональные тенденции изменений и темпы изменения температурного режима, режима осадков и уровня моря, а также изменения динамики экстремальных климатических явлений.** В нем также рассматриваются возможности резких и



РГII ТДО, раздел 2.7 и
РГIII ТДО, глава 10



РГII ТДО, глава 18 и
РГIII ТДО, глава 10



РГI ТДО, РГII ТДО, РГIII
ТДО



РГI ТДО

¹ Условия, которые оправдывают принятие предупредительных мер, изложены в статье 3.3 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН).

² Риск, связанный с тем или иным событием, наиболее простым образом определяется в качестве вероятности наступления этого события, умноженной на масштабы его последствий. В настоящее время есть различные механизмы принятия решений, которые облегчают оценку рисков, связанных с изменением климата, и управления ими. Они включают, в частности, анализ затрат и выгод, анализы затратоэффективности, многофакторный анализ и метод допустимых пределов. Такие приемы позволяют дифференцировать уровни риска, связанные с будущими альтернативами, однако для всех этих анализов характерен существенный уровень неопределенности.

необратимых изменений в режиме циркуляции вод океана и крупнейших ледниковых покровов.

- 1.5 **В ТДО рассматриваются биофизические и социально-экономические последствия, связанные с изменением климата.** В нем содержится изложение пяти причин, вызывающих беспокойство, в отношении:

- опасностей для уникальных систем и систем, находящихся под угрозой;
- опасностей, связанных с экстремальными погодными явлениями;
- распределения воздействий;
- совокупных воздействий;
- опасностей крупномасштабных явлений со значительными последствиями.

Исключительно важное значение здесь приобретает оценка вероятности достижения критических пороговых величин, при которых природные и антропогенные системы подвергаются крупномасштабным, внезапным или необратимым изменениям с точки зрения их реакции на изменение климата. Поскольку единого показателя (например в виде денежной единицы), который позволил бы описать соответствующие опасности, связанные с изменением климата, нет, нужны самые разнообразные и критические подходы и критерии для оценки воздействий и облегчения принятия решений, связанных с управлением рисками.



РГII ТДО глава 19

- 1.6 **Что касается стратегий решения проблем, связанных с изменением климата, то в ТДО содержится оценка потенциала достижения различных уровней концентрации посредством принятия соответствующих мер по смягчению и информация относительно возможностей снижения уровня уязвимости за счет принятия мер по адаптации.** Причинно-следственная связь работает в обоих направлениях. Различные сценарии выбросов, которые связаны с основными вариантами развития, предусматривают различные уровни стабилизации. В свою очередь, эти варианты развития в значительной мере сказываются на способности к адаптации в любом регионе. Таким образом, стратегии адаптации и смягчения последствий динамически связаны с изменениями климатической системы и прогнозами в области адаптации экосистем, производства продуктов питания и устойчивого экономического развития.



РГII ТДО глава 18 и РГIII ТДО глава 2

- 1.7 Полная картина изменения климата должна строиться с учетом динамики полного цикла причинно-следственных связей по всем соответствующим секторам. На рисунке 1-1 показан такой цикл, который начинается с основополагающих движущих сил в области народонаселения, экономики, технологии и управления, проходит через выбросы парниковых газов и других веществ, изменения в физических аспектах климатической системы, биофизические и антропогенные воздействия, затем через меры по адаптации и смягчению последствий и в конце снова замыкается на движущих силах. Этот рисунок представляет собой схематический вид идеального механизма “комплексной оценки”, в которой все аспекты проблемы, связанной с изменением климата, взаимодействуют друг с другом. Изменения в одной части цикла оказывают самым различным образом динамичное воздействие на другие компоненты. В ТДО анализируются новая информация и данные, имеющие отношение к политике, применительно ко всем квадрантам, изображенным на рисунке 1-1. В частности, в правом нижнем квадранте рисунка получил отражение новый вклад в эту работу, состоящий в анализе альтернативных путей развития и их связей с выбросами парниковых газов и в проведении предварительной работы по определению связей между адаптацией, смягчением последствий и путями развития. Вместе с тем ТДО не дает всестороннюю комплексную оценку изменения климата, что обусловлено недостаточным уровнем знаний.



РГII ТДО главы 1 и 19,
РГIII ТДО глава 1, и
СДСВ

- 1.8 **Принятие решений по проблематике изменения климата представляет собой, в общем и целом, последовательный процесс в условиях общей неопределенности.** В процессе принятия решений необходимо учитывать различные факторы неопределенности, включая риск нелинейных и/или необратимых изменений,



РГI ТДО, РГII ТДО, и
РГIII ТДО раздел 10.1.4

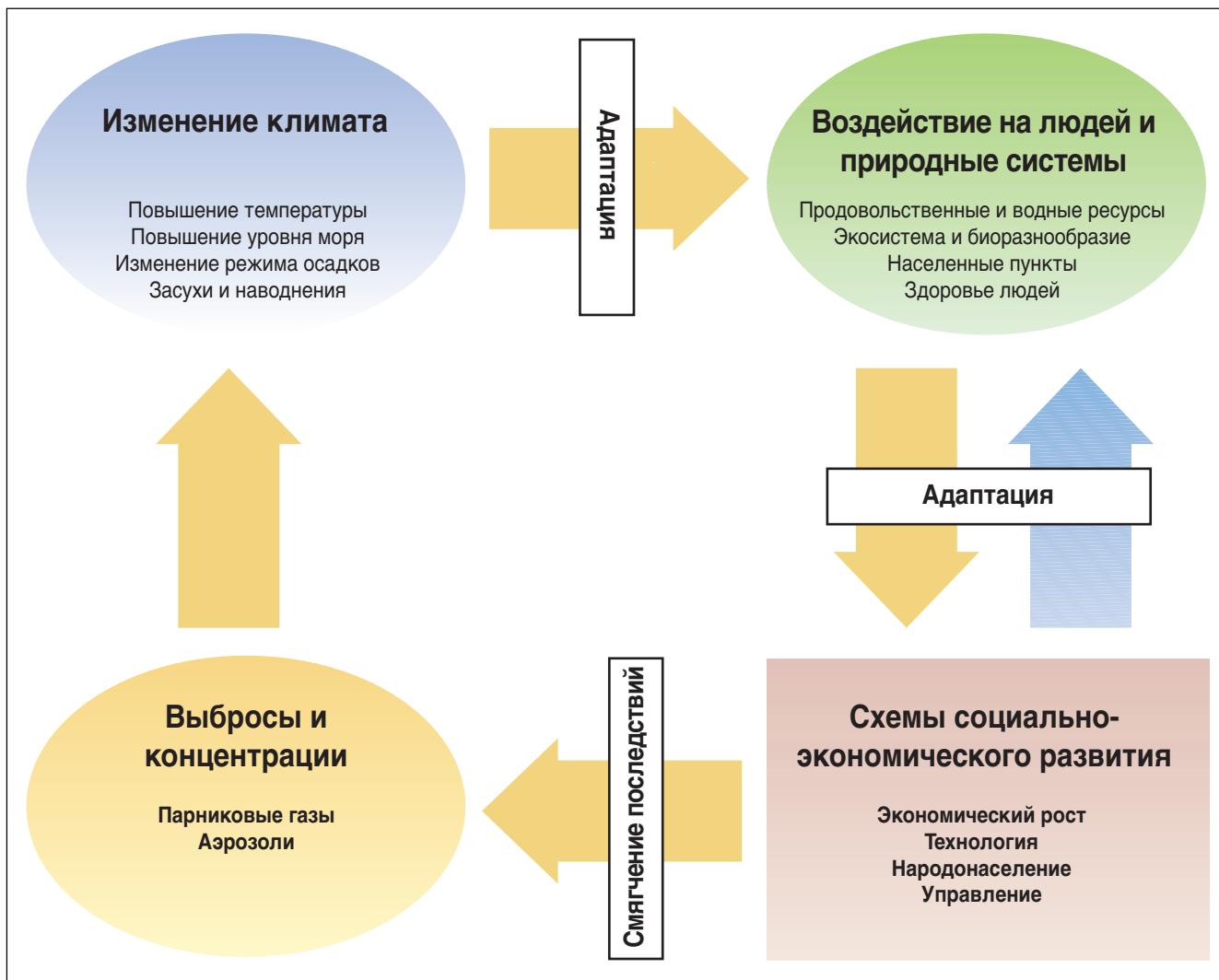


Рисунок 1-1. Изменение климата – общая схема. Схематическое и упрощенное изображение системы комплексной оценки в ходе рассмотрения антропогенного воздействия на изменение климата. Желтые стрелки показывают полный цикл причинно-следственной связи между четырьмя квадрантами, изображенными на рисунке, а голубая стрелка указывает на реакцию общества на воздействие, обусловленное изменением климата. Как для развитых, так и для развивающихся стран каждая **схема социально-экономического развития**, проанализированная в Специальном докладе “Сценарии выбросов”, характеризуется соответствующими движущими силами, которые обуславливают выбросы парниковых газов, аэрозолей и прекурсоров, среди которых самое важное место занимает диоксид углерода (CO_2). **Выбросы парниковых газов накапливаются в атмосфере, обуславливая изменение концентрации** и нарушение естественного равновесия, в зависимости от таких физических процессов, как солнечная радиация, образование облаков и выпадение дождей. Аэрозоли также приводят к загрязнению воздуха (например кислотные дожди), которые наносят ущерб антропогенным и природным системам (на рисунке не показано). Повышенный парниковый эффект начнет приводить к **изменению климата** в отдаленном будущем, что приведет к соответствующему **воздействию на природные и антропогенные системы**. Вполне возможно, что между изменениями в этих системах и климатом существует обратная связь (на рисунке не показана), например, эффект альbedo в результате изменений в землепользовании и другие, возможно более крупные, взаимодействия между системами и атмосферными выбросами (например воздействие изменений в землепользовании (также не показано)). Эти изменения в конечном итоге скажутся на схемах социально-экономического развития. Схемы развития также оказывают прямое воздействие на природные системы (показаны в виде стрелки, идущей в направлении, противоположном движению часовой стрелки, от квадрата, изображающего схемы развития), например, изменения в землепользовании, ведущие к обезлесению. Этот рисунок иллюстрирует динамический цикл взаимосвязи между различными параметрами изменения климата, для которого характерен значительный сдвиг во времени. Так, например, между выбросами и воздействиями, с одной стороны, и социально-экономическими и технологическими схемами развития, с другой, существует сложная связь. Важный вклад ТДО заключается в тщательном рассмотрении социально-экономического развития (показанного справа внизу в виде квадрата) посредством анализа взаимосвязей между выбросами парниковых газов и схемами развития (в СДСВ) и оценке предварительной работы по определению связи между адаптацией, смягчением последствий и схемами развития (РГII и РГIII). Однако в ТДО все же не удалось сделать полную комплексную оценку изменения климата, поскольку экспертам не удалось установить динамичную связь между всеми компонентами цикла. Адаптация и смягчение последствий показаны в виде факторов, которые приводят к изменению воздействий, изображенных на рисунке.

и находить нужный баланс между недостаточными или чрезмерными действиями, а также тщательно учитывать последствия (как экологические, так и экономические), вероятность их возникновения и отношение общества к возможному риску. Этот риск, вероятнее всего, будет разным для разных стран и для разных поколений. В этой связи встает вопрос о том, «каким должен быть наиболее эффективный курс действий в ближайшем будущем с учетом ожидаемого изменения климата в долгосрочном плане и связанных с этим неопределенностей».

- 1.9 **Воздействия в результате изменения климата являются частью более крупного вопроса о том, каким образом сложные социальные, экономические и экологические субсистемы взаимодействуют друг с другом и определяют прогнозы в области устойчивого развития.** Связей между этими системами существует множество. Экономическое развитие воздействует на баланс экосистемы и, в свою очередь, само подвергается воздействию, обусловленному состоянием этой экосистемы; нищета может быть одновременно и результатом, и причиной деградации окружающей среды; образ жизни, который характеризуется интенсивным использованием материалов и энергии, и дальнейшие высокие уровни потребления за счет невозобновляемых источников ресурсов, а также быстрый рост численности населения вряд ли совместимы с принципами устойчивого развития; а чрезмерный уровень социально-экономического неравенства в рамках отдельных групп и между странами, может подорвать социальную сплоченность, которая способствует обеспечению устойчивости и повышению эффективности программных мер, принимаемых в порядке реагирования на эти проблемы. В то же время программные решения в социально-экономической области и области технологий, которые принимаются по причинам, не связанным с климатом, оказывают существенное воздействие на политику в области климата и воздействия, обусловленные его изменением, а также на другие экологические проблемы (см. вопрос 8). Кроме того, критические пороговые величины воздействия и уязвимости к изменению климата непосредственно связаны с экологическими, социальными и экономическими условиями и институциональным потенциалом.
- 1.10 **В результате этого политика в области климата может быть более эффективной, если она является частью более широких стратегий, направленных на приданье национальным и региональным схемам развития более устойчивого характера.** Это объясняется тем, что воздействие изменчивости и изменения климата, мер реагирования на изменение климата и связанное с этим социально-экономическое развитие будет так или иначе сказываться на способности стран решать задачи по достижению устойчивого развития; в то же время работа по решению этих задач будет, в свою очередь, сказываться на возможностях принятия мер, связанных с изменением климата, и их успешной реализации. В частности, социально-экономические и технологические характеристики различных схем развития будут оказывать существенное воздействие на уровень выбросов, темпы и масштабы изменения климата, последствия изменения климата, адаптационный потенциал и способность принимать меры по смягчению последствий. В Специальном докладе «Сценарии выбросов» (СДСВ, см. вставку 3-1) описываются различные правдоподобные состояния нашего мира в будущем с самыми разными характеристиками, каждое из которых может иметь самые различные последствия для будущего климата и политики в области климата.
- 1.11 **ТДО содержит оценку имеющейся информации о сроках, возможностях, издержках, выгодах и последствиях реализации различных вариантов смягчения последствий и адаптации.** Он указывает на то, что у всех стран, которые действуют в индивидуальном порядке или в сотрудничестве с другими странами, есть возможности снизить расходы по смягчению последствий и адаптации и обеспечить выгоды, связанные с достижением устойчивого развития.

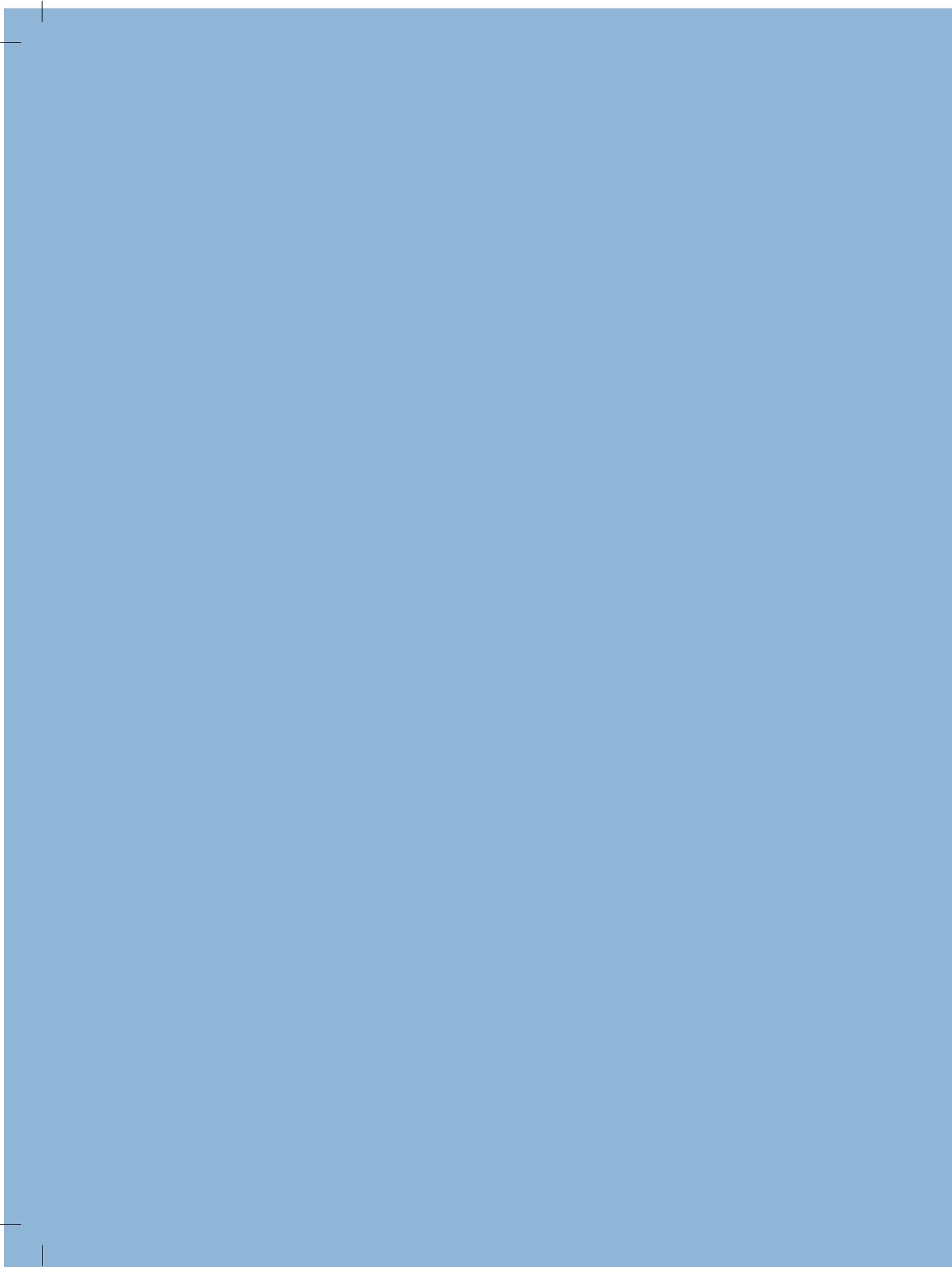


РГII ТДО



РГIII ТДО, раздел 10.3.2

РГII ТДО, глава 18,
РГIII ТДО, главы 8, 9 и
10 и СДСВ



B2

Вопрос 2

Каковы доказательства, причины и последствия изменений климатической системы Земли, произошедших с начала доиндустриальной эпохи?

- (а) Изменялся ли климат Земли с начала доиндустриальной эпохи на региональном и/или глобальном уровне? Если изменялся, то какую часть наблюдаемых изменений, если таковые есть, можно отнести на счет антропогенного воздействия и какую часть - на счет природных явлений? Что лежит в основе такого отнесения?
- (б) Что известно об экологических, социальных и экономических последствиях изменения климата, произошедших после доиндустриальной эпохи и особенно за последние 50 лет?

- 2.1 Ответ на эти вопросы сводится к определению классического измерения параметров климата (например температуры, осадков, уровня моря, а также экстремальных явлений, включая наводнения, засухи и штормы), других компонентов климатической системы Земли (например парниковых газов и аэрозолей, экологических систем), а также здоровья людей и положения в социально-экономических секторах. *Изменение климата*, в соответствии с определением МГЭИК, означает статистически значимую изменчивость на протяжении длительного периода времени, обычно несколько десятилетий или больше. Оно включает сдвиги в частотности и масштабе спорадических погодных явлений, а также медленное и непрерывное повышение средней температуры на поверхности Земли. Таким образом, анализируемый здесь вопрос включает колебания климата-погоды в пределах всех временных и пространственных шкал, которые варьируются от коротких жестоких штормов до сезонных явлений типа Эль-Ниньо, засух, классифицируемых по десятилетней шкале, и вековые колебания температуры и ледяного покрова. Хотя быстротечные колебания климата в настоящее время, как считается, носят преимущественно естественный характер, их воздействия анализируются в этом разделе, поскольку они представляют собой тот тип изменений, который может приобрести более доминирующий характер в условиях будущего климата, нарушенного деятельностью человека (см. вопрос 4). Установление причин этих явлений здесь используется в качестве своего рода процесса определения наиболее вероятных причин обнаруженных изменений на некотором определенном доверительном уровне. Этот анализ касается как изменения климата, который объясняется влиянием человека, так и изменения климата, которое в настоящее время, возможно, носит естественный характер, но в будущем может измениться под воздействием деятельности человека (см. вставку 3-1).
- 2.2 **Совершенно очевидно, что климатическая система Земли изменилась с начала доиндустриальной эпохи как на глобальном, так и на региональном уровнях, причем некоторые из этих изменений следует отнести на счет антропогенной деятельности.**
- 2.3 **Выбросы парниковых газов и аэрозолей, обусловленные антропогенной деятельностью, продолжают изменять атмосферу таким образом, что, как ожидается, это может оказаться на климате (см. таблицу 2-1).**
- 2.4 **Концентрации парниковых газов в атмосфере и их внешнее радиационное воздействие, в общем и целом, в течение XX века увеличивались в результате антропогенной деятельности.** Концентрация практически всех парниковых газов достигла максимального зарегистрированного уровня в 90-х годах и продолжает повышаться (см. рисунок 2-1). На протяжении последних 420 тысяч лет концентрации диоксида углерода (CO_2) и метана (CH_4) в атмосфере подвергались существенным колебаниям в ходе ледниковых эпох и межледниковых, однако даже максимальные из этих предшествующих величин гораздо меньше, нежели нынешние атмосферные концентрации этих газов. С точки зрения радиационного воздействия парниковых



РГ I ТДО, главы 3 и 4, и
СДА

Вставка 2-1 Заключение, касающееся доверительных уровней и вероятности.

В соответствующих случаях авторы Третьего доклада об оценке установили соответствующие доверительные уровни, которые представляют собой их коллективное суждение относительно достоверности того или иного вывода, сделанного на основе данных наблюдения, результатов моделирования и рассмотренных ими теоретических выкладок. В тексте обобщенного доклада и ТДО применительно к выводам РГ I используются следующие термины: *практически достоверно* (вероятность того, что вывод верен, составляет более 99%); *весьма вероятно* (вероятность 90-99%); *вероятно* (вероятность 66-90%); *средняя вероятность* (вероятность 33-66%); *маловероятно* (вероятность 10-33%); *весьма маловероятно* (вероятность 1-10%); и *практически невероятно* (вероятность менее 1%). Четко указанный предел неопределенности (\pm) представляет собой *вероятный предел*. Оценки доверительного уровня применительно к выводам РГ II являются: *очень высокими* (95% и выше), *высокими* (67-95%), *средними* (33-67%), *низкими* (5-33%) и *очень низкими* (5% и меньше). Доверительные уровни в отношении выводов РГ III не установлены.



РГ I ТДО РП и РГ II ТДО
РП

B3

Вопрос 3

Что известно о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях через 25, 50 и 100 лет, ассоциируемых с выбросами парниковых газов в некотором диапазоне, заложенном в сценариях, использованных в ТДО (прогнозы, которые предполагают отсутствие программных мер вмешательства в связи с изменением климата)?

По возможности, оценить:

- прогнозируемые изменения атмосферных концентраций, климата и уровня моря;
- воздействия и экономические расходы и выгоды, обусловленные изменением климата и состава атмосферы, с точки зрения здоровья людей, разнообразия и продуктивности экологических систем и социально-экономических секторов (в особенности сельского хозяйства и водопользования);
- ряд вариантов по адаптации, включая расходы, выгоды и задачи;
- вопросы развития, устойчивости и справедливости, связанные с воздействием и адаптацией на региональном и глобальном уровнях.

- 3.1 В качестве сценариев выбросов парниковых газов, используемых для расчета прогнозов климата в ТДО, использованы сценарии, содержащиеся в Специальном докладе МГЭИК «Сценарии выбросов» (см. вставку 3-1). Поскольку сценарии СДСВ были разработаны совсем незадолго до подготовки ТДО к печати, включить оценки воздействия, основанные на этих сценариях, не удалось. В этой связи оценки воздействий в ТДО рассчитаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например $2\times\text{CO}_2$), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). Поэтому задача поиска ответа на этот вопрос заключается в апробировании и отображении этих результатов воздействия в сравнении с результатами изменения климата, рассчитанных с использованием сценариев СДСВ. Это предполагает необходимость применения различных вариантов аппроксимации, в связи с чем можно сделать лишь выводы на качественном уровне. Прогнозирование тенденций в области изменчивости климата, экстремальных явлений и внезапных/нелинейных изменений изложено в Вопросе 4.

Вставка 3-1

Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей, обусловленные антропогенной деятельностью, приведут к такому изменению состава атмосферы, которое, как предполагается, должно воздействовать на климат.



РГИ ТДО, главы 3, 4, 5 и 6

Изменение климата обусловлено внутренней изменчивостью климатической системы и действием внешних факторов (как естественных, так и антропогенных). Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей определяются такими движущими факторами, как демографическая структура, социально-экономическое развитие и технический прогресс, и в этой связи характеризуются существенной неопределенностью. Сценарии представляют собой альтернативное отображение вероятных вариантов изменения ситуации в будущем и являются подходящим инструментом анализа возможного воздействия в будущем движущих факторов на последствия выбросов и оценки связанных с этим неопределенностей. Сценарии СДСВ, разработанные в порядке обновления серии сценариев IS92, состоят из шести сценарных групп, основанных на описательных сюжетных линиях, которые построены с учетом широкого спектра этих движущих факторов (см. рисунок 3-1). Они включают четыре комбинации изменения демографической структуры, социально-экономического развития и масштабных технологических изменений (A1B, A2, B1, B2). Две другие сценарные группы A1FI, A1T разработаны для непосредственного анализа альтернативных технологических изменений в области энергетики применительно к сценарию A1B (см. рисунок 3-1а). Итоговые выбросы парниковых газов CO_2 , CH_4 и N_2O , наряду с выбросами SO_2 , которые ведут к образованию сульфат-аэрозолей, показаны на рисунках 3-1б – 3-1е; важное значение имеют также другие газы и твердые частицы. Эти выбросы приводят к изменению концентраций этих газов и аэрозолей в атмосфере. Изменения концентраций, рассчитанные на основе сценариев СДСВ, показаны на рисунках 3-1f – 3-1i. Следует иметь в виду, что в случае газов, которые сохраняются в атмосфере в течение длительного периода, например CO_2 , показанных на графике (f), их атмосферная концентрация реагирует на изменение уровня выбросов относительно слабо (см., например, рисунок 5-3). Что касается быстро распадающихся газов и аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, показанных на графике (i), то их атмосферная концентрация изменяется гораздо быстрее. Воздействие изменений концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере на климатическую систему можно, в общем и целом, сопоставить с использованием концепции радиационного воздействия, которое является своеобразной мерой воздействия, оказываемого тем или иным фактором на изменение баланса поступающей и отходящей энергии в системе “Земля–атмосфера”. Позитивное радиационное воздействие, которое, например, возникает в результате повышения концентрации парниковых газов, приводит, как правило, к повышению температуры поверхности; и напротив, негативное радиационное воздействие, которое может возникнуть в результате увеличения концентраций некоторых видов аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, приводит, как правило, к снижению температуры поверхности. Радиационное воздействие, обусловленное повышением концентраций, отраженных на графиках (f) – (i), показано на графике (j). Следует иметь в виду, что, как и в случае сценариев IS92, все комбинации выбросов парниковых газов и аэрозолей в сценариях СДСВ приводят к повышению радиационного воздействия.

- 3.2 **Согласно прогнозам, полученным на основе всех сценариев выбросов МГЭИК, концентрации диоксида углерода, средняя температура поверхности Земли в глобальном масштабе и уровень моря должны в XXI веке увеличиться.**

- 3.3 **Для всех сценариев выбросов СДСВ атмосферная концентрация CO_2 должна увеличиться.** Для шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ



РГИ ТДО, раздел 3.7.3.3

прогнозируемая концентрация CO_2 – основного парникового газа антропогенного происхождения – в 2100 году составит 540–970 млн. \cdot^{-1} против приблизительно 280 млн. \cdot^{-1} в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368 млн. \cdot^{-1} в 2000 году (см. рисунок 3-1f). В эти прогнозы включены обратная реакция системы “суша-океан” на изменение климата. Различные социально-экономические допущения (демографические, социальные, экономические и технологические) дают различные уровни выбросов парниковых газов и аэрозолей в будущем. Дальнейшие факторы неопределенности, прежде всего касающиеся устойчивости нынешних процессов абсорбции (поглотителей углерода) и масштабов воздействия климата на земную биосферу, обуславливают колебания концентрации в 2100 году в пределах от –10 до +30% по каждому сценарию. В этой связи общие пределы составляют 490–1260 млн. \cdot^{-1} (75–350% по сравнению с концентрацией 1750 года (в доиндустриальную эпоху)).

- 3.4 **Концентрации основных парниковых газов, кроме CO_2 , в 2100 году прогнозируются в широком диапазоне по всем шести иллюстративным сценариям СДСВ.** В большинстве случаев в соответствии с A1B, A1T и B1 прогнозируются минимальные увеличения, а в соответствии с A1F1 и A2 – максимальные (см. рисунки 3-1g и 3-1h).
- 3.5 **Сценарии СДСВ включают возможность либо повышения, либо снижения концентрации аэрозолей антропогенного происхождения в зависимости от масштабов использования используемых видов топлива и программ в области сокращения выбросов загрязняющих веществ.** Как видно из рисунка 3-1i, концентрации сульфат-аэрозолей должны, согласно прогнозам, рассчитанным с применением всех шести иллюстративных сценариев СДСВ, упасть к 2100 году ниже нынешних уровней. Это приведет к некоторому потеплению по сравнению с нашим временем. Кроме того, концентрации аэрозолей естественного происхождения (например морская соль, пыль и выбросы, ведущие к образованию сульфат – и углерод-аэрозолей) должны, по прогнозам, в результате изменения климата повыситься.
- 3.6 **Средняя температура поверхности Земли, по прогнозам, должна увеличиться в период с 1990 по 2100 год на 1,4–5,8°C (см. рисунок 3-1k).** Это приблизительно в 2–10 раз выше средней величины потепления, наблюдавшегося в течение XX века, причем прогнозируемые темпы потепления вполне могут оказаться, если исходить из палеоклиматических данных, самыми высокими, по крайней мере, за последние 10 000 лет (см. рисунок 9-1). В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое увеличение составит 0,4–1,1°C и 0,8–2,6°C соответственно. Эти результаты рассчитаны для всей совокупности, включающей 35 сценариев СДСВ, на основе целого ряда климатических

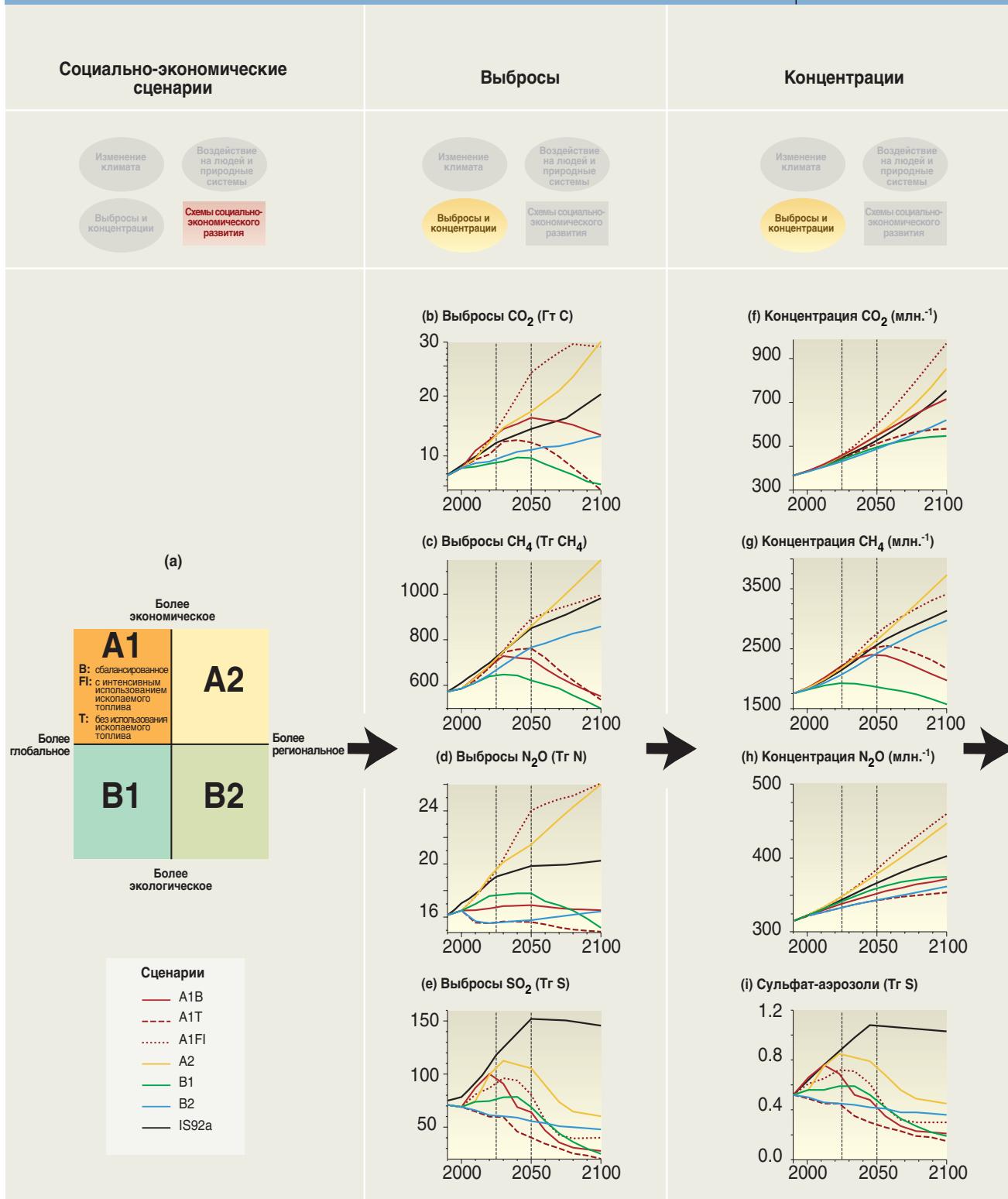
- **Рисунок 3-1. Различные социально-экономические допущения, на которых строятся сценарии СДСВ, обуславливают различные уровни будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей.** Эти выбросы в свою очередь приводят к изменению концентрации этих газов и аэрозолей в атмосфере и, как следствие, к изменению радиационного внешнего воздействия на климатическую систему. Радиационное воздействие, предусмотренное в сценариях СДСВ, обуславливает прогнозируемое повышение температуры и уровня моря, что в свою очередь вызывает соответствующие воздействия. Сценарии СДСВ построены без учета дополнительных инициатив, связанных с изменением климата, и без указания степени вероятности наступления тех или иных событий. Поскольку сценарии СДСВ были получены практически накануне подготовки ТДО, приведенные здесь оценки воздействий разработаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например 2x CO_2), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). В свою очередь воздействие может оказаться на схемах социально-экономического развития в результате, например, принятия мер по адаптации и смягчению последствий. Выделенные элементы в верхней части рисунка иллюстрируют взаимосвязь между различными аспектами и комплексной схемой оценки, используемой для анализа изменения климата (см. рисунок 1-1).

→ РГИ ТДО, раздел 4.4.5 и
РГИ ТДО, вставка 9-1

→ РГИ ТДО, раздел 5.5 и
СДСВ, раздел 3.6.4

→ РГИ ТДО, раздел 9.3.3

→ РГИ ТДО, рисунки 3.12,
4.14, 5.13, 9.13, 9.14 и
11.12, РГИ ТДО, рисунки
19-7, и СДСВ, рисунки
РП-2, РП-5, РП-6, и ТР-10



A1FI, A1T и A1B

Группа сценариев и сюжетных линий развития A1 описывает будущий мир, характеризующийся весьма быстрыми темпами экономического роста, численностью глобального населения, пик которого приходится на середину столетия и которое затем постепенно сокращается, и быстрыми темпами внедрения новых и более эффективных технологий. Основными направлениями являются сглаживание различий между регионами, создание потенциала и активизация культурных и социальных

взаимосвязей, а также существенное сокращение региональных различий в доходе на душу населения. Группа сценариев A1 подразделяется на три подгруппы, которые описывают альтернативные направления технологических изменений в системе энергетики. Эти подгруппы отличаются друг от друга технологической направленностью: интенсивное использование ископаемых видов энергии (A1FI), использование источников энергии, помимо ископаемых видов

топлива (A1T), или сбалансированное использование всех источников (A1B) (где сбалансированность определяется как не слишком интенсивное использование какого-либо одного конкретного источника энергии при условии, что работа по совершенствованию всех технологий энергоснабжения и конечного использования проводится в одинаковой степени).

Внешнее радиационное воздействие

Изменение температуры и уровня моря

Причины для беспокойства

Изменение климата

Выбросы и концентрации

Воздействие на людей и природные системы

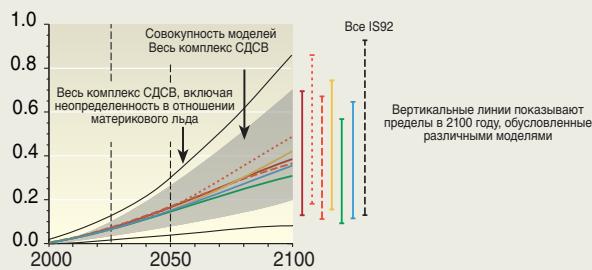
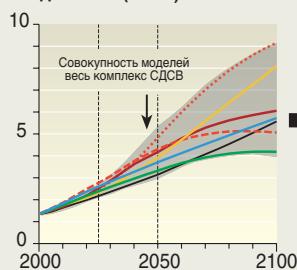
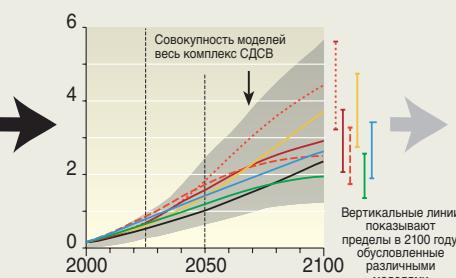
Схемы социально-экономического развития

Изменение климата

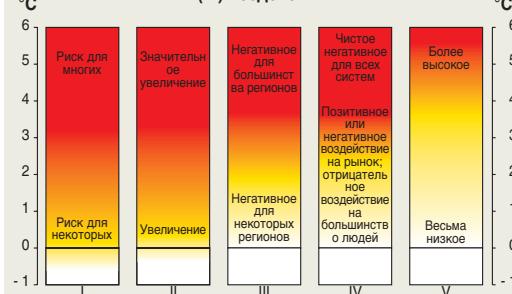
Воздействие на людей и природные системы

Схемы социально-экономического развития

(l) Повышение уровня моря (м)

(j) Радиационное внешнее воздействие (Btm^{-2})(k) Изменение температуры ($^{\circ}\text{C}$)

Причины для беспокойства (m) воздействия



I Риск для уникальных систем и систем, находящихся под угрозой

II Риск в результате экстремальных климатических явлений

III Распределение воздействий

IV Совокупное воздействие

V Риск в результате будущих крупномасштабных нарушений

Сценарии

- A1B
- - - A1T
- ... A1FI
- A2
- B1
- B2
- IS92a

A2

Группа сценариев и сюжетных линий A2 описывает весьма разнообразные условия в мире. Основной момент заключается в опоре на собственные силы и сохранении местной самобытности. Коэффициенты рождаемости по регионам выравниваются очень медленно, что приводит к постоянному росту численности населения. Экономическое развитие ориентировано в первую очередь на уровне регионов, а экономический рост и технический прогресс в расчете на душу населения носит более разобщенный и медленный характер, нежели в случае других сюжетных линий.

B1

Группа сценариев и сюжетных линий B1 описывает условия развития мира с выравниванием характеристик при том же общем количестве населения, что и в случае сюжетной линии A1, пик роста которого приходится на середину столетия с последующим снижением, однако в условиях более быстрого изменения экономических структур в сторону экономики, ориентированной на обслуживание и информационные технологии, а также сокращение материалоемкости и внедрения чистых и ресурсоэффективных технологий. Акцент в этой группе сценариев сделан на глобальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости, включая укрепление справедливости, но без дополнительных инициатив, связанных с изменением климата.

B2

Группа сценариев и сюжетных линий B2 описывает условия развития мира, в котором акцент сделан на локальных решениях проблем экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно растущей численностью общего населения Земли, темпы которого ниже, чем в случае A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрым и более разнообразным техническим прогрессом, чем в случае сюжетных линий B1 и A1. Хотя этот сценарий также ориентирован на защиту окружающей среды и повышение социальной справедливости, он, тем не менее, ограничивается главным образом местным и региональным уровнями.

моделей⁴. По этим прогнозам, повышение температуры будет более существенным по сравнению с прогнозами, содержащимися в ВДО, в соответствии с которыми оно должно составлять, согласно шести сценариям IS92, 1-3,5°C. Более высокие прогнозируемые температуры и более широкий диапазон обусловлены в первую очередь более низкими прогнозируемыми выбросами CO₂ в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92 в силу структурных изменений в системе энергетики и мер по снижению загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях.

- 3.7 **К 2100 году диапазон изменения температуры поверхности, согласно различным климатическим моделям для одного и того же сценария выбросов, сопоставим с диапазоном, рассчитанным на основе различных сценариев выбросов СДСВ для одной климатической модели.** Из рисунка 3-1 видно, что сценарии СДСВ, предусматривающие самые высокие уровни выбросов, предполагают самое большое прогнозируемое повышение температуры. Дополнительные неопределенности порождаются неопределенностями, связанными с радиационным воздействием. Наибольшая неопределенность с точки зрения радиационного воздействия обусловлена сульфат-аэрозолями.
- 3.8 **Глобальный среднегодовой уровень осадков в XXI веке должен, по прогнозам, увеличиться.** Глобальная средняя концентрация водяных паров и уровень испарения также, по прогнозам, должны увеличиться.
- 3.9 **Глобальный средний уровень моря в период с 1990 по 2100 год должен, по прогнозам, повыситься в пределах 0,09-0,88 м, согласно всем сценариям СДСВ (см. рисунок 3-1).** В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое повышение составит 0,03-0,14 м и 0,05-0,32 м соответственно. Это обусловлено в первую очередь тепловым расширением океанов и таянием ледников и ледяных шапок. Диапазон повышения уровня моря, рассчитанный на основе сценариев IS92, который указан в ВДО, составляет 0,13-0,94 метра. Несмотря на более высокое прогнозируемое повышение температуры в этой оценке, прогнозируемое повышение уровня моря несколько меньше, что обусловлено в первую очередь использованием более совершенных моделей, предполагающих менее выраженное влияние на эти явления ледников и ледяных шапок.

- Рисунок 3-2. Среднегодовое изменение температуры (показано с помощью цветового затенения фона) для: (a) сценария A2 СДСВ и (b) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961-1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогона AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного потепления по регионам (т.е. потепление по отношению к среднему глобальному потеплению, рассчитанному для каждой модели) для одних и тех же сценарии. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов потепления: согласованность расчетов потепления, превышающего на 40% глобальный среднегодовой показатель (гораздо выше среднего уровня потепления); согласованность расчетов потепления, превышающего глобальный среднегодовой показатель (выше среднего показателя потепления); согласованность расчетов потепления, меньшего чем глобальный среднегодовой показатель (ниже среднего уровня потепления); или несоответствие расчетов масштаба относительного регионального потепления, рассчитанного с помощью различных моделей (масштабы потепления не соответствуют). Предусмотрена также соответствующая категория согласованности расчетов похолодания (этот категория не проявилась ни в одном из случаев). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей. В моделях использовались следующие диапазоны глобального среднегодового потепления: 1,2-4,5°C для A2 и 0,9-3,4°C для B2, в связи с чем региональное повышение на 40% вписывается в следующие диапазоны потепления: 1,7-6,3°C для A2 и 1,3-4,7°C для B2.

⁴ Основным инструментом прогнозирования будущего изменения климата являются сложные климатические модели, построенные на физических параметрах. Для анализа тенденций с использованием всей совокупности сценариев они дополняются простыми климатическими моделями, откалиброванными таким образом, чтобы получить ту же реакцию в плане повышения температуры и уровня моря, что и в случае сложных климатических моделей. Эти прогнозы рассчитываются с использованием простой климатической модели, в которой чувствительность климата и поглощение тепла океаном откалиброваны по каждой из семи сложных климатических моделей. Чувствительность климата, заложенная в простой модели, варьируется в пределах от 1,7 до 4,2°C, что сопоставимо с общепринятым диапазоном 1,5-4,5°C. В случае расчетов с использованием модели общей циркуляции в системе “атмосфера-оcean” (AOGCM) на конец XXI века (2071–2100 годы) по сравнению с периодом 1961-1990 годов среднее потепление по сценарию СДСВ A2 составляет 3°C с разбросом в диапазоне от 1,3 до 4,5°C, а для сценария СДСВ B2 среднее потепление составляет 2,2°C с разбросом в диапазоне от 0,9 до 3,4°C.

→ РГИ ТДО, раздел 9.3.3

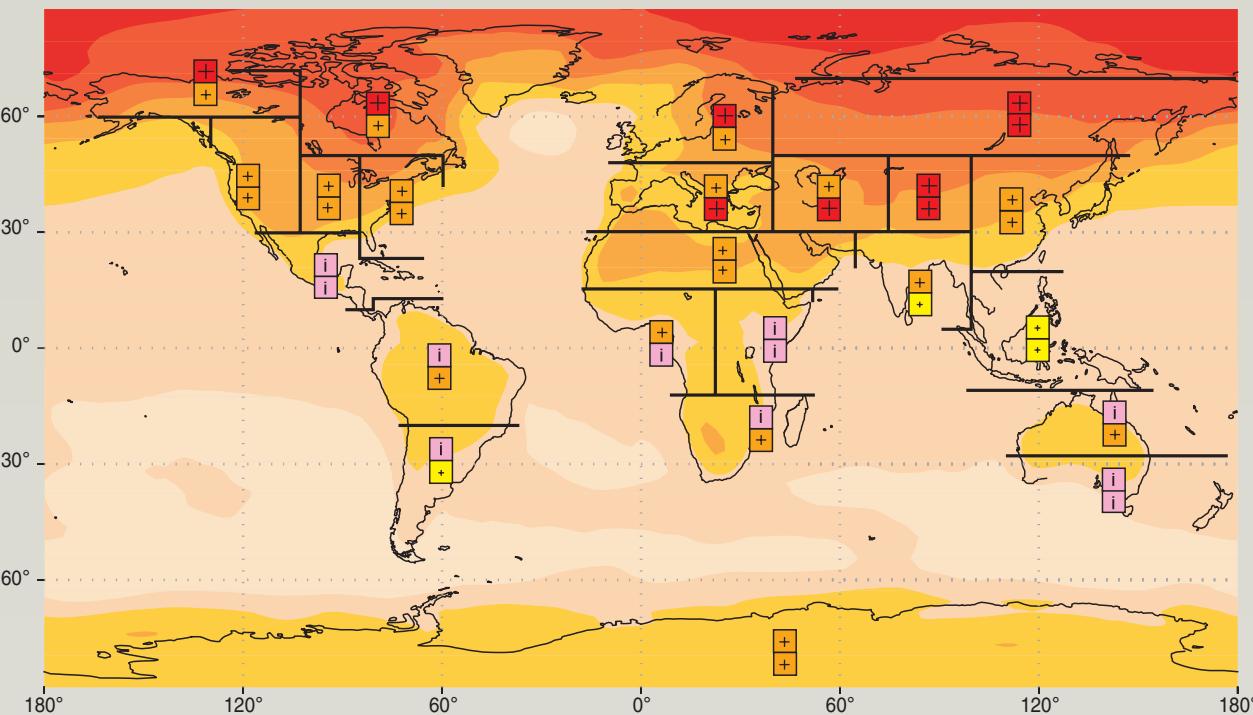
→ РГИ ТДО, раздел 9.3.1

→ РГИ ТДО, раздел 11.5.1

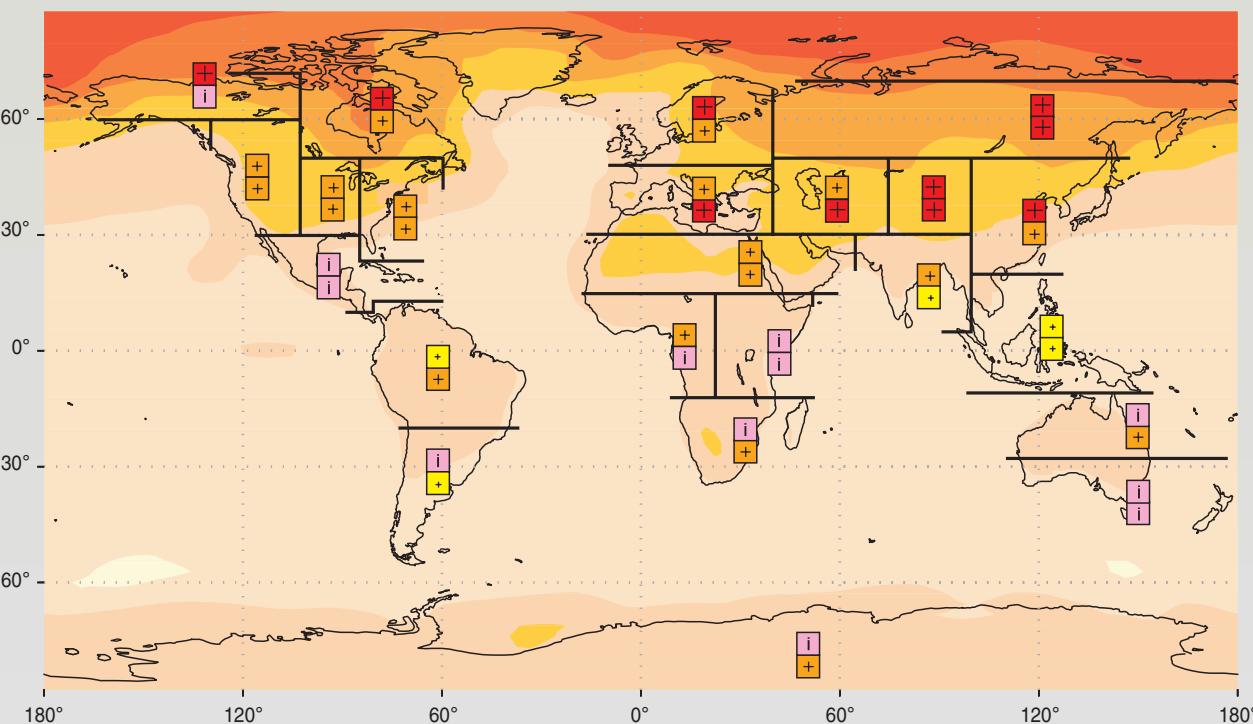
→ РГИ ТДО, рисунки 9.10d и 9.10e, РГИ ТДО, вставка 10.1 (рисунок 1)

Изменение температуры по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



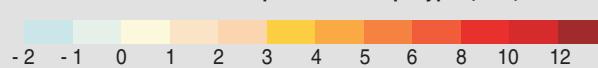
b) Сценарий B2



Изменение температуры по отношению к среднему глобальному показателю, рассчитанному с помощью модели

- + Гораздо выше среднего уровня потепления
- + Выше среднего уровня потепления
- + Ниже среднего уровня потепления
- i Масштабы потепления не соответствуют
- Похолодание

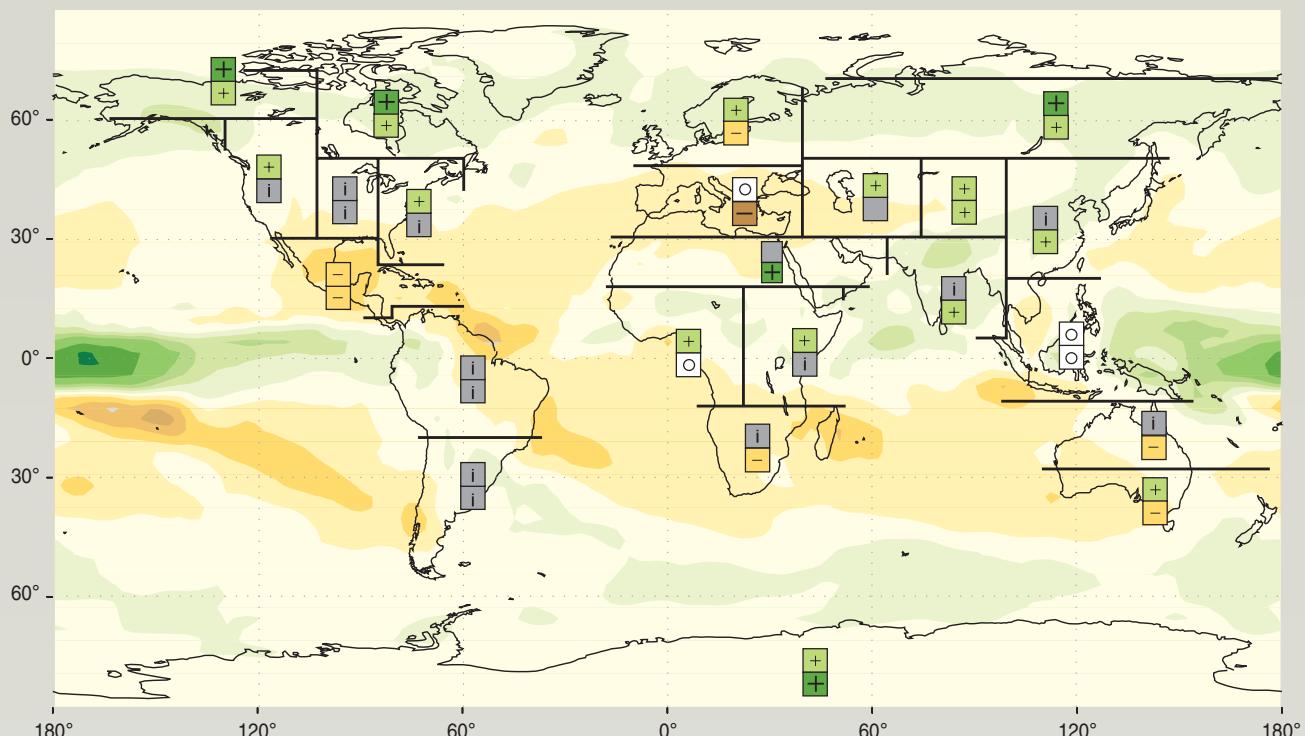
Изменение глобальной средней температуры (в °C)



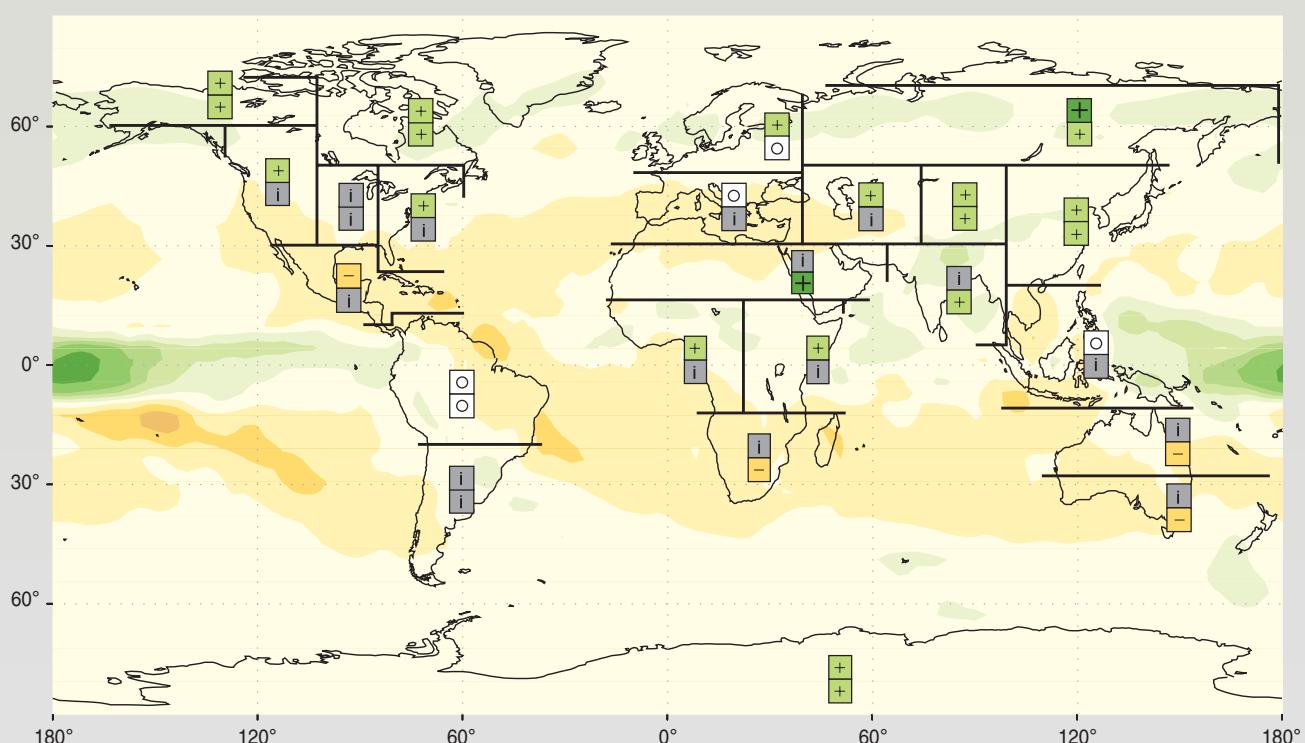
- декабрь-январь-февраль
- июнь-июль-август

Изменение уровня осадков по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



b) Сценарий B2



Изменение уровня осадков

- [Green square with '+'] Значительное повышение
- [Green square with '+'] Небольшое повышение
- [White square with 'o'] Без изменений
- [Yellow square with '-'] Небольшое снижение
- [Brown square with '-'] Значительное снижение
- [Grey square with 'i'] Знак несоответствия

Изменение глобального среднего уровня осадков (мм день^{-1})



[White square with 'i'] декабрь-январь-февраль
[White square with 'i'] июнь-июль-август

3.10 **По прогнозам, изменение климата и уровня моря будет варьироваться, по сравнению с глобальным средним изменением, в существенных пределах в зависимости от региона.**

3.11 **Весьма вероятно, что температура практически всех материковых районов будет повышаться быстрее, нежели в среднем по земному шару, особенно в зимнее время в районах, расположенных в высоких широтах северного полушария.** Наиболее заметным в этом плане будет потепление в северных районах Северной Америки и в северных и центральных районах Азии, которое будет превосходить глобальное среднее потепление, в соответствии с каждой моделью, более чем на 40%. Напротив, в южной и юго-восточной части Азии в летнее время и в южной части Южной Америки в зимнее время оно будет меньшим по сравнению с глобальным средним уровнем (см. рисунок 3-2).

3.12 **В региональном масштабе прогнозируется как увеличение, так и уменьшение уровня осадков, в общем и целом, на 5-20%.** Вполне вероятно, что уровень осадков увеличится в регионах, расположенных в высоких широтах, как в летнее, так и в зимнее время. Увеличение также прогнозируется в средних широтах северного полушария, тропической Африке и Антарктике в зимнее время и в южной и восточной части Азии в летнее время. Что касается Австралии, Центральной Америки и южной части Африки, то, по прогнозам, уровень осадков в зимнее время в виде дождя будет постоянно снижаться. Вполне вероятно, что в большинстве районов, в которых прогнозируется увеличение среднего уровня осадков, будут наблюдаться более широкие годовые колебания в режиме осадков (см. рисунок 3-3).

3.13 **По сравнению с прогнозируемым глобальным средним повышением уровня моря, этот показатель в разных регионах будет варьироваться, согласно прогнозам, в существенных пределах, поскольку уровень моря на береговой линии определяется многими факторами (см. рисунок 3-4).** Доверительный уровень распределения изменений в уровне моря по регионам, рассчитанный с помощью сложных моделей, низок, поскольку результаты, полученные на разных моделях, весьма неоднозначны, хотя практически все модели указывают на то, что повышение уровня океана в районе Арктики будет выше среднего, а в южном полушарии – ниже среднего.

Ледники и ледовые шапки, по прогнозам, будут постоянно отступать в течение всего XXI века. Снежный покров, вечная мерзлота и площадь морских льдов в северном полушарии будут, согласно прогнозам, сокращаться и впредь. Предполагается, что антарктический ледяной покров будет увеличиваться в результате более сильных осадков, в то время как ледяной покров Гренландии будет, скорее всего, уменьшаться в силу того, что темпы увеличения стока будут превышать темпы увеличения осадков. Проблемы, изложенные по поводу стабильности ледникового покрова в Западной Антарктике, рассматриваются в вопросе 4.

← Рисунок 3-3. Среднегодовое изменение режима осадков (показано с помощью цветового затенения фона) для: (а) сценария A2 СДСВ и (б) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961–1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогноза AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного изменения режима осадков по регионам. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов: согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (значительное повышение), согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению в пределах от 5 до 20% (небольшое повышение), согласованность расчетов изменения в пределах от -5 до +5% или согласованность расчетов по отношению к среднему изменению в пределах от -5 до +5% (изменений нет), согласованность расчетов снижения в пределах от 5 до 20% (небольшое снижение), согласованность расчетов снижения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (значительное снижение) или несоответствие расчетов (знак несоответствия). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей.

 РГП ТДО, раздел 10.3.2

 РГП ТДО, раздел 10.3.2

 РГП ТДО, раздел 11.5.2

 РГП ТДО, раздел 11.5.4

 РГП ТДО, вставка 10.2
(рисунок 2)

- 3.15 **Прогнозируемое изменение климата будет оказывать как благотворное, так и отрицательное экологическое и социально-экономическое воздействие, однако чем больше будут изменения и темпы изменения климата, тем сильнее будут проявляться отрицательные последствия.**

- 3.16 **Последствия изменения климата будут проявляться тем сильнее, чем больше будут суммарные выбросы парниковых газов (средний доверительный уровень).**

Изменение климата может иметь как благотворные, так и отрицательные последствия, однако отрицательные последствия будут, согласно прогнозам, превалировать во многих районах мира. Различные последствия изменения климата сопряжены с рисками, которые повышаются с увеличением глобальной средней температуры. Многие из этих рисков сгруппированы по пяти группам причин для беспокойства: опасности, которым подвергаются виды, находящиеся под угрозой исчезновения, и уникальные системы; ущерб, обусловленный экстремальными климатическими явлениями; последствия, которыеказываются наиболее сильно на развивающихся странах и беднейших слоях населения внутри стран; глобальные совокупные воздействия и крупномасштабные явления со значительными последствиями (см. вставку 3-2 и рисунок 3-1). Ниже кратко изложены последствия изменения климата для здоровья людей, экосистем, производства продовольственных товаров, водных ресурсов, небольших островных и низинных прибрежных районов и совокупной рыночной деятельности. Однако следует иметь в виду, что в большинстве из этих исследований будущие изменения частотности или интенсивности экстремальных явлений не учитывались (см. также вопрос 4).

→ РГII ТДО, разделы 1.2, 19.3, 19.5 и 19.8

Причины изменения уровня моря



Рисунок 3-4. В условиях глобальной окружающей среды уровень моря на береговой линии определяется многими факторами, которые действуют в широком диапазоне временных шкал: от нескольких часов (приливы и отливы) до нескольких миллионов лет (изменение бассейна океана в результате тектонических явлений и осаждения). В диапазоне временных шкал от нескольких десятилетий до нескольких столетий некоторые из крупнейших видов воздействия на средний уровень моря связаны с климатом и процессами его изменения.

→ РГI ТДО, вставка ТР-2

Вставка 3-2	Увеличение степени рисков, сопряженных с изменением климата, по мере повышения температуры.
<ul style="list-style-type: none"> Уникальные системы и системы, находящиеся под угрозой. Некоторые изменения, касающиеся видов и систем, уже связываются с наблюдаемыми изменениями климата, причем некоторые весьма уязвимые виды и системы могут пострадать или даже оказаться под угрозой исчезновения в результате очень небольших изменений климата. Большее потепление может привести к увеличению опасности для этих видов и систем и поставить под угрозу дополнительные виды и системы. Экстремальные климатические явления. Увеличение частоты и интенсивности некоторых экстремальных явлений уже наблюдается в течение определенного времени (см. вопрос 2) и может ускориться по мере дальнейшего потепления, что приведет к увеличению опасности для здоровья людей, материальных ценностей, урожая, поголовья скота и экосистем. Эти опасности увеличиваются в тех случаях, когда работы по освоению проводятся в зонах, которые характеризуются динамичным и неустойчивым характером (например в поймах рек и низинных прибрежных районах) (см. также вопрос 4). Неравномерное распределение воздействий. Как правило, развивающиеся страны подвергаются большему риску неблагоприятных воздействий в результате изменения климата, чем развитые страны, причем для некоторых из них потепление меньше чем на несколько ("a few") °C может привести к определенным рыночным выгодам. В случае более сильного потепления в большинстве районов будут проявляться преимущественно негативные последствия изменения климата. Однако развивающиеся страны, в общем и целом, будут и дальше подвергаться более сильному воздействию, нежели развитые страны. В отдельных странах степень уязвимости варьируется, и наиболее бедные слои населения зачастую подвергаются более сильному воздействию, которое может поставить под угрозу их жизнь и средства к существованию. Глобальные совокупные воздействия. В случае повышения температуры на несколько ("a few") °C глобальные совокупные воздействия на рыночный сектор могут носить в одних случаях положительный, в других отрицательный характер, хотя большинство людей может оказаться в более неблагоприятном положении. С увеличением потепления вероятность негативных воздействий на рыночный сектор в глобальном масштабе повышается, причем для большинства людей эти воздействия будут носить преимущественно негативный характер. Крупномасштабные явления со значительными последствиями. Вероятность крупномасштабных явлений со значительными последствиями на уровне столетнего горизонта прогнозирования, таких, как прекращение термохалинной циркуляции или разрушение ледникового покрова западной части Антарктики в случае потепления менее чем на несколько ("a few") °C, весьма низка. Степень риска, который представляет собой произведение вероятностей наступления этих событий и масштаба их последствий, количественно практически не определена. В случае более сильного потепления и с учетом горизонта прогнозирования более чем на сто лет степень вероятности и рисков увеличивается, однако оценить величину этого увеличения на данный момент не представляется возможным. См. также Вопрос 4. 	

- РГII ТДО, разделы 5.2, 5.4 и 19.3
- РГII ТДО, разделы 15.2 и 19.6
- РГII ТДО, раздел 19.4
- РГII ТДО, раздел 19.5
- РГII ТДО, раздел 19.6

Здоровье людей

3.17 **В общем и целом, изменение климата должно привести, по прогнозам, к увеличению опасности для здоровья людей, прежде всего в группах населения с более низким уровнем дохода, преимущественно в тропических/субтропических странах.** Изменение климата может сказаться на здоровье людей самыми различными способами, в том числе непосредственно (например снижение стресса под воздействием холода в странах с умеренным климатом, но увеличение стресса под воздействием жары, гибель людей в результате наводнений и штормов) и опосредованно в результате изменения распространенности переносчиков болезней (например комаров)⁵, патогенных микроорганизмов, являющихся переносчиками болезней посредством воды, а также в результате изменения качества воды, качества воздуха и наличия и качества продовольствия (средний – высокий доверительный уровень). Некоторые последствия могут носить благотворный характер (например снижение стресса под воздействием холода и снижение в некоторых случаях степени распространенности заболеваний), однако в целом эти последствия будут носить, как представляется, преимущественно неблагоприятный характер (см. таблицу 3-1). Фактическое воздействие будет в значительной мере зависеть от местных экологических условий и социально-экономических обстоятельств, причем для каждого прогнозируемого неблагоприятного воздействия на здоровье предусматривается целый комплекс социальных, институциональных, технологических и поведенческих мер по адаптации, которые могут быть приняты в целях ослабления этого воздействия. Меры по адаптации могут, например, включать укрепление инфраструктуры общественного здравоохранения,

- РГII ТДО, разделы 5.3, 9.1, 9.5 и 9.11

⁵ Воздействие изменения климата на эти болезни были смоделированы в восьми исследованиях, в т.ч. в пяти по малярии и трех по тропической лихорадке. В семи из них использовался биологический подход или подход на основе физических процессов, в одном – эмпирический и статистический подход.

Таблица 3-1 Последствия изменения климата для здоровья людей в случае отсутствия программных мер в области климата.

	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн.· ⁻¹	445-640 млн.· ⁻¹	540-970 млн.· ⁻¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для здоровья людей^c			
Тепловой стресс и смертность в зимнее время [РГII ТДО, раздел 9.4]	Увеличение случаев смерти и болезни под воздействием теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Снижение числа случаев смерти в зимнее время в некоторых регионах с умеренным климатом (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Увеличение последствий теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Увеличение последствий теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Инфекционные заболевания и заболевания, переносимые водой [РГII ТДО, раздел 9.7]		Расширение районов потенциальной передачи малярии и денге (<i>средний – высокий доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее расширение районов потенциальной передачи (<i>средний – высокий доверительный уровень^c</i>).
Наводнения и штормы [РГII ТДО, разделы 3.8.5. и 9.5]	Увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций, связанных с экстремальными погодными явлениями (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (<i>средний доверительный уровень^c</i>)
Питание [РГII ТДО, разделы 5.3.6 и 9.9]	Уязвимость беднейших слоев населения к повышенному риску голода, однако уровень научных знаний по этому вопросу весьма низок.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.

^a Указанные диапазоны концентраций CO₂ рассчитаны с помощью моделей быстрого круговорота углерода по шести иллюстративным сценариям СДСВ и соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью модели быстрого круговорота углерода по тридцати пяти прогнозам выбросов парниковых газов СДСВ. См. РГII ТДО, раздел 3.7.3.

^b Указанные диапазоны глобального изменения средней температуры и глобального повышения среднего уровня моря соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью простой климатической модели по 35 прогнозам выбросов парниковых газов и SO₂, содержащимся в СДСВ. См. РГII ТДО, разделы 9.3.3 и 11.5.1.

^c Краткое изложение последствий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах сделаны на основе оценки исследований Рабочей группы II, в которых анализируются воздействия в случае реализации иных сценариев, помимо прогнозов СДСВ, поскольку исследования, в которых используются прогнозы СДСВ, еще не опубликованы. Оценки воздействия изменения климата варьируются по регионам и в значительной мере зависят от оценок региональной и сезонной закономерности изменений температуры и режима осадков, изменений частоты или интенсивности экстремальных климатических явлений и темпов этих изменений. Оценки воздействий также в значительной мере зависят от допущений в части характеристик будущих обществ и степени эффективности будущих мер по адаптации к изменению климата. В этой связи краткое изложение воздействий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах носит неизбежно общий и качественный характер. Изложение последствий в этой таблице, как считается, справедливо для широкого спектра сценариев. Однако следует иметь в виду, что последствия изменения климата, которые будут сопровождаться глобальным повышением температуры вблизи верхнего предела диапазона, указанного на 2100 год, были проанализированы в небольшом числе исследований.

^c Определение доверительного уровня производится по следующей шкале: *весьма высокий* (95%), *высокий* (67-95%), *средний* (33-67%), *низкий* (5-33%) и *весьма низкий* (5% и менее). См. РГII ТДО, вставка I-1.

рациональное природопользование, ориентированное на укрепление здоровья (включая качество воздуха и воды, продовольственную безопасность, планирование городов и проектирование жилья, а также рациональное использование поверхностных вод) и обеспечение соответствующей медицинской помощи.

Биоразнообразие и продуктивность экологических систем

3.18 **По прогнозам, изменение климата и повышение уровня моря скажется на разнообразии экологических систем с сопутствующим увеличением опасности**

→ РГII ТДО, разделы 5.2.3, 5.4.1, 16.2, 17.2 и 19.3.2-3

исчезновения некоторых уязвимых видов (высокий доверительный уровень). Как ожидается, произойдет существенное нарастание случаев нарушений функционирования экосистем в результате таких негативных явлений, как пожары, засухи, нашествие вредителей, инвазия чужеродных видов, штормы и обесцвечивание кораллов (см. таблицу 3-2). Эти стрессы, вызванные изменением климата, когда они действуют одновременно с другими стрессами на экологические системы (например использование земли в других целях, деградация земельных ресурсов, отлов и загрязнение) создают угрозу нанесения значительного ущерба или полного разрушения некоторых уникальных экосистем и вымирания некоторых видов, находящихся под серьезной угрозой исчезновения или исчезающих видов. В качестве примера систем находящихся под угрозой изменения климата, можно привести коралловые рифы и атоллы, мангровые заросли, boreальные и тропические леса, полярные и горные экосистемы, водно-болотистые угодья в степных районах и оставшиеся естественные пастбищные угодья. В некоторых случаях в число находящихся под угрозой экосистем входят те системы, которые могут способствовать ослаблению некоторых воздействий, обусловленных изменением климата (например прибрежные системы, которые ослабляют воздействие штормов). Возможные методы адаптации по снижению вероятности уменьшения биоразнообразия включают создание заповедников, парков и заказников с оборудованием коридоров для миграции видов и использование методов размножения в неволе и переселения видов.

- 3.19 **Продуктивность экологических систем в значительной мере зависит от изменения климата, в связи с чем прогнозируемое изменение продуктивности варьируется в диапазоне от ее повышения до снижения (средний доверительный уровень).** Повышение концентраций CO₂ приведет к повышению чистой первичной продуктивности (CO₂ в качестве удобрения) и чистой продуктивности экосистем в большинстве систем растительности и, как следствие, к накоплению с течением времени углерода в растительности и почвах. Изменение климата может привести либо к усилению непосредственного воздействия CO₂ на продуктивность, либо к его ослаблению в зависимости от типа растительности, региона и сценария изменения климата.



РГ I ТДО, раздел 3.7 и
РГ II ТДО, разделы 5.2.2
и 5.6.3

- 3.20 **В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода, которая может ослабиться с повышением температуры к концу XXI века (см. таблицу 3-2) (средний доверительный уровень).** В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода. Это отчасти обусловлено сдвигом во времени между усиленным ростом растений и их гибелью и разложением. Нынешний усиленный рост растений частично обусловлен последствиями повышения концентрации CO₂, действующего в качестве удобрения, для фотосинтеза растений (либо непосредственно путем повышения усвоения углерода, либо косвенно, путем повышения эффективности использования воды), отложения азота (особенно в северном полушарии), а также последствиями изменения климата и практики землепользования в течение нескольких прошедших десятилетий. Степень поглощения будет снижаться по мере достижения лесами зрелости, достижения максимального уровня эффекта удобрения и уравнивания темпов разложения с темпами роста, а также, возможно, в результате изменений в режиме нарушений (например пожары и нашествие насекомых) вследствие изменения климата. Некоторые глобальные модели позволяют предположить, что чистая абсорбция углерода земными экосистемами в первой половине XXI столетия будет повышаться, однако впоследствии может снизиться и даже стать к концу XXI века источником дальнейшего потепления.



РГ I ТДО, раздел 3.2.2,
РГ II ТДО, разделы 5.2,
5.5-6 и 5.9 и СДЗИЗЛХ,
раздел 1.4

- 3.21 **Модели производства зерновых культур показывают, что в некоторых районах с умеренным климатом потенциальный сбор урожая увеличится в случае небольшого увеличения температуры, но снизится в случае значительных температурных изменений (средний – низкий доверительный уровень).** В большинстве тропических и субтропических регионов потенциальный сбор



РГ II ТДО, разделы 5.3.4-6
и 9.9

Таблица 3-2 Последствия изменения климата для экосистем в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн.· ¹	445-640 млн.· ¹	540-970 млн.· ¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для экосистем^c			
Кораллы [РГП ТДО, раздел 6.4.5, 12.4.7 и 17.2.4]	Увеличение частоты обесцвечивания и гибели кораллов (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (<i>высокий доверительный уровень^d</i>). Снижение биоразнообразия видов и отлова рыбы в районах рифов (<i>средний доверительный уровень^d</i>).
Прибрежные приливно-отливные зоны и береговые линии [РГП ТДО, разделы 6.4.2 и 6.4.4]	Исчезновение некоторых прибрежных приливно-отливных зон с повышением уровня моря (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Увеличение эрозии береговых линий (<i>средний доверительный уровень^d</i>).	Более обширное исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Дальнейшая эрозия береговых линий (<i>средний доверительный уровень^d</i>).	Дальнейшее исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Дальнейшая эрозия береговых линий (<i>средний доверительный уровень^d</i>).
Земные экосистемы [РГП ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.1, 5.4.3, 5.6.2, 16.1.3 и 19.2]	Увеличение вегетационного периода в средних и высоких широтах; сдвиги границ произрастания отдельных видов растений или обитания животных (<i>высокий доверительный уровень^{d,e}</i>). Повышение чистой первичной продуктивности многих лесов, расположенных в средних и высоких широтах (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Исчезновение некоторых видов, находящихся под угрозой; многие другие виды все больше и больше подталкиваются к вымиранию (<i>высокий доверительный уровень^d</i>). Возможность дальнейшего повышения в отдельных случаях чистой первичной продуктивности. Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Исчезновение уникальных сред обитания и населяющих их эндемических видов (например, растительность в Капском районе Южной Африки и некоторые дождевые леса) (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).
Ледовая обстановка [РГП ТДО, разделы 2.2.5 и 11.5; РГП ТДО, разделы 4.3.11, 11.2.1, 16.1.3, 16.2.1, 16.2.4 и 16.2.7]	Отступление ледников, сокращение площади морских льдов, подтаивание вечной мерзлоты в некоторых районах, более продолжительные периоды отсутствия льда на реках и озерах (<i>высокий доверительный уровень^d</i>). ^e	Существенное сокращение площади арктических морских льдов, что приводит к облегчению судоходства, но наносит ущерб диким животным (например котикам, белым медведям, моржам) (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Просадка грунта, которая приводит к нарушению инфраструктуры (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Существенное уменьшение объема льда в ледниках, особенно в тропических районах (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).

^{*} См. сноски а-г в таблице 3-1.

^a Совокупные рыночные последствия представляют собой чистые последствия прогнозируемых экономических выгод и убытков, суммированных по всем рыночным секторам, таким, как сельское хозяйство, коммерческое лесное хозяйство, энергетика, водные ресурсы и строительство. Эти оценки, как правило, исключают последствия изменения степени изменчивости климата и экстремальных климатических явлений, не включают последствия различных темпов изменений и только частично учитывают воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли. Эти недочеты могут привести к занижению оценки экономических убытков и завышению оценки экономических выгод. Оценки суммарных воздействий носят противоречивый характер, поскольку в них выгоды в одних случаях компенсируют убытки в других, и поскольку весовые коэффициенты, используемые для агрегирования показателей по индивидам, в общем и целом, субъективны.

^b Эти последствия уже наблюдаются и, как ожидается, будут иметь место и впредь. [РГП ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.3, 16.1.3 и 19.2]

урожая должен, по прогнозам, снизиться в случае всех прогнозируемых вариантов повышения температуры (средний доверительный уровень) (см. таблицу 3-3). В средних широтах модели производства зерновых культур указывают на то, что потепление менее чем на несколько (“a few”) °C и связанное с этим повышение концентраций CO₂ будет вызывать, как правило, положительную реакцию, а в случае большего потепления, как правило, – отрицательную реакцию. Аналогичные оценки указывают, что в тропических сельскохозяйственных районах урожайность некоторых зерновых культур снизится даже в случае минимального повышения температуры, поскольку их стойкость к повышению температуры практически достигла предела. В тех случаях, когда в субтропических и тропических системах неорошающего земледелия также прогнозируется существенное снижение уровня осадков в виде дождей, урожай зерновых снизится в еще большей степени. Оценки, которые разработаны с учетом автономной агрономической адаптации (например изменение времени сева и разновидностей культур), как правило, указывают на то, что в этом случае урожай будет в меньшей степени подвергаться отрицательному воздействию изменения климата, чем в случае отсутствия адаптации. Эти оценки включают эффект действия CO₂ в

Таблица 3-3 Последствия изменения климата для сельского хозяйства в случае отсутствия программных мер в области климата.*			
	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн. ⁻¹	445-640 млн. ⁻¹	540-970 млн. ⁻¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для сельского хозяйства*			
Средняя урожайность зерновых культур* [РГП ТДО, разделы 5.3.6, 10.2.2, 11.2.2, 12.5, 13.2.3, 14.2.2 и 15.2.3]	Повышение урожайности зерновых культур во многих районах в средних и высоких широтах (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c). Снижение урожайности зерновых культур в большинстве тропических и субтропических регионов (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).	Различное воздействие на урожайность зерновых в районах средних широт. Более заметное снижение урожайности зерновых в тропических и субтропических регионах (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).	Общее снижение урожайности зерновых в большинстве регионов средних широт в случае потепления более чем на несколько (“a few”) °C (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).
Крайне низкие и высокие температуры [РГП ТДО, раздел 5.3.3]	Снижение степени повреждения некоторых культур в результате заморозков (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c). Повышение степени повреждения некоторых культур в результате теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c). Увеличение воздействия теплового стресса на поголовье скота (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c).
Доходы и цены [РГП ТДО, разделы 5.3.5-6]		Снижение доходов беднейших фермеров в развивающихся странах (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).	Повышение цен на продовольствие по сравнению с прогнозами, в которых не учитывается изменение климата (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).

* См. сноски а-г к таблице 3-1.

* Эти оценки основаны на чувствительности нынешних видов сельскохозяйственной практики к изменению климата и допускают (в большинстве случаев) меры адаптации на основе перехода только на существующие технологии.

качестве удобрения, но не учитывают технологические новшества или изменения, связанные с воздействием вредителей и болезней, деградацию почвы и водных ресурсов или экстремальные климатические явления. Способность животноводов адаптировать поголовье скота к физиологическим стрессам, обусловленным изменением климата, изучена плохо. По прогнозам, потепление на несколько (“a few”) °С приведет к повышению цен на продовольствие в мировом масштабе и может создать опасность голода среди уязвимых групп населения (*низкий доверительный уровень*).

Водные ресурсы

- 3.22 **Прогнозируемое изменение климата приведет к обострению проблемы нехватки и качества воды во многих районах мира со скучными водными ресурсами, а в ряде других районов – к ее ослаблению.** Спрос на воду обычно увеличивается в силу увеличения численности населения и экономического развития, однако в некоторых странах снижается в связи с повышением эффективности использования. По прогнозам, изменение климата приведет к ослаблению расхода водотоков и снижению степени подпитки подземных вод во многих частях мира, но в то же время к ее увеличению в ряде других районов (*средний доверительный уровень*). Степень изменений варьируется в зависимости от сценариев, что отчасти обусловлено различиями в прогнозируемом выпадении дождей (в особенности их интенсивности) и отчасти различиями в прогнозируемом режиме испарения. Прогнозируемые изменения гидрологического режима водных потоков в соответствии с двумя сценариями изменения климата показаны на рисунке 3-5. По оценкам, рассчитанным на основе прогнозов изменения климата, предусматривающих увеличение выбросов CO₂ на 1 % в год, снижение наличия воды на 10 % или более к 2050 году отрицательно скажется на многих сотнях миллионов, а то и нескольких миллиардах человек (см. таблицу 3-4). Качество пресной воды, в общем и целом, будет снижаться в результате повышения температуры воды (*высокий доверительный уровень*). Однако в некоторых районах это явление может быть компенсировано за счет увеличения водности потоков. Воздействие, обусловленное изменением климата, на наличие и качество воды и частоту и интенсивность наводнений и засух приведет к обострению проблем в области водопользования и смягчения последствий наводнений. Неуправляемые или плохо управляемые системы водных ресурсов наиболее уязвимы к неблагоприятным последствиям изменения климата.

→ РГ I ТДО, раздел 9.3.6 и
РГ II ТДО, разделы 4.3-4,
4.5.2 и 4.6

Малые островные и низинные прибрежные районы

- 3.23 **Население, проживающее на небольших островах и/или в низинных прибрежных районах, подвержено особой опасности проявления отрицательных социально-экономических воздействий в результате повышения уровня моря и штормовых приливов.** Многие населенные пункты будут подвержены повышенной опасности затопления и эрозии прибрежных зон, и десятки миллионов людей, проживающих в дельтах, низинных прибрежных районах и на небольших островах, столкнутся с угрозой выселения и разрушения инфраструктуры и/или необходимости выполнения существенной работы и больших затрат по охране уязвимых прибрежных районов. Ресурсы, которые имеют жизненно важное значение для населения, проживающего на островах и в прибрежных районах, такие, как пляжи, пресноводные источники, рыболовные промыслы, коралловые рифы и атоллы, а также места обитания диких животных и произрастания диких растений также могут оказаться под угрозой.

→ РГ II ТДО, разделы 7.2.2,
17.2 и 19.3.4

- 3.24 **Прогнозируемое повышение уровня моря приведет к увеличению среднегодового числа людей, которые будут подвергаться угрозе наводнения в результате штормовых приливов в прибрежных районах (высокий доверительный уровень).** К числу районов, для которых характерно наибольшее абсолютное увеличение численности населения, подверженного угрозе наводнения, относятся Южная Азия и Юго-Восточная Азия, а также Восточная Африка, Западная

→ РГ II ТДО, разделы 6.5.1,
7.2.2 и 17.2.2

Африка и район Средиземноморья от Турции до Алжира, для которых характерны меньшие, но в любом случае значительные показатели увеличения. Большие районы многих густонаселенных прибрежных городов также уязвимы к постоянным затоплениям суши и прежде всего к более частым прибрежным наводнениям, которые будут налагаться на волновые приливы в связи с повышением уровня моря. Эти оценки не предполагают каких-либо изменений частоты или интенсивности штормов, что могло бы усугубить последствия повышения уровня моря в плане увеличения опасности наводнения в некоторых районах.

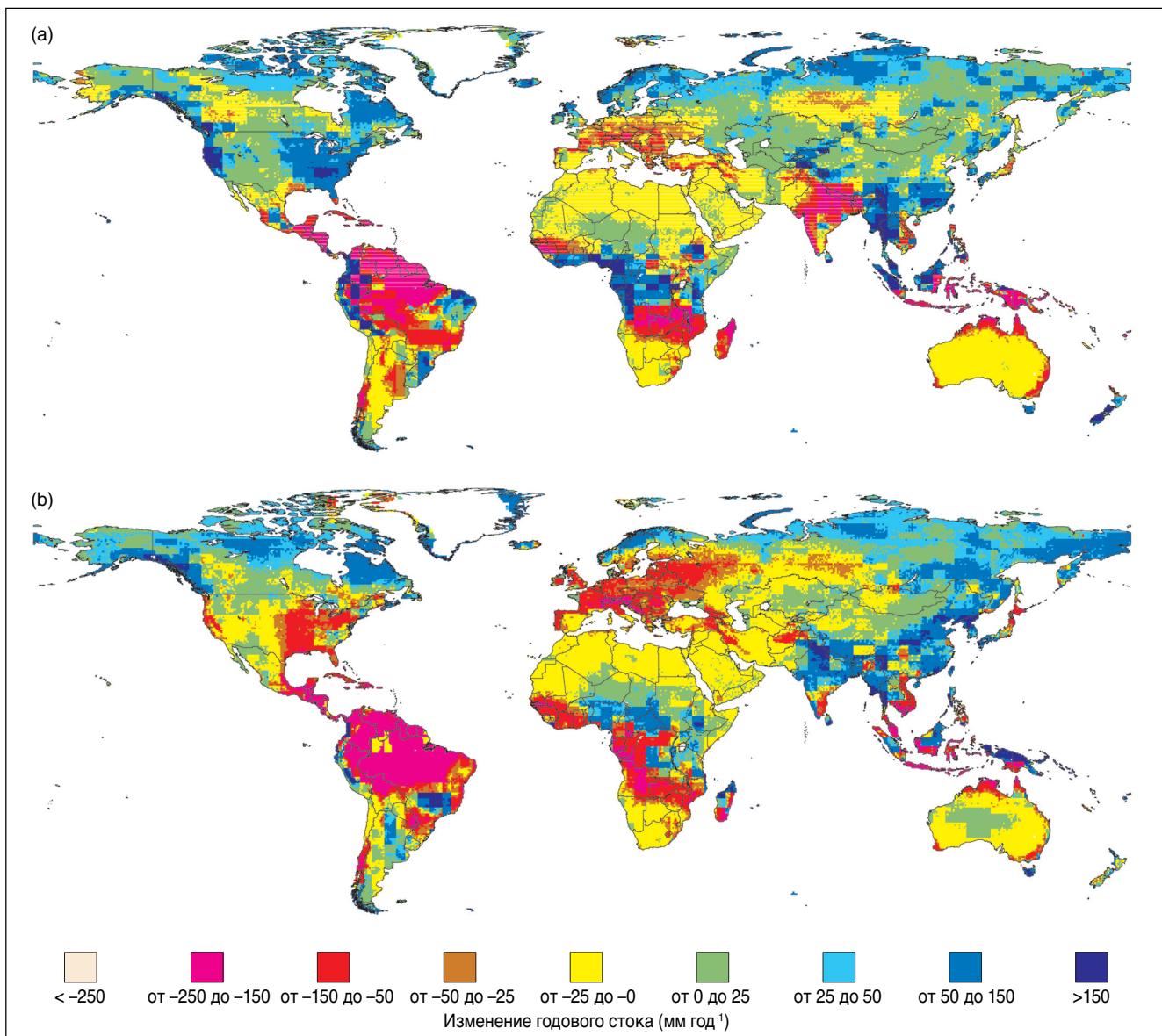


Рисунок 3-5. Прогнозируемые изменения среднего годового стока к 2050 году по сравнению со средним стоком за период с 1961 по 1990 год практически полностью совпадают с прогнозируемыми изменениями в режиме осадков. Изменения стока рассчитаны на основе гидрологической модели с использованием входных данных климатических прогнозов, полученных с помощью двух вариантов общей модели AOGCM, разработанных Центром Хэдли для сценария, предусматривающего увеличение фактической концентрации CO_2 в атмосфере на 1% в год: а) усредненный вариант HADCM2 и б) HADCM3. Прогнозируемое увеличение стока в высоких широтах и юго-восточной части Азии и снижение в центральной части Азии, в районе Средиземноморья, южной части Африки и Австралии в общем и целом соответствует экспериментам, проведенным Центром Хэдли, и прогнозам в области осадков, рассчитанным на основе других экспериментов AOGCM. В случае других районов мира изменения режима осадков и стока зависят от сценария используемой модели.



РГII ТДО, раздел 4.3.6

Таблица 3-4 Последствия изменения климата для водных ресурсов в случае отсутствия программных мер в области климата.*			
	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн.· ¹	445-640 млн.· ¹	540-970 млн.· ¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для водных ресурсов^b			
Водоснабжение [РГII ТДО, разделы 4.3.6 и 4.5.2]	Смещение пикового значения гидрологического режима рек с весны на зиму в тех бассейнах, где важным источником воды является выпадение снега (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Сокращение водных ресурсов во многих странах, страдающих дефицитом воды, и их увеличение в ряде других стран, страдающих дефицитом воды (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий для водных ресурсов (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Качество воды [РГII ТДО, раздел 4.3.10]	Снижение качества воды в результате повышения температуры. Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков. Увеличение масштабов интрузии соленой воды в прибрежные водоносные слои в результате повышения уровня моря (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Снижение качества воды в результате повышения температуры (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий для качества водных ресурсов (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Спрос на водные ресурсы [РГII ТДО, раздел 4.4.3]	Изменение спроса на воду в целях орошения в связи с изменением климата; повышение температуры будет, как правило, приводить к повышению спроса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий спроса на воду (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий спроса на воду (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Экстремальные явления [РГI ТДО РП; РГII ТДО РП]	Увеличение ущерба от наводнений в результате более интенсивного режима осадков (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Увеличение частоты засух (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее увеличение ущерба от наводнений (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Дальнейшее увеличение интенсивности засух и их воздействия.	Многократное увеличение ущерба от наводнений по сравнению со “сценариями, не предполагающими изменение климата”.

* См. сноски а-г в таблице 3-1.

Рыночные последствия

- 3.25 **Совокупное воздействие на рыночный сектор, измеренное в виде изменения валового внутреннего продукта (ВВП), будет, по оценкам, негативным для многих развивающихся стран в случае всех проанализированных масштабов повышения средней глобальной температуры (*низкий доверительный уровень*) и как негативным, так и позитивным для развитых стран в случае потепления на несколько (“a few”) °C (*низкий доверительный уровень*) и негативным в случае потепления на больше чем несколько (“a few”) градусов (*средний – низкий доверительный уровень*). Последствия изменения климата скажутся на рыночном секторе, что выразится в изменении объемов, качества и цен на продовольствие, волокнистые материалы, воду и другие товары и услуги (см. таблицу 3-5). Кроме того, изменение климата окажет определенное воздействие на рынок, которое выразится в изменении спроса на энергоносители, в нарушении снабжения гидроэлектроэнергией, в изменениях в транспорте, туризме и строительстве,**

→ РГII ТДО, разделы 6.5, 7.2-3, 8.3, 18.3.4, 18.4.3, 19.4.1-3 и 19.5

в увеличении материального ущерба и страховых убытков в результате экстремальных климатических явлений, в исчезновении прибрежной суши в результате повышения уровня моря, в необходимости принятия решений по размещению и перемещению объектов развития и населения, в изменении потребностей в ресурсах и в повышении стоимости мер по адаптации к изменению климата. Оценки чистого рыночного воздействия, сделанные на основании небольшого числа опубликованных исследований, суммированные по секторам и в национальном или региональном масштабе, свидетельствуют о том, что большинство подвергнутых анализу развивающихся стран и регионов будут терпеть убытки. Что касается развитых стран и регионов, то в случае повышения глобальной средней температуры на несколько ("a few") °C они будут в одних случаях получать выгоды, а в других – терпеть убытки. По оценкам, в случае большего повышения температуры развитые страны будут терпеть экономические убытки. В случае суммирования в глобальном масштабе мировой ВВП изменится на несколько процентов в ту или иную сторону при глобальном повышении средней температуры на несколько ("a few") °C, а в случае более сильного повышения температуры произойдет увеличение чистых убытков. Эти оценки разработаны, как правило, без учета воздействия изменений в системе изменчивости климата и экстремальных явлений, без учета воздействия различных темпов изменения климата, с учетом отчасти воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли, и на основе допущения, в соответствии с которым выгоды для одних компенсируются убытками для других. Поэтому доверительный уровень оценок рыночного воздействия для отдельных стран в целом *низок*, а различные неучтенные факторы могут привести к занижению экономических убытков и завышению экономических выгод.

Таблица 3-5 Последствия изменения климата для других рыночных секторов в случае отсутствия программных мер в области климата.*			
	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн. ⁻¹	445-640 млн. ⁻¹	540-970 млн. ⁻¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Прочие последствия для рыночного сектора^c			
Энергетика [РГП ТДО, раздел 7.3]	Снижение спроса на энергию для отопления зданий (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Повышение спроса на энергию для охлаждения зданий (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Финансовый сектор [РГП ТДО, раздел 8.3]		Повышение стоимости страхования и сокращение масштабов страхования (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Повышение степени воздействия на финансовый сектор.
Суммарные рыночные последствия ^d [РГП ТДО разделы, 19.4-5]	Чистые убытки рыночного сектора во многих развивающихся странах (<i>низкий доверительный уровень^c</i>). Рыночные выгоды в одних случаях и убытки в других случаях в развитых странах (<i>низкий доверительный уровень^c</i>).	Увеличение убытков в развивающихся странах (<i>средний доверительный уровень^c</i>). Сокращение масштабов выгод и увеличение масштабов убытков в развитых странах (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Увеличение убытков в развивающихся странах (<i>средний доверительный уровень^c</i>). Чистые потери рыночного сектора в развитых странах в результате потепления более чем на несколько ("a few") °C (<i>средний доверительный уровень^c</i>).

* См. сноски а-г к таблице 3-1 и сноска д к таблице 3-2.

3.26 **Адаптация может привести к ослаблению отрицательных последствий изменения климата и зачастую может обеспечить вспомогательные выгоды, однако весь ущерб предотвратить не сможет.**

3.27 **В целях реагирования на изменение климата были определены многочисленные возможные варианты адаптации, которые могут привести к ослаблению отрицательных и усилению положительных последствий изменения климата, но которые связаны с расходами.** Качественная оценка выгод и расходов и их изменение по регионам и субъектам деятельности не завершена. Адаптация к изменению климата может производиться в самых различных формах, в том числе в форме мер, принимаемых людьми в целях ослабления воздействий или использования новых возможностей и структурных и функциональных изменений в природных системах, произведенных в порядке ответа на изменение воздействий. В настоящем докладе основное внимание уделяется мерам по адаптации, которые принимаются людьми. Различные варианты таких мер включают ответную адаптацию (меры, принимаемые в процессе изменения условий и без предварительной подготовки) и планируемую адаптацию (меры, принимаемые либо в процессе изменения условий, либо в порядке их предвосхищения, но с предварительной подготовкой). Меры по адаптации могут приниматься как частными субъектами деятельности (например отдельными лицами, домашними хозяйствами или коммерческими фирмами), так и государственными учреждениями (например ведомствами, действующими на местном уровне, на уровне штатов или на уровне национального правительства). Примеры предварительно определенных вариантов перечислены в таблице 3-6. Выгоды и расходы, связанные с вариантами адаптации, анализ которых не претендует на полноту, будут также варьироваться в зависимости от регионов и субъектов деятельности. Несмотря на неполноту знаний в области адаптации и с учетом их постоянного накопления, авторам настоящего доклада все же удалось разработать и кратко изложить целый ряд устойчивых выводов.



РГII ТДО, разделы 18.2.3 и 18.3.5

3.28 **Более существенное и более быстрое изменение климата может создать более значительные проблемы в плане адаптации и большую опасность ущерба, чем это может иметь место в случае менее значительного и более замедленного процесса изменения.** Основные особенности процесса изменения климата, подлежащего адаптации, включают масштабы и темпы изменений режима климатических экстремальных явлений, изменчивость и средние условия. Природные и антропогенные системы выработали соответствующий потенциал, позволяющий им противостоять изменчивости климата в определенном диапазоне, в пределах которого риск ущерба относительно невелик, а способность к восстановлению высока. Однако изменения в климатической системе, которые приводят к увеличению частотности явлений, не вписывающиеся в исторический диапазон, в пределах которого системы могли противостоять изменениям, увеличивают опасность нанесения серьезного ущерба и неполного восстановления или разрушения системы. Изменение средних условий (например повышение средней температуры), даже при отсутствии колебаний, может привести к увеличению частоты некоторых явлений (например более частые приливы жары), которое превышает адаптационную способность данной системы и приводит к снижению частоты других явлений (например менее частые периоды холода) (см. вопрос 4 и рисунок 4-1).



РГII ТДО, разделы 18.2.2, 18.3.3 и 18.3.5

3.29 **Укрепление способности к адаптации может привести к расширению или сдвигу диапазона приспособляемости к изменчивости климата и экстремальным явлениям и создать определенные выгоды на сегодняшний день и на будущее.** Многие из перечисленных в таблице 3-6 вариантов адаптации используются в настоящее время для решения проблем, возникающих в связи с нынешней изменчивостью климата и экстремальными климатическими явлениями, а их более широкое применение позволит повысить способность к адаптации как на нынешнем этапе, так и впоследствии. Однако такая работа может оказаться в



РГII ТДО, разделы 18.2.2 и 18.3.5

Таблица 3-6 Примеры вариантов адаптации для отдельных секторов	
<i>Сектор/Система</i>	<i>Варианты адаптации</i>
Водные ресурсы [РГП ТДО, разделы 4.6 и 7.5.4; РГП ВДО, разделы 10.6.4 и 14.4]	<p>Повышение эффективности водопользования на основе управления с ориентацией на спрос (например ценовые стимулы, правила, технические стандарты). Расширение системы водоснабжения или повышение надежности водоснабжения на основе управления, ориентированного на «предложение» (например строительство новых водоемов и инфраструктуры для отвода воды). Изменение институциональной и правовой базы в целях облегчения передачи водных ресурсов между пользователями (например создание рынков водных ресурсов). Сокращение сброса в реки питательных веществ и защита/расширение растительного покрова вдоль потоков в целях нейтрализации эффекта эвтрофикации в результате повышения температуры воды. Пересмотр планов борьбы с паводками в целях снижения пиковых расходов потоков вниз по течению; сокращение площади поверхности с твердым покрытием и использование растительности для снижения ливневого стока и повышения инфильтрации воды. Переоценка конструктивных параметров дамб, набережных и других объектов инфраструктуры, используемых для защиты от паводков.</p>
Продовольственные товары и волокнистые материалы [РГП ТДО разделы 5.3.4-5; РГП ВДО разделы 2.9, 4.4.4, 13.9 и 15.6; СДПТ, раздел 11.2.1]	<p>Изменение сроков посадки, сбора урожая и других организационных мер. Рыхление почвы на минимальную глубину и использование других видов практики в целях более эффективного задержания питательных веществ и влаги в почвах и предотвращения эрозии почвы. Изменение показателей выпаса скота на пастбищных угодьях. Переход на возделывание культур, которые являются менее водолюбивыми и более устойчивыми к жаре, засухе и вредителям. Проведение исследований в целях выведения новых культур. Содействие развитию агролесного хозяйства в засушливых районах, включая создание лесных посадок при сельских поселениях и использование кустарников и деревьев в качестве фуражи. Посадка различных видов деревьев в целях увеличения разнообразия и обеспечения большей гибкости. Поддержка инициатив по восстановлению растительного покрова и лесов. Содействие естественному распространению различных видов деревьев с созданием соединительных охраняемых районов и пересадкой деревьев. Повышение уровня подготовки и образования сельскохозяйственных рабочих. Разработка или расширение программ обеспечения надежных продовольственных поставок в качестве своего рода гарантов в случае перебоев с продовольствием на местах. Пересмотр политики, благоприятствующей неэффективным, неустойчивым или связанным с риском видам земледелия, выпаса скота или лесоустройства (например, субсидирование отдельных культур, страхование культур, водоснабжение).</p>
Прибрежные районы и морские рыбные промыслы [РГП ТДО, разделы 6.6 и 7.5.4; РГП ВДО, раздел 16.3; СДПТ, раздел 15.4]	<p>Предотвращение или сворачивание работ по освоению прибрежных районов, уязвимых к эрозии, затоплению и воздействию штормовых приливов. Использование «жестких» (насыпи, набережные, дамбы) или «мягких» (укрепление пляжей, восстановление дон и приливно-отливных зон, облесение) структур в целях защиты побережья. Реализация системы оповещения о штормах и планов эвакуации. Защита и восстановление приливно-отливных зон, эстuariev и пойм в целях сохранения необходимых мест обитания для рыбного промысла. Модификация и укрепление учреждений и программных мер по организации рыбных промыслов в целях содействия их сохранению. Проведение исследований и мониторинга в целях более эффективной поддержки комплексной системы управления рыбными промыслами.</p>
Здоровье людей [РГП ТДО, разделы 7.5.4 и 9.11; РГП ВДО, раздел 12.5; СДПТ, раздел 14.4]	<p>Реконструкция и модернизация инфраструктуры общественного здравоохранения. Улучшение системы готовности к эпидемиям и укрепление потенциала по прогнозированию и раннему оповещению в случае эпидемий. Мониторинг состояния окружающей среды, биологических условий и здоровья. Улучшение жилищных условий, санитарного состояния и качества воды. Использование комплексной системы градостроительства в целях снижения эффекта «тепловых островков» (например использование растительности и поверхностей, окрашенных в светлые тона). Проведение массово-просветительских компаний в целях стимулирования такого поведения, которое способствовало бы снижению рисков для здоровья.</p>
Финансовые услуги [РГП ТДО, раздел 8.3.4]	<p>Распределение рисков с помощью системы частного и государственного страхования и перестрахования. Снижение риска путем разработки кодексов и других стандартов по линии или при содействии финансового сектора в качестве обязательного условия страхования или предоставления кредитов.</p>

будущем не такой эффективной, поскольку масштабы и темпы изменения климата все время увеличиваются.

- 3.30 **Потенциальные прямые выгоды адаптации весьма существенны и выражаются в снижении неблагоприятных и укреплении благоприятных последствий изменения климата.** Результаты исследования будущих воздействий, обусловленных



РГП ТДО, разделы 5.3.4, 6.5.1 и 18.3.2

изменением климата, свидетельствуют о том, что потенциал в области адаптации позволяет существенно ослабить многие неблагоприятные последствия и укрепить благоприятные. Например, анализ вероятности затопления прибрежных районов в результате штормовых приливов дает основание предположить, что повышение уровня моря в результате изменения климата приведет к увеличению среднегодовой численности населения, которое будет подвержено многократному риску наводнений, если защита прибрежных районов от наводнений останется такой же, как и в настоящее время. Однако, если система защиты прибрежных районов от наводнений будет укрепляться пропорционально будущему росту ВВП, то прогнозируемое повышение этого риска будет снижено практически на две трети (см. рисунок 3-6). Вместе с тем такие оценки указывают лишь на потенциальные выгоды от адаптации, а не на вероятные выгоды, поскольку в анализах, как правило, используются произвольные допущения относительно вариантов адаптации и препятствий на пути их реализации, зачастую не учитываются изменения в режиме экстремальных климатических явлений и изменчивости и не вносятся поправки на неточность прогнозов.

- 3.31 **В настоящее время есть мало оценок расходов, связанных с адаптацией; имеющиеся оценки указывают на то, что расходы в значительной мере зависят от критерии отбора и времени реализации конкретных мер по адаптации, на основе которых принимаются соответствующие решения.** Расходы, связанные с мерами по защите прибрежных районов от повышения уровня моря, на сегодняшний день, судя по всему, изучены лучше всего. Меры, подвергнутые анализу, включают строительство “жестких структур”, таких, как насыпи, набережные и дамбы, а также использование “мягких структур”, таких, как укрепление пляжей с помощью песка и восстановление дюн. Оценки расходов, связанных с защитой побережья, варьируются в зависимости от допущений относительно того, какие будут приняты решения по масштабам защиты береговой линии, вида используемых структур, времени их реализации (с учетом воздействия степени повышения уровня моря) и коэффициентов дисконтирования. Различные допущения по поводу этих факторов позволяют сделать вывод о том, что расходы по защите побережья США от повышения уровня моря на 0,5 м к 2100 году составят 20-150 млрд. долл. США в нынешних ценах.

→ РГII ТДО, разделы 6.5.2 и 18.4.3

Адаптация и среднегодовая численность населения, которое подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов, прогноз на 2080-е годы



→ РГII ТДО, раздел 6.5.1

Рисунок 3-6. Адаптация и среднегодовая численность населения, которое подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов, прогноз на 2080-е годы. Два левых столбика показывают среднегодовую численность населения, которое, по прогнозам, подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов в 2080 году в случае сохранения нынешнего уровня моря и в случае повышения уровня моря приблизительно на 40 см при предположении, что система защиты побережья остается такой же, как и в настоящее время, и что численность населения увеличивается умеренными темпами. Правые два столбика показывают то же самое, но при предположении, что защита побережья укреплена пропорционально росту ВВП.

3.32 **Изменение климата, как ожидается, окажет негативное воздействие на развитие, устойчивость и справедливость.**

3.33 **Воздействия, обусловленные изменением климата, лягут непропорционально тяжелым бременем на развивающиеся страны и неимущие группы населения во всех странах и, тем самым, приведут к усилению неравенства с точки зрения охраны здоровья и доступа к адекватным продуктам питания, чистой воде и другим ресурсам.** Как уже говорилось, население развивающихся стран, как правило, подвержено относительно высокой опасности воздействий, обусловленных изменением климата, на здоровье людей, водоснабжение, производительность сельского хозяйства, материальные ценности и другие ресурсы. Нищета, отсутствие подготовки и образования, отсутствие инфраструктуры, отсутствие доступа к технологиям, отсутствие разнообразных возможностей получения дохода, деградация базы природных ресурсов, неправильная система стимулов, неадекватная правовая база и конкурентная борьба между государственными и частными учреждениями, создают в большинстве развивающихся стран условия слабой способности к адаптации. Подверженность воздействиям и низкая способность к адаптации приводят к тому, что население развивающихся стран, как правило, более уязвимо, нежели население развитых стран.

→ РГII ТДО, разделы
18.5.1-3

3.34 **Неустойчивое использование ресурсов усугубляет уязвимость к изменению климата.** Превращение природной среды обитания в объект удовлетворения человеческих потребностей, высокий уровень эксплуатации ресурсов окружающей среды, практика земледелия и выпаса скота, которые отнюдь не способствуют защите земельных угодий от деградации, и загрязнение воздуха и воды могут снизить способность систем адаптироваться к колебаниям или изменению климата и их стойкость к восстановлению после ослабления своих функций. Такие воздействия приводят к тому, что системы и население, которые получает за счет их товары, услуги и средства к существованию, становятся весьма уязвимыми к изменению климата. Такие воздействия обнаруживаются как в развитых, так и в развивающихся странах, но достижение целей развития такими способами, которые не оказывали бы неустойчивого воздействия на эти системы, ставит перед развивающимися странами особую дилемму.

→ РГII ТДО, разделы 1.2.2,
4.7.5.1, 6.3.4 и 6.4.4

3.35 **Опасности, связанные с изменением климата, могут затормозить прогресс на пути к устойчивому развитию.** Более частые и более интенсивные засухи могут ускорить деградацию земельных ресурсов. Увеличение частоты и интенсивности выпадения сильных осадков может привести к расширению масштабов наводнений, оползней и селевых потоков, а вызванные ими нарушения могут в некоторых случаях свести на нет многолетние усилия в области развития. Воздействие, обусловленное изменением климата, на здоровье людей и сельское хозяйство, может привести к регрессу в области здравоохранения и питания. Такие опасности могут еще больше увеличиться в результате дальнейшего освоения районов, для которых характерно динамичное и неустойчивое состояние (например поймы рек, огорожденные пляжи, низинные побережья и крутые склоны с вырубленным лесом).

→ РГII ТДО, раздел 18.6.1

3.36 **Изменение климата, если оно не будет приниматься во внимание, может привести к снижению эффективности проектов в области развития.** Проекты в области развития зачастую предполагают осуществление инвестиций в инфраструктуру, учреждения и человеческий капитал в целях рационального использования таких чувствительных к климату ресурсов, как вода, гидроэнергетика, сельскохозяйственные земли и леса. Реализация этих проектов может быть поставлена под угрозу в результате изменения климата и увеличения его изменчивости, и тем не менее этим факторам уделяется мало внимания при разработке проектов. Анализы показывают, что компонент гибкости, который допускал бы возможность эффективной работы в более разнообразных климатических условиях, может быть в некоторых случаях включен в проекты за счет небольших дополнительных затрат и что большая

→ РГII ТДО, раздел 18.6.1

гибкость обеспечивает незамедлительный эффект в силу рисков, сопряженных с нынешней изменчивостью климата.

- 3.37 **Многие из условий, необходимых для укрепления способности адаптироваться к изменению климата, аналогичны условиям, которые необходимы для содействия устойчивому развитию.** Примеры общих условий, необходимых для укрепления способности к адаптации и устойчивого развития, включают более широкий доступ к ресурсам и сглаживание неравенства в таком доступе, сокращение масштабов нищеты, улучшение системы образования и подготовки, вложение средств в инфраструктуру, привлечение соответствующих сторон к организации рационального использования местных ресурсов и повышение институционального потенциала и эффективности. Кроме того, снизить степень уязвимости к изменению климата в процессе перехода на более устойчивые формы использования ресурсов могут помочь меры, направленные на замедление процесса конверсии мест обитания, организацию рациональной практики эксплуатации ресурсов для их более эффективной защиты, применение методов культивации и выпаса скота в целях защиты земельных угодий и на более эффективное регулирование выброса загрязняющих веществ.



РГII ТДО, раздел 18.6.1

B4

Вопрос 4

Что известно о воздействии повышенных атмосферных концентраций парниковых газов и аэрозолей и прогнозируемого изменения климата под воздействием антропогенной деятельности на региональном и глобальном уровне на:

- а) частоту и амплитуду колебаний климата, включая его суточную, сезонную, межгодовую и десятилетнюю изменчивость, таких, как циклы южных колебаний типа Эль-Ниньо и другие явления;
- б) продолжительность, локализацию, частотность и интенсивность экстремальных явлений, таких, как волны тепла, засухи, наводнения, ливневые дожди, лавины, штормы, смерчи и тропические циклоны;
- в) опасность резких/нелинейных изменений, в частности в источниках и поглотителях парниковых газов, циркуляции вод океана и площади полярного льда и вечной мерзлоты; можно ли определить эту опасность количественно;
- г) опасность резких или нелинейных изменений в экологических системах?

- 4.1 В ответе на этот вопрос внимание сосредоточено на прогнозируемых изменениях в частоте и величине колебаний климата в результате повышения концентраций парниковых газов и аэрозолей. Особый упор делается на изменения в частоте, величине и продолжительности климатических экстремальных явлений, которые представляют значительные риски, связанные с изменением климата, для экологических систем и социально-экономических секторов. В рамках данного вопроса рассматриваются резкие или иные нелинейные изменения в биофизической системе; постепенные изменения в физических, биологических и социальных системах рассматриваются в вопросе 3.

- 4.2 **Согласно прогнозам, рассчитанным на основе моделей, повышение атмосферных концентраций парниковых газов приведет к изменениям в суточной, сезонной, межгодовой и десятилетней изменчивости.** Прогнозируется снижение среднесуточной температуры во многих районах, при этом минимальные величины в ночное время возрастут в большей степени по сравнению с максимальными значениями дневной температуры. Результаты, полученные на основе ряда моделей, свидетельствуют об общем уменьшении суточной изменчивости приземной температуры воздуха в зимний период и увеличении суточной изменчивости в летний период на материковых районах северного полушария. Текущие перспективные оценки показывают незначительные изменения или некоторое увеличение масштабов явлений Эль-Ниньо в последующие 100 лет. Многие модели показывают, что реакция, подобная явлению Эль-Ниньо со средними параметрами, будет в большей мере проявляться в тропической части Тихого океана, при этом прогнозируется большее повышение температуры поверхности моря в центральной и восточной частях экваториальной зоны Тихого океана по сравнению с его западной частью и соответствующее среднее перемещение осадков в восточном направлении. Даже при незначительном изменении силы явления Эль-Ниньо или его полном отсутствии, глобальное потепление приведет, вероятно, к повышению экстремальных величин обезвоживания и ливневых осадков, а также повышению степени риска засух и наводнений, которые будут сопровождать явление Эль-Ниньо во многих различных регионах. Сколько-либо четкой согласованности между данными моделей, прогнозирующих изменения в частоте или структуре других естественно возникающих явлений циркуляции системы “атмосфера-оcean”, таких, как Североатлантическое колебание (САК), получить не удалось.

→ РГИТДО, разделы 9.3.5-6
и РГИТДО раздел 14.1.3

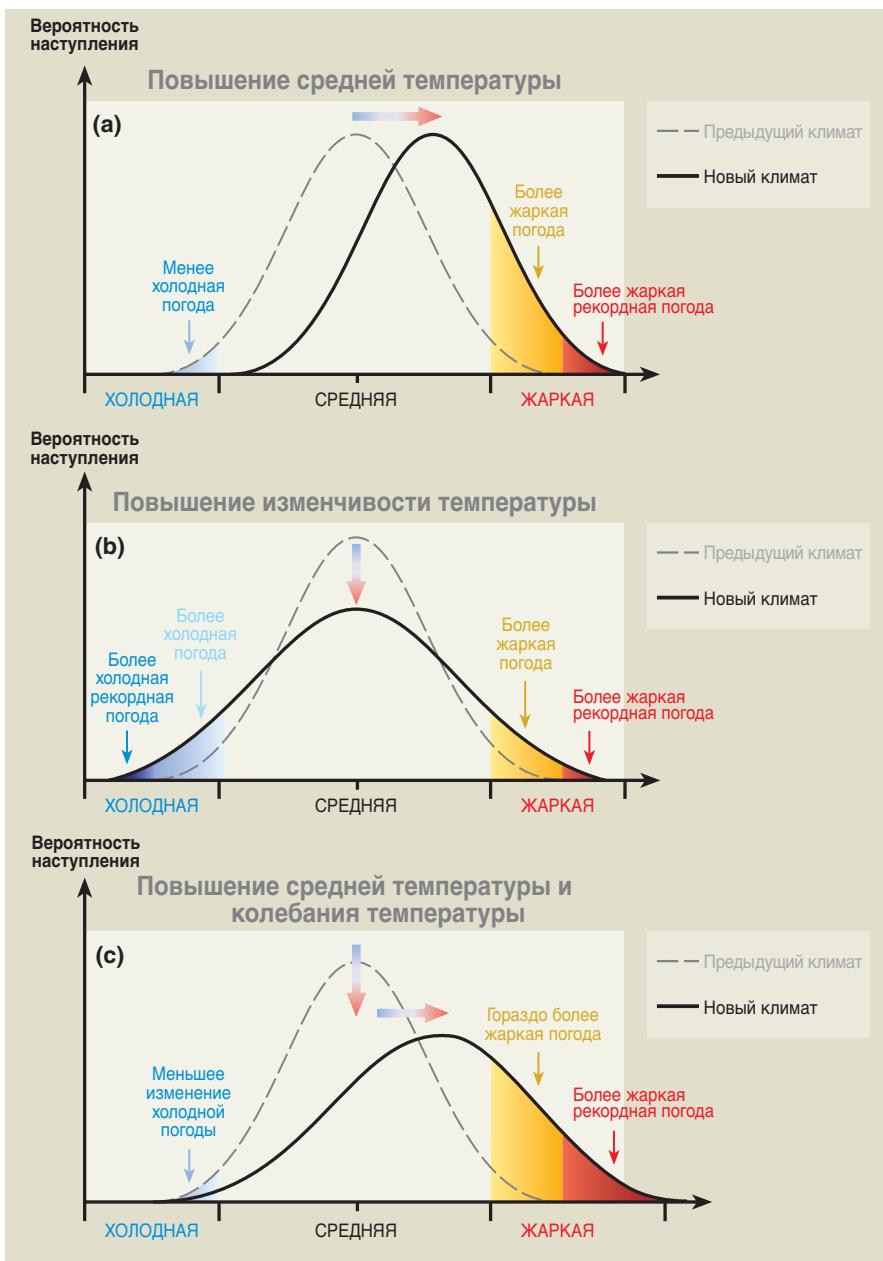
- 4.3 **Продолжительность, местонахождение, частота и интенсивность экстремальных метеорологических и климатических явлений претерпят, вероятно, а то и весьма вероятно, определенные изменения, которые приведут к отрицательным последствиям для биологических систем.**

- 4.4 Режимы естественной циркуляции, такие, как ЕНСО и САК, имеют исключительно важное значение для глобального климата и его краткосрочной (суточной, внутригодовой и межгодовой) и долгосрочной (десятилетней-многодесятилетней) изменчивости. Изменение климата может проявить себя как в сдвиге средних значений, так и в изменении преимущественного времени наступления конкретных климатических явлений циркуляции, что может привести к изменениям диапазона и частоты возникновения экстремальных значений климатических переменных (см. рисунок 4-1).

→ РГИТДО, разделы 1.2 и 2.7

- 4.5 **Весьма вероятно большее количество жарких дней и волн тепла и меньшее количество холодных и морозных дней почти над всеми районами суши.** Более высокие значения средней температуры приведут к более высоким показателям жаркой погоды и рекордной жаркой погоды, сопровождаемым уменьшением количества морозных дней и волн холода (см. рисунок 4-1 а, б). Результаты, полученные на основе ряда моделей, свидетельствуют об общем уменьшении суточной изменчивости приземной температуры воздуха в зимний период и увеличении суточной изменчивости в летний период над материковыми районами северного полушария. Изменения

→ РГИТДО, разделы 9.3.6 и 10.3.2 и РГИТДО, разделы 5.3, 9.4.2 и 19.5



→ РГИТДО, рисунок 2.32

Рисунок 4-1. Схематические диаграммы, показывающие влияние экстремальных температур в случаях, когда: а) повышение средней температуры ведет к более рекордным значениям жаркой погоды; б) происходит увеличение изменчивости температуры, и в) когда как увеличение средней температуры, так и ее колебаний ведет к гораздо более рекордным значениям жаркой погоды.

экстремальных значений температуры приведут, вероятно, к повышенным потерям крупного рогатого скота и урожаев сельскохозяйственных культур, увеличению потребления энергии для охлаждения и уменьшению ее потребления для обогрева, а также росту заболеваемости людей и связанной с тепловым стрессом смертности (см. таблицу 4-1). Уменьшение количества морозных дней приведет к снижению заболеваемости и смертности людей от холода, а также к снижению вероятности нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур, хотя вероятность нанесения ущерба другим культурам может повыситься. Результатом положительного воздействия на сельское хозяйство в результате незначительного повышения температуры может явиться небольшое повышение объема ВВП в странах умеренной зоны.

- 4.6 **Амплитуда и частота экстремальных явлений выпадения осадков, по всей вероятности, возрастут во многих районах**, при этом прогнозируется уменьшение промежутков времени между повторными экстремальными явлениями выпадения осадков. Это приведет, вероятно, к более частым наводнениям и оползням, сопровождающимся, в частности, гибелью людей, последствиями для здоровья (например

→ РГИТДО, раздел 9.3.6, и РГИТДО, разделы 4.3.8, 9.5.3, 9.7.10 и 9.8

эпидемии, инфекционные болезни, порча продовольствия), нанесением ущерба имуществу, разрушением инфраструктуры и поселений, эрозией почвы, нагрузками в результате загрязнения, необходимостью выплат страховых сумм и потерями сельскохозяйственной продукции. Общее обезвоживание территорий внутри континентов в летний период вызовет, вероятно, увеличение количества летних засух и может повысить степень риска стихийных пожаров. Это общее обезвоживание происходит в результате сочетания факторов повышения температуры и потенциального испарения, которые не компенсируются увеличением объема осадков. Существует вероятность того, что глобальное потепление приведет к усилению изменчивости атмосферных осадков во время азиатских муссонов в летний период.

Таблица 4-1 Примеры изменчивости климата и экстремальных климатических явлений и примеры их воздействий (РГII ТДО, таблица РП-1).	
<i>Прогнозируемые изменения экстремальных климатических явлений и вероятности их возникновения в XXI веке</i>	<i>Типичные примеры прогнозируемых воздействий^a (высокий доверительный уровень возникновения всех явлений в некоторых районах)</i>
Повышение максимальных температур, увеличение числа жарких дней и приливов жары ^b в пределах практически всех материковых участков (<i>весьма вероятно</i>)	Увеличение распространенности летальных исходов и серьезных заболеваний в группах населения старшего возраста и среди неимущих слоев городского населения. Увеличение теплового стресса у домашнего скота и диких животных и растений. Изменение туристических направлений. Повышение опасности нанесения ущерба ряду сельскохозяйственных культур. Повышение спроса на холодильное электрооборудование и снижение надежности энергоснабжения.
Повышение минимальных температур, снижение числа холодных дней, морозных дней и приливов холода ^b в пределах практически всех материковых районов (<i>весьма вероятно</i>)	Снижение заболеваемости и смертности людей в связи с холодом. Снижение опасности нанесения ущерба одним сельскохозяйственным культурам и повышение опасности нанесения ущерба другим культурам. Расширение распространенности и усиление активности некоторых вредителей и переносчиков болезней. Снижение спроса на энергию для отопления.
Более интенсивные явления осадков (<i>весьма вероятно</i> , во многих районах)	Увеличение ущерба, связанного с наводнениями, оползнями, лавинами и селевыми потоками. Усиление эрозии почвы. Усиление стока паводковой воды может привести к подпитке грунтовых вод в поймах некоторых рек. Увеличение числа страховых требований к государственным и частным системам страхования ущерба от наводнений и спроса на помощь в чрезвычайных обстоятельствах.
Повышение степени летнего обезвоживания в пределах большинства средних широт внутри континентов и связанной с этим опасности засухи (<i>вероятно</i>)	Снижение урожая сельскохозяйственных культур. Увеличение ущерба фундаментам зданий в результате усадки грунта. Снижение количества и качества водных ресурсов. Увеличение опасности лесных пожаров.
Увеличение пиковых значений силы ветра, средних и пиковых значений осадков в районе тропических циклонов (<i>вероятно</i> , в некоторых районах) ^b	Увеличение опасности для жизни людей, опасности эпидемий инфекционных заболеваний и многих других опасностей. Усиление эрозии прибрежных зон и ущерба сооружениям и инфраструктуре в прибрежных районах. Увеличение ущерба прибрежным экосистемам, таким, как коралловые рифы и мангровые леса.
Усиление засухи и наводнений, связанных с явлениями типа Эль-Ниньо, во многих различных районах (<i>вероятно</i>) (см. также позицию, касающуюся засух и сильных осадков)	Снижение продуктивности сельскохозяйственных и пастбищных угодий в регионах, подверженных засухе и наводнениям. Снижение гидроэлектрического потенциала в регионах, подверженных засухе.
Увеличение изменчивости режима осадков во время летних муссонов в Азии (<i>вероятно</i>)	Увеличение масштабов наводнений и засух и опасности ущерба в районах Азии с умеренным и тропическим климатом.
Увеличение силы штормов в средних широтах (нынешние модели не очень согласуются между собой) ^b	Увеличение опасности для жизни и здоровья людей. Увеличение числа случаев разрушения имущества и инфраструктуры. Увеличение ущерба прибрежным экосистемам.

^a Эти воздействия можно ослабить путем принятия соответствующих мер реагирования.

^b Данные взяты из технического резюме РГII ТДО (раздел F.5).

^b Изменения в региональном распределении тропических циклонов возможны, однако не доказаны.

- 4.7 **Данные исследований, проведенных на основе моделей с высокой разрешающей способностью, свидетельствуют о том, что над некоторыми районами максимальная интенсивность ветра при тропических циклонах возрастет, вероятно, на 5-10%, а показатели осадков могут увеличиться на 20-30%, однако ни одно из этих исследований не указывает на то, что произойдет изменение мест проявления тропических циклонов. Согласно данным, полученным на основе моделей, вероятность изменений частоты тропических циклонов мала.**
- РГ I ТДО, вставка 10.2
- 4.8 **Данных о том, каким образом могут изменяться мелкомасштабные явления, недостаточно. Явления очень мелкого масштаба, такие, как грозы, торнадо, град и молнии при работе с глобальными моделями климата не имитируются.**
- РГ I ТДО, раздел 9.3.6
- 4.9 **Под воздействием парниковых газов в XXI веке в течение ближайших десятилетий-тысячелетий могут начаться изменения в физических и биологических системах, характеризуемые крупными масштабами, высокой степенью воздействия, нелинейностью и потенциальной быстротечностью, и сопровождаемые целым рядом связанных с ними явлений.**
- РГ I ТДО, разделы 7.3, 9.3.4 и 11.5.4; РГ II ТДО, разделы 5.2 и 5.8; и СДЗИЗЛХ, главы 3 и 4
- 4.10 В климатической системе происходят многочисленные процессы, которые характеризуются сложным нелинейным взаимодействием, в результате чего в ней могут возникнуть пороговые значения (соответственно потенциально резкие изменения), которые могут быть превышены, если в этой системе произойдут достаточно сильные нарушения. Эти резкие и прочие нелинейные нарушения включают значительное увеличение вызванных климатом выбросов парниковых газов из земных экосистем, нарушение термохалинной циркуляции (ТХЦ, см. рисунок 4-2) и разрушение ледниковых щитов Гренландии и Антарктики. Некоторые из этих изменений характеризуются низкой вероятностью их наступления в XXI веке; в то же время воздействие парниковых газов в XXI веке может вызвать изменения, которые могут привести в свою очередь к подобным переходным этапам в последующие столетия (см. вопрос 5). Некоторые из таких изменений (например ТХЦ) могут носить необратимый характер в течение столетий, а то и тысячелетий. Существует высокая степень неопределенности в отношении механизмов таких изменений, их вероятности или временных масштабов; тем не менее керны полярного льда свидетельствуют о том, что режимы атмосферы менялись в течение нескольких лет, а крупные изменения в масштабах полушария происходили быстрыми темпами в течение нескольких десятилетий и имели значительные последствия для биофизических систем.
- РГ II ТДО, разделы 5.2, 5.8 и 5.9; и СДЗИЗЛХ, главы 3 и 4
- 4.11 **В XXI веке возможно значительное увеличение вызванных климатом выбросов парниковых газов из-за крупномасштабных изменений почвы и растительности.** Сочетание глобального потепления с другими экологическими стрессами и деятельностью человека может привести к быстрой гибели существующих экосистем. В качестве примеров можно привести обезвоживание тундры, полярных и тропических лесов и связанных с ними торфяников, в результате чего они становятся уязвимыми для пожаров. Подобная гибель экосистем может вызвать дальнейшее изменение климата в результате повышения выделения CO_2 и других парниковых газов растениями и почвой, а также изменениями характеристик поверхности Земли и альбедо.
- РГ II ТДО, разделы 5.2, 5.8 и 5.9; и СДЗИЗЛХ, главы 3 и 4
- 4.12 **Значительное и быстрое повышение содержания CH_4 в атмосфере в результате либо снижения ее потенциала химического поглощения, либо высвобождения залежей CH_4 представляется исключительно маловероятным.** Быстрое увеличение продолжительности жизни CH_4 , которое возможно при значительных выбросах загрязняющих веществ в тропосферу, в рамках сценариев СДСВ не прогнозируется. Залежи CH_4 , захороненные в твердых гидратных отложениях под вечной мерзлотой и под отложениями в океанах, огромны и в настоящее время
- РГ I ТДО, раздел 4.2.1.1

более чем в 1 000 раз превосходят содержание метана в атмосфере. Предполагаемое обратное воздействие климата может произойти только в том случае, если произойдет разложение гидратов в результате потепления и выброса огромных объемов CH_4 ; в то же время большая часть CH_4 , которая высвободится из твердых пород, будет разлагаться бактериями в отложениях и водяном столбе, в результате чего количество газа, выброшенного в атмосферу, за исключением случаев взрывоподобных выбросов, будет ограниченным. Характер обратной связи не получил количественного определения, однако никаких данных наблюдений, которые подтверждают бы вероятность быстрого выброса CH_4 в большом объеме, в данных о выбросе CH_4 в атмосферу за последние 50 000 лет нет.

- 4.13 Согласно прогнозам, рассчитанным по большинству моделей, произойдет ослабление термохалинной циркуляции в океанах, что приведет к уменьшению переноса тепла в высокие широты Европы (см. рисунок 4-2). Однако даже те модели, которые показывают ослабление ТХЦ, свидетельствуют о том,

→ РП РГТДО и РГТДО, разделы 7.3 и 9.3.4



Рисунок 4-2. Схематическая иллюстрация системы глобальной циркуляции в Мировом океане, состоящей из основных маршрутов термохалинной циркуляции "север-юг" в бассейне каждого из океанов, соединяющихся в зоне антарктической приполярной циркуляции. Теплые поверхностные течения и холодные глубоководные течения соединяются в нескольких районах глубоководного образования в высоких широтах Атлантического океана и вокруг Антарктики (синий цвет), где происходит основная передача тепла из океана в атмосферу. Эта система течений значительно способствует процессу переноса тепла и его перераспределения (например, течение в северном направлении в северной части Атлантического океана повышает температуру в северо-западной Европе на 10°C). Результаты моделирования показывают, что североатлантический участок этой системы циркуляции особенно подвержен изменениям температуры атмосферы и гидрологического цикла. Подобные нарушения, вызванные глобальным потеплением, могут нарушить нынешнюю систему, что может оказывать сильное влияние на климат в масштабах регионов и полушарий. Следует отметить, что данная диаграмма является схематической и не дает точного представления о местоположении океанских течений, которые составляют часть ТХЦ.

что потепление над Европой будет сохраняться вследствие повышения концентраций парниковых газов. Современные прогнозы не дают основания делать вывод о том, что к 2100 году ТХЦ полностью прекратится. После 2100 года, согласно данным некоторых моделей, ТХЦ может полностью, а возможно, и необратимо исчезнуть в обоих полушариях, если изменение радиационного воздействия будет достаточно сильным и будет действовать в течение достаточно продолжительного периода времени. Результаты работы с моделями свидетельствуют о том, что уменьшение ТХЦ снижает ее сопротивляемость нарушениям (т.е. после своего ослабления ТХЦ, как представляется, становится менее устойчивой, а вероятность ее полного прекращения становится более реальной).

- 4.14 **В течение XXI столетия масса антарктического ледяного покрова в целом будет, вероятно, увеличиваться. Вместе с тем в течение следующей тысячи лет западно-антарктический ледяной покров может потерять свою массу, вызвав соответствующий подъем уровня моря на несколько метров, однако пока еще нет полного понимания некоторых лежащих в основе этих явлений процессов.** В этой связи были выражены сомнения в отношении стабильности западно-антарктического ледяного покрова, поскольку он находится ниже уровня моря. В то же время, по общему мнению, в течение XXI века разрушение донного льда, в результате которого произойдет существенный подъем уровня моря, представляется весьма маловероятным. Модели сегодняшней динамики климата и льда позволяют прогнозировать, что в течение следующих 100 лет антарктический ледяной покров в целом сохранит, вероятно, свою массу ввиду прогнозируемого увеличения осадков, что приведет к относительному понижению уровня моря на несколько сантиметров. Согласно прогнозам этих моделей, в течение следующей тысячи лет западно-антарктический ледяной покров может способствовать подъему уровня моря на 3 метра.



РГИТДО, раздел 11.5.4

- 4.15 **В течение XXI столетия ледяной покров Гренландии будет, вероятно, терять свою массу и способствовать подъему уровня моря на несколько сантиметров.** В течение XXI века ледяной покров Гренландии будет, вероятно, терять свою массу, поскольку прогнозируемое увеличение стока будет превышать увеличение атмосферных осадков и будет способствовать общему подъему уровня моря максимум на 10 см. Ледяные покровы будут по-прежнему реагировать на потепление климата и способствовать подъему уровня моря в течение нескольких тысяч лет после стабилизации климата. Модели климата показывают, что локальное потепление над Гренландией будет, вероятно, в 1-3 раза значительнее глобального среднего значения. По данным моделей ледяного покрова прогнозируется, что потепление местного масштаба более чем на 3°C в том случае, если оно сохранится в течение нескольких тысяч лет, приведет практически к полному таянию ледяного покрова Гренландии с последующим подъемом уровня моря почти на 7 м. Потепление местного масштаба на 5,5°C в том случае, если оно сохранится в течение 1 000 лет, приведет, вероятно, к подъему уровня моря почти на 3 м за счет льдов Гренландии (см. вопрос 3).



РГИТДО, раздел 11.5.4

- 4.16 **В XXI столетии ожидаются явно выраженные изменения температуры вечной мерзлоты, морфологии ландшафта и распределения.** В настоящее время вечная мерзлота охватывает 24,5% уязвимой поверхности суши северного полушария. Вследствие потепления климата значительная часть этой территории будет подвержена оседанию грунта, особенно в районах относительно теплой, непостоянной вечной мерзлоты. Площадь вечной мерзлоты в северном полушарии может в конечном итоге сократиться на 12-22% от ее нынешнего размера и полностью исчезнуть в половине района вечной мерзлоты, существующего в настоящее время в Канаде. Изменение южной границы может проявиться в конце XXI века, однако определенная часть толстого слоя вечной мерзлоты со значительным содержанием льда может по-прежнему сохраняться в течение целых веков или тысячелетий в реликтовой форме. Таяние вечной мерзлоты с большим содержанием льда может сопровождаться массовым сдвигом и оседанием поверхности, что, возможно, приведет к увеличению



РГИТДО, разделы 16.1-2

объема наносов в водотоках и нанесению ущерба инфраструктуре в развитых регионах. В зависимости от режима выпадения осадков и дренажных условий разрушение вечной мерзлоты может привести к выбросу парниковых газов, превращению лесов в болота, луга или водно-болотистые экосистемы, а также вызвать серьезные проблемы эрозии и оползней.

- 4.17 **В течение XXI столетия многие естественные и управляемые экосистемы могут, вероятно, претерпеть резкие и нелинейные изменения. Чем больше величина и скорость изменения, тем больше риск негативных последствий.**

- 4.18 **Изменение климата может повысить риск резких и нелинейных изменений во многих экосистемах, которые окажут отрицательное воздействие на их биоразнообразие, продуктивность и функционирование.** Например, стабильное повышение температуры воды всего лишь на 1°C как само по себе, так и в сочетании с любым из нескольких стрессов (например чрезмерное загрязнение и заиливание), может привести к тому, что кораллы начнут выбрасывать находящиеся в них водоросли (обесцвечивание кораллов; см. рисунок 4-3 и вопрос 2), и в конечном итоге к гибели кораллов и возможной утрате биоразнообразия. Изменение климата приведет также к перемещению сред обитания, подходящих для жизни многих земных и морских организмов, в направлении полюсов, а земных организмов в более высокие горные районы. Рост нарушений, наряду с перемещением сред обитания и возросшей ограниченностью условий, необходимых для укоренения видов, может привести к резкому и быстрому разрушению земных и морских экосистем, в результате чего возникнут новые популяции растений и животных, которые будут характеризоваться меньшим разнообразием и наличием “сорных” видов, что повысит риск вымирания (см. вопрос 3).

→ РГII ТДО, разделы 5.2, 6.4.5 и 17.2.4

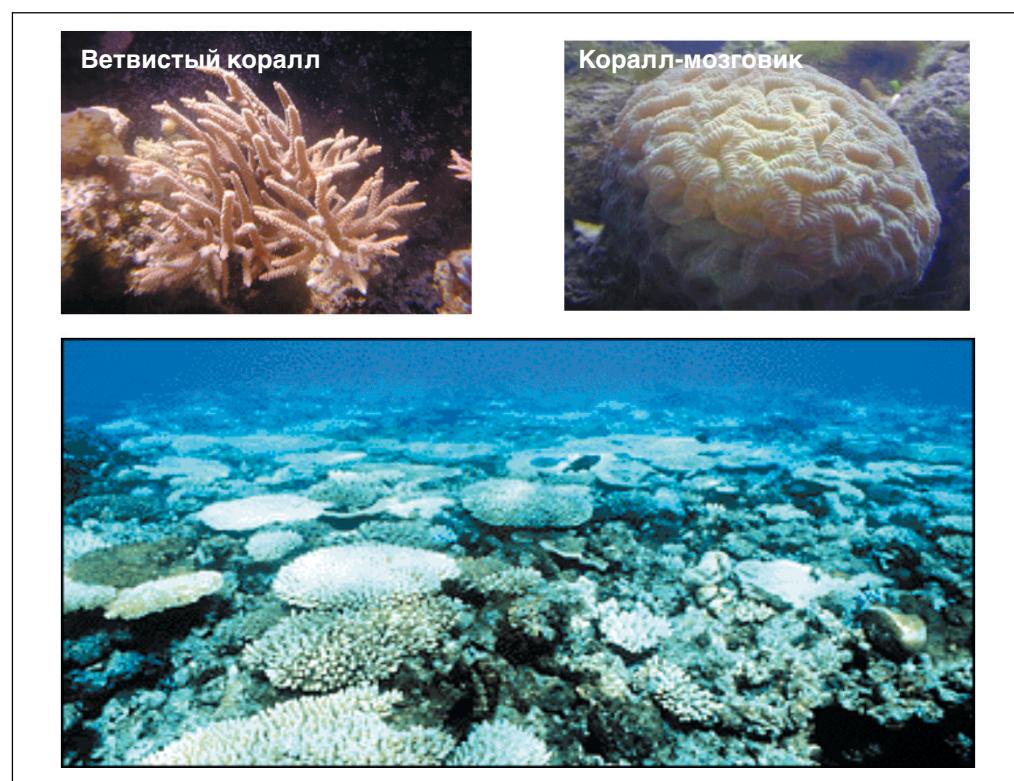


Рисунок 4-3. Разнообразие кораллов может подвергнуться отрицательному воздействию, в результате которого уменьшится количество ветвистых кораллов (например коралл с роговидными отростками) или они полностью исчезнут в некоторых местах, поскольку на них во все большей степени оказывается повышенное давление температуры морской поверхности, в то время как распространение крупных кораллов (например кораллы-мозговики) станет более широким.

→ РГII ТДО, разделы 17.2.4

4.19 **В экологических системах происходят многочисленные взаимодействующие нелинейные процессы, в результате чего они подвержены резким изменениям и “пороговым” воздействиям, возникающим при сравнительно небольших изменениях в определяющих переменных факторах, таких, как климат.**

Например:

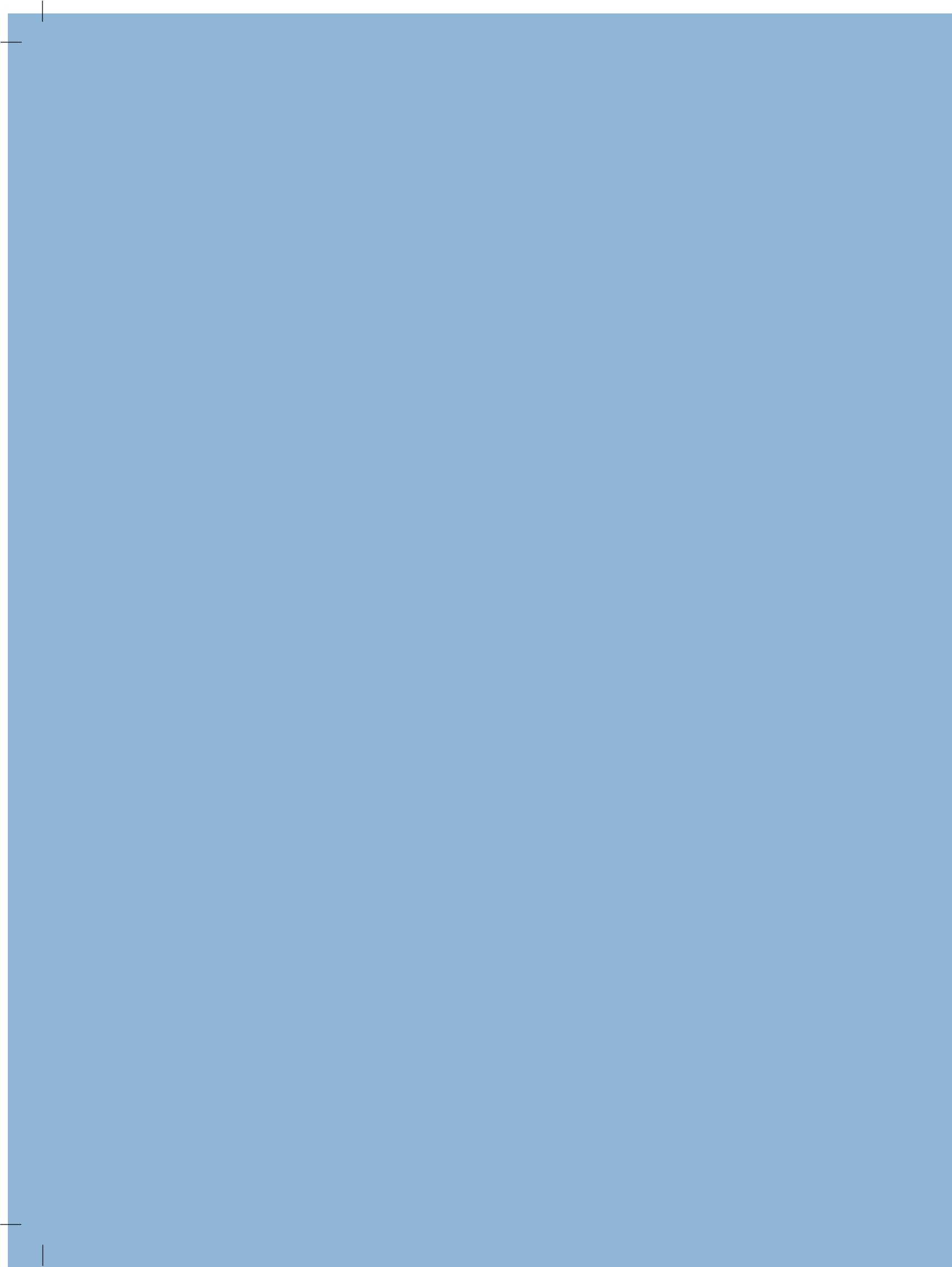
- повышение температуры выше порогового значения, которое меняется в зависимости от сельскохозяйственной культуры и сорта, может повлиять на основные этапы развития некоторых культур и привести к крупным потерям урожая. К примерам основных этапов развития и их критических пороговых значений относится стерильность вторичных колосков риса (например, температура более 35°C в течение более одного часа во время цветения и опыления резко ухудшает образование цветка и в конечном итоге образование зерна), потеря жизнеспособности пыльцы у кукурузы (>35°C), снижение морозостойкости пшеницы (>30°C в течение более восьми часов), и ухудшение клубнеобразования и роста клубней картофеля (>20°C). Потери урожая этих культур могут быть весьма значительными даже в тех случаях, когда температура превышает критические пределы даже в течение коротких периодов времени;
- мангровые заросли занимают переходную зону между морем и сушей, которая возникла в результате установления равновесия между процессами эрозии со стороны моря и процессами заиливания со стороны суши. Процессы эрозии со стороны моря будут, как можно предположить, усиливаться при подъеме уровня моря, а процессы заиливания усиливаться в результате изменения климата и влияния деятельности человека (например освоение прибрежных зон). Таким образом, воздействие на мангровые заросли будет определяться сбалансированностью этих двух процессов, которые и определят, будут ли мангровые заросли перемещаться в направлении суши или в направлении моря.

→ РГII ТДО, разделы
13.2.2 и 13.6.2

→ РГII ТДО, разделы 5.3,
10.2.2, 15.2 и 17.2

4.20 **Крупномасштабные изменения в растительном покрове могут отрицательно повлиять на региональный климат.** Изменения в характеристиках поверхности суши, связанные, например, с изменением покрова суши, могут изменить потоки энергии, воды и газа и повлиять на состав атмосферы, что вызовет изменения локального/регионального климата и соответственно изменение режима возмущения (например в Арктике). В районах, в которых отсутствуют поверхностные воды (обычно полузасушливые или засушливые земли), эвапотранспирация и альbedo отрицательно влияют на локальный гидрологический цикл, и вследствие этого произойдет уменьшение растительного покрова, что приведет к уменьшению количества атмосферных осадков в локальном/региональном масштабе и изменению частоты и интенсивности засух.

→ РГII ТДО, разделы 1.3.1,
5.2, 5.9, 10.2.6.3, 13.2.2,
13.6.2 и 14.2.1



Вопрос 5**B5**

Что известно об инерции и временных шкалах, связанных с изменениями климатической системы, экологических систем, социально-экономических секторов и их воздействия?

Вставка 5-1 Временная шкала и инерция.

Термины “временная шкала” и “инерция” не имеют общепринятого определения в тех дисциплинах, которые использовались при подготовке ТДО. С целью ответа на этот вопрос применяются следующие определения:

- “Временная шкала” – это время, необходимое для проявления по меньшей мере половины конечного эффекта возмущающего фактора, воздействующего на конкретный процесс. Временные шкалы для некоторых ключевых процессов системы Земли показаны на рисунке 5-1.
- “Инерция” означает запаздывание, медлительность или устойчивость климатической, биологической или антропогенной системы с точки зрения ее реакции на действие факторов, которые нарушают темпы изменений, в том числе на продолжение процесса изменений в системе после устранения вызывающей их причины.

В литературе используются лишь две из нескольких концепций с целью описания реакции комплексных, нелинейных, адаптационных систем на внешнее воздействие.



Рисунок 5-1. Временные шкалы, характерные для некоторых основных процессов в системе Земли: состав атмосферы (синий цвет), климатическая система (красный цвет), экологическая система (зеленый цвет) и социально-экономическая система (фиолетовый цвет). “Временная шкала” определяется в данном случае как время, необходимое для проявления как минимум половины последствий изменения движущего фактора конкретного процесса. Проблемы адаптации возникают тогда, когда процессы реагирования (такие, как продолжительность срока жизни некоторых растений) происходят гораздо медленнее, чем движущие процессы (изменение в температуре). Проблемы справедливости в отношениях между поколениями возникают в случае всех процессов, для которых временные шкалы превышают время жизни одного поколения людей, поскольку большая часть последствий деятельности конкретного поколения людей проявится при жизни будущих поколений.

→ РГИДО, главы 3, 4, 7, и 11;
РГII ТДО, глава 5 и РГIII
ТДО, главы 5, 6 и 10

5.1 В рамках этого вопроса рассматривается проблема инерции и временных шкал, связанных с важными процессами взаимодействия климатических, экологических и социально-экономических систем, и приводятся соответствующие примеры. Затем следует обсуждение потенциально необратимых изменений, т.е. таких ситуаций, когда отдельные элементы климатических, экологических или социально-экономических систем могут оказаться не в состоянии вернуться к своему бывшему состоянию в диапазоне временных шкал жизни нескольких поколений людей после ослабления или полного устранения движущих факторов, ведущих к соответствующему изменению. И наконец, здесь рассматривается вопрос о том, каким образом последствия инерции могут повлиять на решения относительно мер по адаптации к изменению климата или смягчению его последствий.

5.2 **Инерция является широко распространенной характеристикой, присущей взаимодействию климатических, экологических и социально-экономических систем. Так, некоторые воздействия в результате изменения климата, вызванного антропогенными**

факторами, могут быть очень медленными и поэтому незаметными, а некоторые из них могут оказаться необратимыми, если не ограничить темпы и масштабы изменения климата до достижения ими соответствующих пороговых уровней, величина которых может оказаться практически неизвестной.

- 5.3 Совокупное воздействие взаимодействующих инерций различных составных процессов заключается в том, что стабилизация климата и находящихся под влиянием климата систем будет достигнута лишь спустя много времени после того, как будут уменьшены антропогенные выбросы парниковых газов. Нарушение атмосферы и океанов в результате воздействия CO₂, уже выброшенного вследствие деятельности человека начиная с 1750 года, сохранится в течение многих столетий из-за медленных темпов перераспределения углерода между крупными океаническими и земными накопителями с медленным круговоротом (см. рисунки 5-2 и 5-4). Согласно прогнозам, будущая атмосферная концентрация CO₂ сохранится в непосредственной близости к наиболее высокому достигнутому уровню, поскольку естественные процессы могут лишь вернуть данную концентрацию к доиндустриальным уровням в геологических диапазонах временных шкал. Напротив, стабилизация выбросов парниковых газов с менее продолжительным периодом существования, таких, как CH₄, приведет в течение нескольких десятилетий к стабилизации атмосферных концентраций. Инерция также предполагает, что предотвращение выбросов парниковых газов с продолжительным периодом жизни характеризуется долгосрочными выгодами.

→ РГТДО, разделы 3.2, 3.7 и 4.2 и РГТДО, рисунок 9.16

Концентрация CO₂, температура и уровень моря продолжают повышаться в течение длительного времени после сокращения выбросов

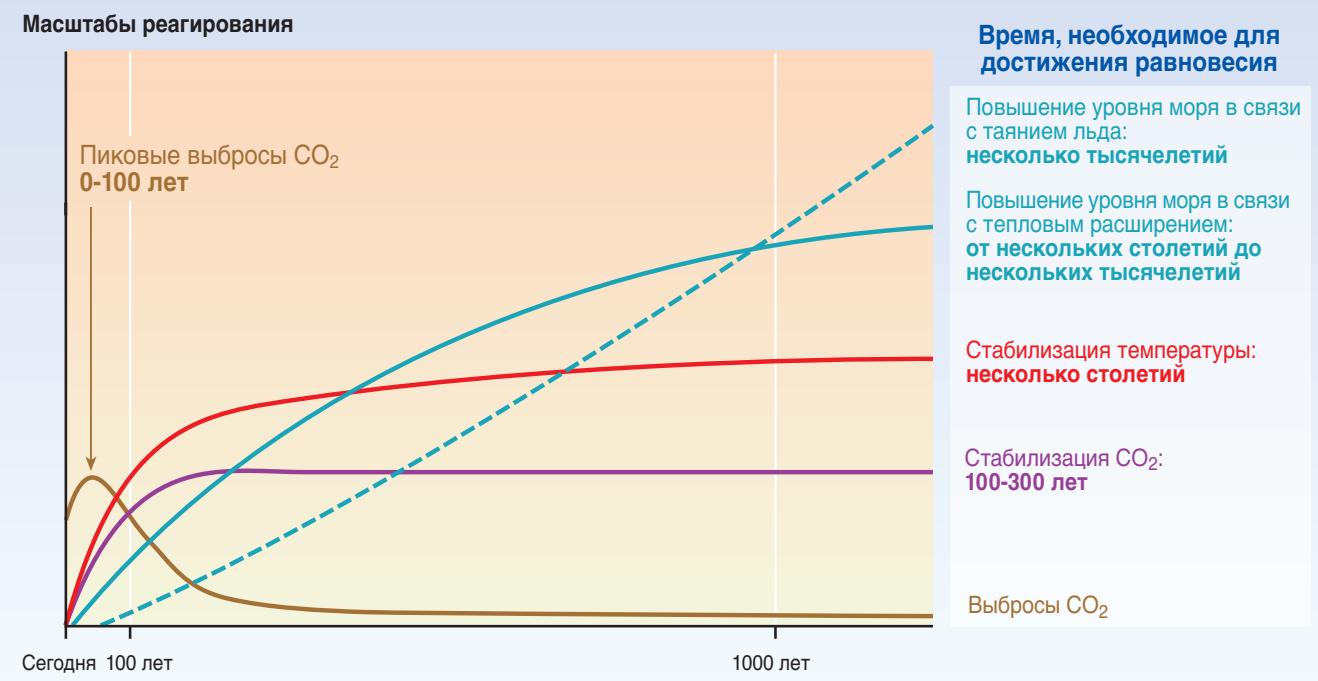


Рисунок 5-2. После сокращения выбросов CO₂ и стабилизации его концентрации в атмосфере температура воздуха на поверхности Земли будет продолжать медленно повышаться в течение столетия или больше. Тепловое расширение океана будет продолжаться в течение длительного времени после сокращения выбросов CO₂, а таяние ледяных покровов будет продолжать способствовать повышению уровня моря в течение многих столетий. Этот рисунок представляет собой типовую иллюстрацию процесса стабилизации на любом уровне от 450 до 1000 млн. млн.^{-1} , поэтому вертикальная ось в единицах измерения не проградуирована. Величина реагирования в зависимости от стабилизации в этом диапазоне показывает приблизительно одну и ту же закономерность во времени, однако при более высоких концентрациях CO₂ воздействия будут проявляться все сильнее и сильнее.

→ РГТДО, разделы 3.7, 9.3 и 11.5 и РГТДО, рисунки 3.13, 9.16, 9.19, 11.15 и 11.16

5.4

Основными источниками инерции в системе климата в диапазонах временных шкал до 1 000 лет являются океаны и креосфера (ледовые шапки, ледовые щиты, ледники и вечная мерзлота). Прогнозы, разработанные на базе сдвоенных моделей “океан–климат”, свидетельствуют о том, что вследствие наличия большой массы, толщины и теплоемкости океанов и креосферы, а также медленной скорости процесса переноса тепла потребуются сотни лет для того, чтобы средняя температура атмосферы у поверхности Земли наконец приблизилась к температуре “равновесия” после изменения в радиационном воздействии. Проникновение тепла из атмосферы в верхний “перемешанный слой” океана происходит в течение десятилетий, в то время как перенос тепла в глубины океана потребует столетий. Еще одно связанное с этим последствие заключается в том, что вызванный деятельностью человека подъем уровня моря будет неумолимо продолжаться в течение многих столетий, после того как произойдет стабилизация атмосферной концентрации парниковых газов.

→ РГИ ТДО, разделы 7.3, 7.5 и 11.5.4 и РГИ ТДО, рисунки 9.1, 9.24 и 11.16

5.5

Чем ниже показатель стабилизации атмосферных концентраций CO₂, тем быстрее придется снижать выбросы CO₂ для достижения этого показателя.

Если объемы выбросов сохранятся на существующих в настоящее время уровнях, то, как следует из данных моделей круговорота углерода, атмосферная концентрация CO₂ будет продолжать увеличиваться (см. рисунок 5-3).

- Стабилизация концентраций CO₂ на любом уровне требует конечного снижения глобальных чистых выбросов до незначительной доли существующего объема выбросов.
- Стабилизация атмосферных концентраций CO₂ на уровне 450, 650 или 1 000 млн. ⁻¹ потребует глобального сокращения антропогенных выбросов CO₂ ниже уровня 1990 года в течение нескольких десятилетий, почти столетия или почти двух столетий соответственно, после чего эта концентрация будет продолжать стабильно сокращаться (см. рисунок 6-1).

Эти временные ограничения частично объясняются показателем поглощения CO₂ океаном, которое ограничено медленным переносом углерода между поверхностью и глубинными водами. Океан обладает достаточным потенциалом поглощения, для

→ РГИ ТДО, разделы 3.7.3 и 9.3.3.1

Воздействие стабилизации выбросов на стабилизацию концентраций CO₂

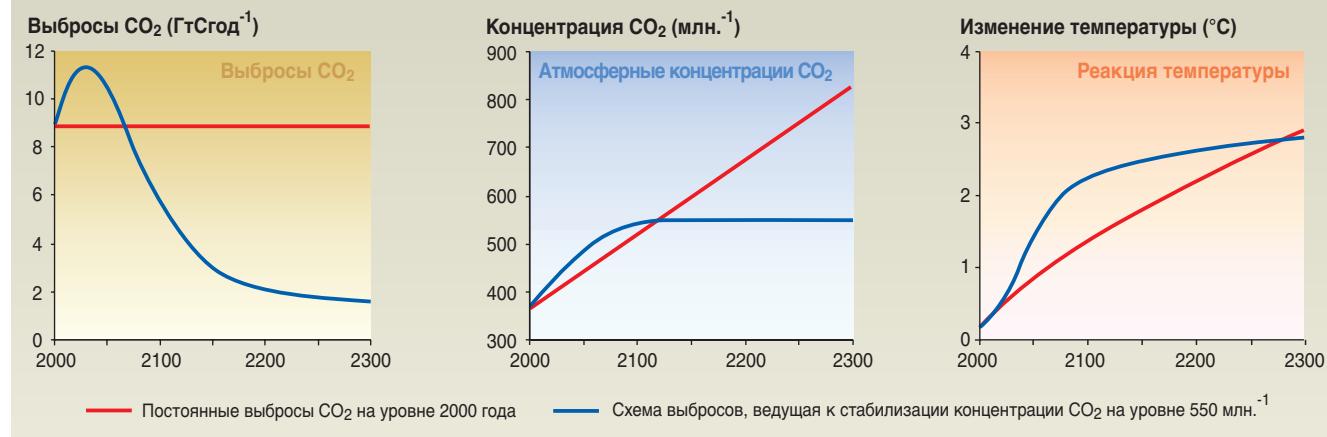


Рисунок 5-3. Стабилизация выбросов CO₂ на современных уровнях приведет к постоянному росту концентрации CO₂ в атмосфере и повышению температуры. Для стабилизации концентрации CO₂ в атмосфере и изменения температуры в конечном итоге потребуется уменьшение выбросов до уровней гораздо ниже современных. На всех трех частях рисунка красные кривые показывают результаты сохранения выбросов на постоянном уровне, предписанном сценарием стабилизации WRE 550 на 2000 год (который несколько выше фактических выбросов за 2000 год), а синие кривые являются результатом выбросов в соответствии со сценарием стабилизации WRE 550. Оба случая являются чисто иллюстративными: постоянные глобальные выбросы являются нереальными в краткосрочной перспективе, и в отношении сценария WRE 550 не высказано никаких предпочтений по сравнению с другими сценариями. Другие сценарии стабилизации показаны на рисунке 6-1. Рисунок 5-3 подготовлен на основе использования моделей, описание которых содержится в главах 3 и 9 РГИ ТДО.

→ РГИ ТДО, разделы 3.7 и 9.3

того чтобы поглотить 70-80% прогнозируемых антропогенных выбросов CO_2 в атмосферу, однако для этого потребуются несколько столетий. Химическая реакция с участием океанских отложений характеризуется потенциалом, способным поглотить еще 15% за период в 5 000 лет.

- 5.6 **Разрыв во времени между поглощением и высвобождением углерода биосферой проявляется в виде временного чистого поглощения углерода.** Основные потоки в глобальном круговороте углерода характеризуются временными шкалами, которые варьируются в весьма широких масштабах (см. рисунки 5-1 и 5-4). Чистое земное поглощение углерода, которое усилилось за последние несколько десятилетий, отчасти является следствием разрыва во времени между поглощением углерода в результате фотосинтеза и выбросом углерода, когда растения в конечном итоге погибают и начинают разлагаться. Например, поглощение, возникшее в результате подроста лесов на сельскохозяйственных землях, которые были заброшены в течение последнего столетия в северном полушарии, будет уменьшаться по мере того, как леса начнут достигать своей зрелой биомассы, рост замедлится и расширятся масштабы гибели деревьев. Показатель увеличения поглощения углерода растениями вследствие повышения содержания CO_2 или отложения азота в конечном итоге достигнет точки насыщения, после чего он сравняется с показателем разложения

→ РГТДО, разделы 3.2.2-3 и 3.7.1-2 и РГТДО, рисунок 3.10

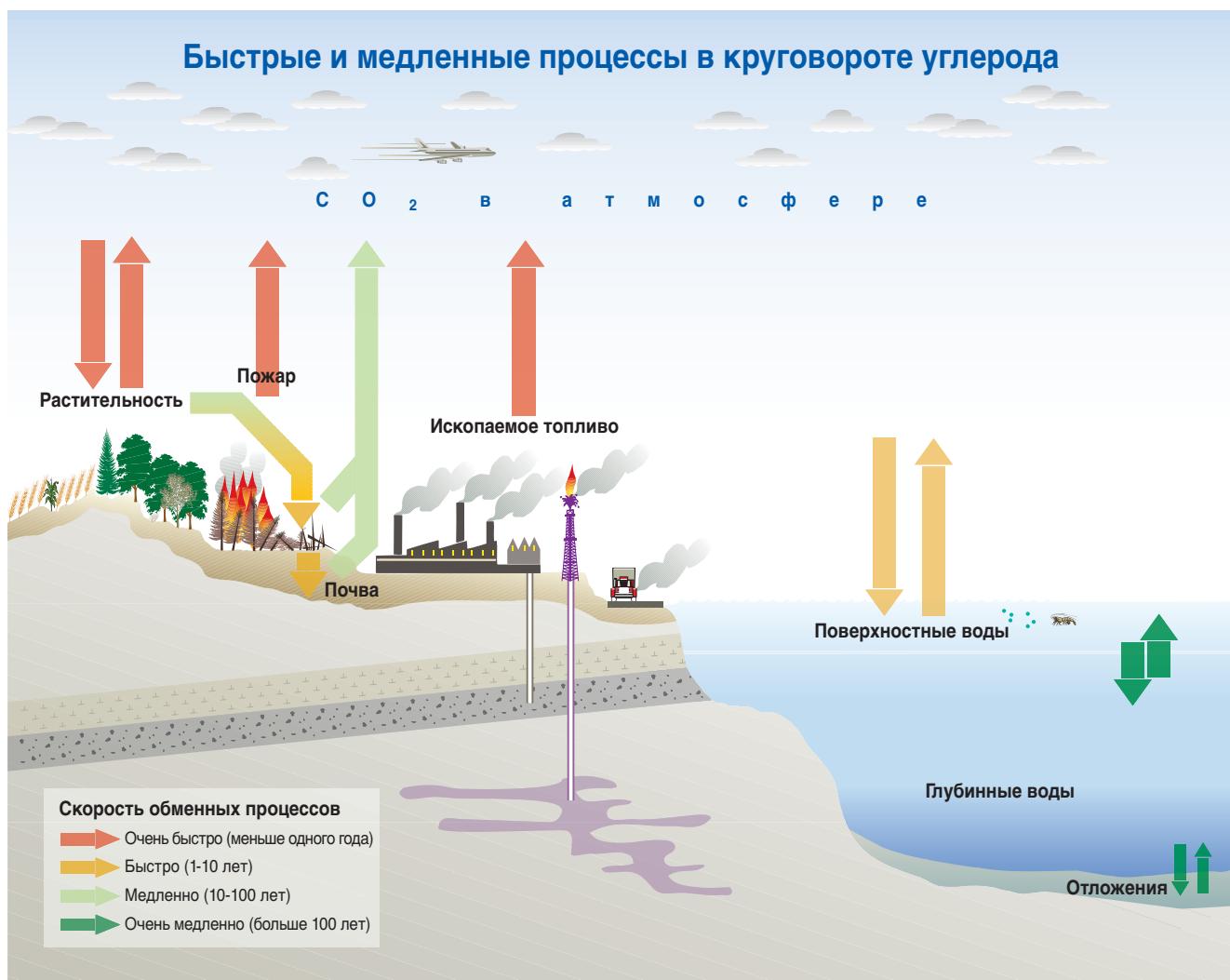
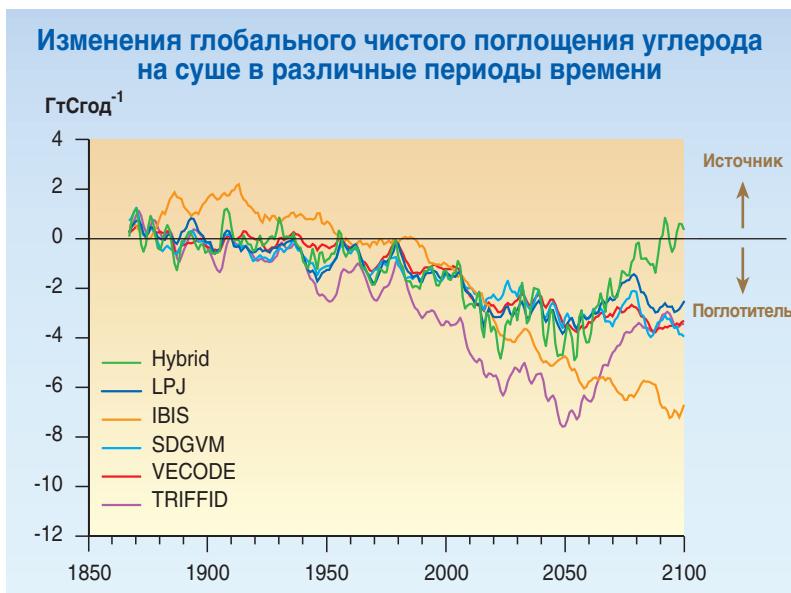


Рисунок 5-4. Диапазон временных шкал, характерных для основных процессов глобального круговорота углерода, является одной из причин разброса сроков реагирования на изменения концентрации CO_2 в атмосфере и способствует появлению временных поглотителей в условиях, когда концентрация CO_2 в атмосфере превысила его равновесный уровень, существовавший до 1750 года.



причин, изложенных в тексте, произойдет выравнивание или уменьшение поглощения. Показанные на данном рисунке результаты моделей взяты из сценария IS92a, однако аналогичные выводы получены и по другим сценариям.

Рисунок 5-5. Роль суши в настоящее время как чистого поглотителя углерода от части объема углерода в атмосфере объясняется быстрым поглощением CO₂ растениями во время их роста, а также задержкой во времени, прежде чем этот углерод сможет снова вернуться в атмосферу в результате разложения растительного материала и органических веществ в почве. Ускоренному росту растений способствуют несколько процессов: изменения в землепользовании и управлении земельными ресурсами, действие повышенного количества CO₂ и азота в качестве удобрения, а также некоторые климатические изменения (такие, как более продолжительный сезон созревания в высоких широтах). По данным ряда моделей (обозначены на рисунке в виде сокращений), прогнозируется непрерывный рост объема чистого поглощения углерода в течение нескольких десятилетий, после чего в конце XXI века в силу

увеличившегося объема биомассы. Изменение климата приведет, вероятно, к повышению в будущем показателей нарушения и разложения. Согласно разработанным на основе некоторых моделей прогнозам, существующее глобальное чистое земное поглощение углерода достигнет своего пика, а затем выровняется или уменьшится. По некоторым оценкам, этот пик может быть пройден в течение XXI века. Неопределенными остаются перспективные оценки, превышающие несколько десятилетий и касающиеся глобального чистого обмена земного углерода с атмосферой (см. рисунок 5-1).

5.7 Хотя в результате потепления поглощение CO₂ океаном снижается, тем не менее, согласно прогнозам, чистое поглощение углерода океаном сохранится на том же уровне при повышении концентрации CO₂ в атмосфере по меньшей мере в течение XXI века. Для переноса углерода от поверхности к глубинным водам океана потребуются столетия, а процесс его стабилизации с океанскими отложениями займет тысячелетия.

→ РГИ ТДО, разделы 3.2.3 и 3.7.2, и РГИ ТДО, рисунки 3.10c, d

5.8 **Экологические системы, будучи подвергнуты воздействию быстрого изменения климата, будут, вероятно, разрушены вследствие расхождений в сроках реагирования в рамках определенной системы.** Вполне вероятно, что конечная потеря способности данной экосистемы обеспечивать определенные услуги, такие, как снабжение продовольствием, древесиной, а также способности поддерживать биоразнообразие на устойчивом уровне, проявится не сразу. Изменение климата может привести к возникновению таких условий, которые неприемлемы для укоренения основных видов, однако медленная, не сразу проявляющаяся реакция долгоживущих растений, скрывает значимость этого изменения до тех пор, пока уже прижившиеся отдельные особи не умрут или не погибнут в результате катаклизма. Например, при изменении климата в той степени, которая возможна в течение XXI века, существует вероятность того, что в некоторых лесах после гибели зрелого леса в результате пожара, воздействия ветра, нашествия насекомых или вырубки, вместо восстановления той популяции, которая существовала в прошлом, произойдет исчезновение видов или их замена другими видами.

→ РГИ ТДО, раздел 5.2

5.9 **Человек продемонстрировал свою способность адаптироваться к долгосрочным средним климатическим условиям, однако адаптация к экстремальным и годовым колебаниям климатических условий является менее успешной.**

→ РГИ ТДО РП, 2.7, РГИ ТДО разделы 4.6.4, 18.2.4 и 18.8; и РГИ ТДО раздел 10.4.2

Предполагается, что изменения климата в последующие 100 лет превзойдут любые климатические изменения, которые наблюдались в истории человечества по меньшей мере за последние пять тысячелетий. Темпы этих будущих изменений станут крупной проблемой для человечества. Время, необходимое для социально-экономической адаптации, варьируется от нескольких лет до десятилетий в зависимости от сектора и ресурсов, имеющихся для содействия этому переходу. Процесс принятия решений относительно мер по адаптации и смягчению последствий и осуществления этих решений характеризуется инерцией, которая будет действовать в течение нескольких десятилетий. Тот факт, что решения относительно мер по адаптации и смягчению последствий принимаются, как правило, разными органами, усугубляет трудности, связанные с определением и осуществлением наилучшего возможного сочетания стратегий, и соответственно способствует задержкам в принятии мер реагирования на изменение климата.

- 5.10 **Как правило, между осознанием необходимости реагирования на серьезную проблему, планированием, проведением исследований и подготовкой решения и его осуществлением существует временной разрыв, длящийся от нескольких лет до десятилетий.** Этот временной разрыв можно уменьшить путем упреждения будущих потребностей и соответственно заблаговременной разработки необходимых технологий. Реакция технического развития на изменение цен на энергию исторически была относительно быстрой (обычно между резким увеличением цен и ответной реакцией в виде патентной деятельности и внедрения новых предлагаемых образцов проходит менее пяти лет), однако распространение новых технологий занимает гораздо больше времени. Темпы распространения часто зависят от темпов вывода из эксплуатации ранее установленного оборудования. Заблаговременное внедрение быстро совершенствующихся видов технологий позволяет снизить затраты на обучение (за счет обучения в процессе работы) без преждевременного замыкания на существующие малоэффективные технологии. Темпы распространения технологий в значительной степени зависят не только от экономической целесообразности, но и от социально-экономических нагрузок. В отношении некоторых технологий, таких, как введение в практику новых сортов сельскохозяйственных культур, наличие существовавших ранее вариантов адаптации и имеющиеся данные об этих вариантах позволяют быстро принять меры по адаптации. Однако во многих регионах демографические нагрузки на ограниченные земельные и водные ресурсы, политика правительств, препятствующая изменениям, или ограниченный доступ к информации и финансовым ресурсам затрудняют и замедляют адаптацию. Принятие оптимальных мер по адаптации к изменению климата, например к росту частоты засух, может быть отложено, если они рассматриваются как следствие естественной изменчивости, в то время как на самом деле они связаны с изменением климата. И наоборот, могут быть приняты неправильные меры по адаптации, если изменчивость климата ошибочно воспринимается в качестве тенденции.

→ РГII ТДО, разделы 1.4.1, 12.8.4 и 18.3.5; и РГIII ТДО, разделы 3.2, 5.3.1 и 10.4

- 5.11 **Социальные структуры и личностные ценности взаимодействуют с физической инфраструктурой общества, учреждениями и присущими им технологиями, причем вся эта совокупная система эволюционирует сравнительно медленно.** Это особенно явно проявляется, например, во влиянии городской планировки и инфраструктуры на потребление энергии для обогрева, охлаждения и работы транспорта. Рынки иногда “замыкаются” на технологиях и видах практики, которые являются менее оптимальными с точки зрения инвестиций в поддержку инфраструктуры, а это блокирует альтернативные варианты. Распространение многих инноваций сталкивается с традиционными предпочтениями людей и другими барьерами социального и культурного характера. Если только преимущества не являются совершенно очевидными, то для социальных и поведенческих изменений среди пользователей технологий могут потребоваться десятилетия. Потребление энергии и уменьшение последствий парниковых газов представляют собой лишь второстепенный интерес для большинства людей в их повседневной жизни. Их модели потребления определяются не только демографическими, экономическими

→ РГIII ТДО, разделы 3.2, 3.8.6, 5.2-3 и 10.3, РП СДПТ и СДПТ, глава 4Р

и технологическими изменениями, наличием ресурсов, инфраструктурой и временными ограничениями, но и мотивацией, привычками, потребностями, предпочтениями, социальными структурами и прочими факторами.

- 5.12 **Социально-экономические временные масштабы не являются фиксированными: они чувствительно реагируют на социально-экономические факторы и могут изменяться в результате мер в области политики и выбора вариантов, произведенного отдельными лицами.** В суровых экономических обстоятельствах изменения в поведении людей и в сфере технологии могут происходить быстрыми темпами. Например, нефтяные кризисы 70-х годов повлекли за собой всплеск общественного интереса к сохранению энергии и альтернативным источникам энергии, а экономика в большинстве стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) характеризовалась значительным отходом от концепции наличия традиционной связи между потреблением энергии и темпами экономического роста (см. рисунок 5-6). Еще одним примером является наблюдаемое уменьшение выбросов CO₂ в связи с развалом экономики в странах бывшего Советского Союза (БСС) в 1988 году. В обоих этих случаях ответная реакция была очень быстрой (в течение нескольких лет). Очевидно также и обратное: в ситуациях, когда стимул к изменению невелик, инерция значительна. Это косвенно подразумевалось в сценариях СДСВ, поскольку в них не рассматриваются значительные стрессы, такие, как экономический спад, крупномасштабные конфликты или перебои в обеспечении запасов продовольствия и связанные с этим страдания людей, которые по существу с трудом поддаются прогнозированию.

→ РГIII ТДО, глава 2, РГIII ТДО разделы 3.2 и 10.1.4.3 и РГII ВДО, раздел 20.1

- 5.13 **Стабилизация концентрации CO₂ в атмосфере на уровнях ниже примерно 600 млн.·¹ возможна только при более значительном уменьшении интенсивности**

→ РГI ТДО, раздел 3.7.3.4, РГIII ТДО, раздел 2.5 и СДСВ, раздел 3.3.4

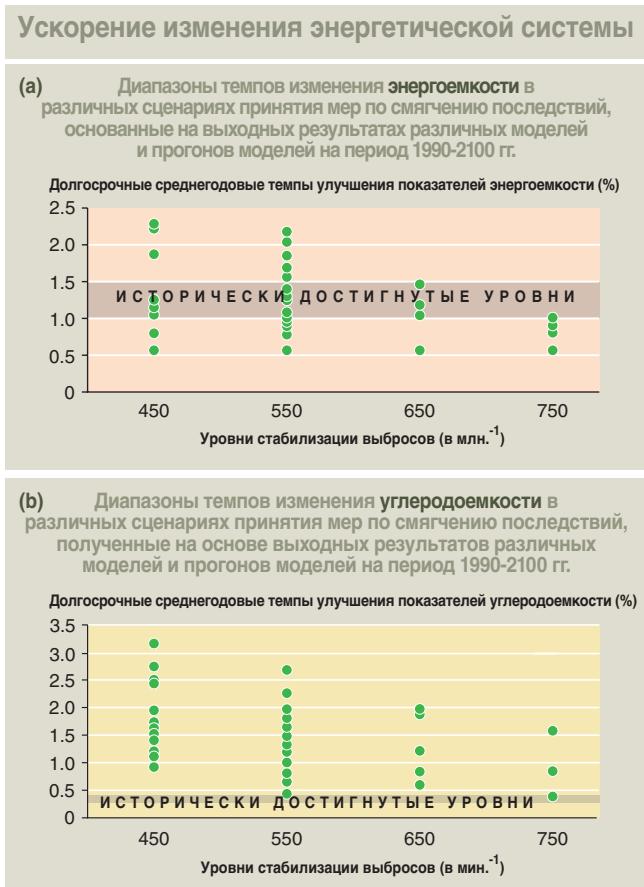


→ РГIII ТДО, таблица 3.1, и РГII ВДО, рисунок 20-1

Рисунок 5-6. Реакция энергетической системы, показанная на основе выбросов CO₂ (обозначен как углерод), на экономические изменения, показанные на основе ВВП (выражен в показателях паритета покупательной способности (ППС)). Реакция может происходить почти без инерции, если потрясение является сильным. «Нефтяной кризис», в ходе которого цены на энергоносители выросли весьма существенно за короткий период времени, вызвал почти немедленное и устойчивое расхождение ранее тесно связанных значений выбросов и ВВП в большинстве развитых стран: Япония и Соединенные Штаты Америки приведены в качестве примеров. При распаде бывшего Советского Союза два показателя остались тесно связанными, что ведет к резкому спаду выбросов при снижении ВВП.

выбросов углерода и/или потребления энергии по сравнению с теми, которые были достигнуты в историческом плане. Это подразумевает переход к альтернативным путям развития с новыми социальными, институциональными и технологическими структурами, в которых учитываются экологические ограничения. Низкие исторические темпы улучшения показателей интенсивности энергопотребления (потребление энергии на единицу ВВП) отражают сравнительно низкий приоритет, который большинство производителей и пользователей технологии придавали эффективности энергопотребления. Напротив, производительность труда возрастила в период с 1980 по 1992 года более высокими темпами. Для достижения стабилизации концентраций CO₂ в атмосфере на уровне порядка 600 млн.⁻¹ или ниже исторически зарегистрированные ежегодные темпы повышения интенсивности мирового энергопотребления (1-1,5% в год) должны быть увеличены и сохранены в течение продолжительного периода времени (см. рисунок 5-7). Показатели уменьшения интенсивности выбросов углерода (количество углерода за единицу произведенной энергии) должны в конечном итоге измениться в еще большей степени (например до 1,5% в год (историческая исходная величина равна 0,3-0,4% в год)). На практике повышение интенсивности энергопотребления и выброса углерода будет, вероятно, продолжаться, однако стабилизация парниковых газов на уровнях ниже 600 млн.⁻¹ потребует, чтобы по меньшей мере один из них достиг этого показателя темпами, которые значительно превышали бы темпы, достигнутые в историческом плане. Чем ниже показатель стабилизации и чем выше уровень исходных выбросов, тем больше необходимое отклонение CO₂ от исходного показателя и тем раньше оно должно произойти.

5.14 **Некоторые изменения в климатических, экологических и социально-экономических системах практически необратимы в течение срока жизни многих поколений людей, а другие изменения абсолютно необратимы.**



→ РГШТДО, рисунки 2.8 и 2.18

Рисунок 5-7. а) Для достижения установленных показателей стабилизации концентрации CO₂ требуемое снижение показателя энергоемкости (количество энергии на единицу ВВП) должно находиться в пределах исторически достигнутых значений стабилизации выше 550 млн.⁻¹ и, возможно, даже 450 млн.⁻¹, однако б) необходимый показатель улучшения показателя углеродоемкости (выбросы углерода на единицу энергии) должен быть выше исторически достигнутых уровней, с тем чтобы можно было стабилизировать концентрацию на уровнях ниже примерно 600 млн.⁻¹. В результате этого затраты на смягчение последствий возрастают по мере снижения уровня стабилизации, причем этот рост происходит более резко, когда уровни стабилизации ниже 600 млн.⁻¹, а не выше (см. рисунок 7-3).

- 5.15 **Существуют два типа очевидной необратимости.** “Фактическая необратимость” связана с процессами, которые характеризуются возможностью возвращения к состоянию, предшествующему нарушениям, однако для этого потребуются столетия, а то и тысячелетия. Примером является частичное таяние ледового щита Гренландии. Другой пример – это прогнозируемый подъем среднего уровня моря, частично в результате таяния криосферы, однако главным образом в результате теплового расширения океанов. На земном шаре уже происходит определенный подъем уровня моря вследствие поверхностного атмосферного потепления, которое наблюдалось в течение прошлого столетия. “Абсолютная необратимость” является результатом превышения порогового значения, за пределами которого данная система уже не возвращается спонтанным образом к своему предыдущему состоянию. Примером абсолютно необратимого изменения вследствие превышения порогового значения является вымирание некоторых видов из-за совокупного влияния изменения климата и потери мест обитания.
- 5.16 **Положение порогового значения и близкая к нему сопротивляемость изменению могут зависеть от той скорости, с которой идет приближение к данному пороговому значению.** Результаты работы с моделями свидетельствуют о том, что в термохалинной циркуляции океана может существовать такое пороговое значение (см. вопрос 4), при котором в случае быстрого потепления в мире может произойти переход к новой океанской циркуляции, как это произошло после окончания последнего ледникового периода. Хотя подобный переход является весьма маловероятным в течение XXI столетия, некоторые из моделей позволяют предположить, что такой переход будет необратимым (т.е. новая циркуляция сохранится даже после того, как исчезнет вызвавшее ее нарушение). При более медленных темпах потепления ТХЦ будет, вероятно, постепенно адаптироваться, в результате чего пороговые значения, как можно предположить, не будут превышены. Из этого вытекает, что схема выбросов парниковых газов имеет важное значение при определении эволюции термохалинной циркуляции. По мере приближения какой-либо системы к пороговому значению, как это происходит в случае ослабления ТХЦ в условиях глобального потепления, эластичность ее реагирования на возмущающие факторы уменьшается.
- 5.17 **Более высокие темпы потепления и усиленное воздействие многочисленных стрессов повышают вероятность превышения порогового значения.** Примером экологического порога может служить миграция той или иной разновидности растений как следствие их реакции на меняющийся климат. Данные, полученные при исследованиях ископаемых органических остатков, свидетельствуют о том, что максимальная скорость, с которой большинство видов растений мигрировали в прошлом, составляет примерно 1 км в год. Известные ограничения, связанные с процессом распространения (например средний период времени между прорастанием растения и появлением на нем семян и среднее расстояние, на которое может переместиться отдельное семя) свидетельствуют о том, что без вмешательства человека многие виды не смогут перемещаться с той же скоростью, с которой будут перемещаться предпочтительные для них климатические ниши, как это прогнозируется на XXI столетие, даже если для их миграции не будет никаких препятствий со стороны землепользования. В качестве примера порогового значения в социально-экономической сфере можно назвать конфликты в уже напряженных ситуациях, например при совместном использовании несколькими странами бассейна одной реки, когда возникает конкурентная борьба за ограниченные водные ресурсы. Дополнительная нагрузка из-за экологического стресса, такого, как уменьшение водного потока, может стать причиной острого конфликта. В случае отсутствия полного понимания систем, находящихся в условиях стресса, существование порогового значения может оставаться незаметным до тех пор, пока оно не будет достигнуто.
- 5.18 **Инерция климатических, экологических и социально-экономических систем приводит к тому, что адаптация**

→ РГИТДО, глава 11,
РГИТДО, глава 5 и
РГИТДО разделы 16.2.1
и 17.2.5

→ РГИТДО, разделы 2.4.3,
7.3 и 9.3.4.3, и
РГИТДО, раздел 1.4.3.5

→ РГИТДО, разделы 1.2.1.2,
4.7.3 и 5.2, РГИТДО ТР 2.3,
СДСВ, вставка 4.2, и
РГИТДО, А.4.1

становится неизбежной, а в некоторых случаях уже необходимой; кроме того, инерция оказывает влияние на оптимальное сочетание стратегий по адаптации и смягчению последствий.

- 5.19 **В результате отставания во времени и инерции, присущих системе Земли, включая ее социальные компоненты, некоторые из последствий принятия или непринятия соответствующих мер проявятся только через много лет в будущем.** Например, различия в первоначальных схемах различных сценариев, изложенных в СДСВ, и сценариев стабилизации незначительны, однако различия в выходных результатах, свидетельствующих о состоянии климата в долгосрочной перспективе, большие. Выбор путей развития вызывает те или иные последствия во всех диапазонах временных шкал; таким образом, общие затраты и выгоды в долгосрочной перспективе могут значительно отличаться от затрат и выгод в краткосрочной перспективе.
- 5.20 **При наличии инерции хорошо обоснованные меры по адаптации к изменению климата или по смягчению его последствий являются более эффективными, а при определенных обстоятельствах могут быть и более дешевыми, если они будут приняты в более ранние, а не в более поздние сроки.** Отставание во времени обеспечивает «передышку» между выбросами и их последствиями, оставляя таким образом время для запланированной адаптации. Инерция в развитии технологии и в замене основных фондов является важным аргументом в пользу постепенного смягчения последствий. Важным моментом действия инерции в экономических структурах и процессах является то, что отклонение от любой заданной тенденции вызывает затраты, и эти затраты возрастают по мере увеличения скорости отклонений (например стоимость более быстрого сворачивания деятельности предприятий с интенсивным выбросом углерода). Принятие более ранних мер по смягчению последствий может уменьшить риск наступления сугубых, продолжительных или необратимых последствий, снижая при этом необходимость принятия более быстрых мер по смягчению последствий в более поздний период. Ускоренное принятие мер может помочь снизить затраты на меры по смягчению последствий и по адаптации в долгосрочной перспективе благодаря ускорению развития технологии и более ранней реализации выгод, которые на текущий момент неясны из-за несовершенства рынка. Снижение в течение нескольких ближайших лет является экономически полезным, если существует значительная вероятность того, что оно останется ниже максимальных значений, которые в противном случае будут достигнуты в диапазоне временных шкал, характерных для систем, выбрасывающих парниковые газы. Решения о смягчении последствий изменения климата зависят от взаимодействия инерции и неопределенности, результаты которого проявляются в процессе последовательного принятия решений. Предвидение и раннее принятие мер по адаптации будет наиболее выгодным в тех секторах, в которых имеется давно созданная инфраструктура, такая, как дамбы и мосты, и значительная социальная инерция, такая, как неправильное предоставление прав собственности. Заблаговременные меры по адаптации могут оказаться весьма экономически выгодными, если спрогнозированная тенденция получает материальное воплощение.
- 5.21 **Существование явлений отставания во времени, инерции и необратимости в системе планеты Земля означает, что меры по смягчению последствий или развитию технологий могут привести к различным конечным результатам в зависимости от того, когда они приняты.** Например, проведенный с помощью одной модели анализ гипотетического влияния уменьшения выбросов антропогенных парниковых газов до нулевого уровня в 1995 году на подъем уровня моря в бассейне Тихого океана в течение XXI столетия показал, что подъем уровня моря, который должен неизбежно произойти в результате потепления к 1995 году (5-12 см) будет значительно меньшим, чем в случае обеспечения такого же уменьшения выбросов к 2020 году (14-32 см). Этот пример показывает, что повышение уровня моря в будущем зависит от прошлых и сегодняшних выбросов, а также показывает влияние отсрочки гипотетического сокращения выбросов.

→ РГIII ТДО, раздел 8.4.2

→ РГII ТДО, разделы 1.3.4 и 2.7.1, РГIII ТДО, глава 2, РГIII ТДО, разделы 10.1 и 10.4.2-3, и РГIII ТДО, таблица 10.7

→ РГII ТДО, разделы 2.7.1 и 17.2.1

5.22 **Технологическая инерция в менее развитых странах может быть уменьшена благодаря так называемым “технологическим скачкам” (т.е. заблаговременному принятию стратегий, позволяющих избежать тех проблем, с которым сегодня приходится сталкиваться промышленно развитым странам).** Невозможно предположить, что развивающиеся страны будут автоматически следовать теми же путями развития, по которым уже прошли промышленно развитые страны. Например, некоторые развивающиеся страны перешагнули через этап создания наземных линий связи и перешли непосредственно к сотовым телефонам. Развивающиеся страны могут избежать применявшейся в прошлом развитыми странами практики неэффективного энергопотребления благодаря внедрению технологий, которые потребляют энергию более приемлемым для устойчивого развития образом, рекуперации большего количества отходов и продуктов и переработки остаточных отходов более приемлемыми способами. Технологическая инерция может быть уменьшена благодаря передаче технологии между странами и регионами.



РГII ТДО, глава 2,
РГIII ТДО, раздел 10.3.3,
СДСВ, раздел 3.3.4.8, и
РПСДЛТ

5.23 **Явления инерции и неопределенности в климатических, экологических и социально-экономических системах предполагают необходимость учета пределов безопасности при подготовке стратегий, показателей и временных графиков с целью предотвращения выхода на опасные уровни вмешательства в функционирование климатической системы.** На стабилизацию, например, установленных контрольных уровней CO₂ в атмосфере, изменение температуры или повышение уровня моря могут отрицательно повлиять следующие факторы:

- инерция климатической системы, в результате которой изменение климата будет продолжаться в течение определенного периода после осуществления мер по смягчению последствий;
- неопределенность в отношении местоположения возможных пороговых значений необратимого изменения и поведение данной системы при приближении к этим значениям;
- задержка во времени между принятием решений о целях смягчения последствий и их достижением.



РГII ТДО раздел 2.7.1, и
РГIII ТДО раздел 10.1.4.1-3

В равной мере адаптация испытывает отрицательное влияние задержек во времени, связанных с определением последствий изменения климата, разработкой эффективных адаптационных стратегий и осуществлением адаптационных мер. Надлежащей реакцией на сочетание факторов инерции и неопределенности могут стать стратегии упреждения и принятия последовательных решений (принятие повторных мер, оценка и пересмотренные меры). Инерция имеет иные последствия для адаптации по сравнению со смягчением последствий в том плане, что адаптация направлена главным образом на решение проблемы местных последствий изменения климата, а меры по смягчению последствий – на воздействия, которым подвергается климатическая система. Оба этих вопроса связаны с задержками во времени и инерцией, при этом инерция предполагает в целом более срочный характер мер по смягчению последствий.

5.24 **Распространенность инерции и возможность необратимости при взаимодействии климатических, экологических и социально-экономических систем являются главными причинами, объясняющими пользу от осуществления заблаговременных мер по адаптации и смягчению последствий.** В случае несвоевременного принятия этих мер может быть утрачен ряд возможностей для осуществления вариантов адаптации и смягчения последствий.

B6

Вопрос 6

- а) Каким образом масштабы и сроки осуществления ряда мер по сокращению выбросов определяют темпы, уровень и последствия изменения климата и как они сказываются на них; каким образом они воздействуют на глобальную и региональную экономику с учетом прошлых и нынешних выбросов?
- б) Что удалось узнать в результате исследований чувствительности о региональных и глобальных климатических, экологических и социально-экономических последствиях стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов (в эквиваленте диоксида углерода) в пределах от сегодняшних уровней до уровней, превышающих сегодняшний в два или более раза, с учетом, по возможности, воздействия аэрозолей? Для каждого сценария стабилизации, включая различные схемы стабилизации, оценить диапазон расходов и выгод применительно к группе сценариев, рассмотренных в вопросе 3, с точки зрения:
- прогнозируемых изменений атмосферной концентрации, климата и уровня моря, включая изменения, которые произойдут по прошествии ста лет;
 - воздействия и экономических издержек и выгод, обусловленных изменением климата и составом атмосферы, для здоровья людей, биоразнообразия и продуктивности экологических систем и для социально-экономических секторов (в особенности для сельского хозяйства и водопользования);
 - различных вариантов мер по адаптации, включая издержки, выгоды и проблемы;
 - различных технологий, политики и видов практики, которые можно было бы использовать в целях достижения каждого из принятых уровней стабилизации с оценкой национальных и глобальных издержек и выгод и с анализом метода сопоставления этих издержек и выгод – в качественном или количественном плане – с предотвращенным экологическим ущербом в результате сокращения выбросов;
 - вопросов развития, устойчивости и справедливости, связанных с воздействием, адаптацией и мерами по смягчению последствий на региональном и глобальном уровнях.

- 6.1 Климатические, экологические и социально-экономические последствия выбросов парниковых газов были проанализированы в вопросе 3 применительно к сценариям, которые не предусматривают никаких программных мер в области климата. Эти же вопросы рассматриваются и здесь, в вопросе 6, однако на этот раз речь идет об оценке выгод, которые будут получены в результате проведения комплекса программных мер в области климата. В число рассмотренных сценариев, моделирующих сокращение выбросов, включены и сценарии, предусматривающие стабилизацию концентраций CO₂ в атмосфере. Здесь анализируется роль адаптации в качестве фактора, дополняющего работу по смягчению последствий, и потенциальный вклад мероприятий по сокращению выбросов в достижение цели устойчивого развития и обеспечение справедливости. Политика и технология, которые можно было бы использовать для обеспечения сокращения выбросов, и связанные с ними расходы, рассматриваются в вопросе 7.
- 6.2 **Прогнозируемые темпы и масштабы потепления и повышения уровня моря могут быть уменьшены за счет сокращения выбросов парниковых газов.**
- 6.3 **Чем больше уровень сокращения выбросов и чем раньше оно будет произведено, тем меньшим и более медленным будет прогнозируемое потепление и повышение уровня моря.** Будущее изменение климата определяется прошлыми, нынешними и будущими выбросами. В этой связи были сделаны оценки воздействия на повышение глобальной средней температуры и уровня моря сокращения выбросов CO₂ развитыми странами на 2% в год в период с 2000 по 2100 год, при предположении, что развивающиеся страны свои выбросы не сокращают⁶. Согласно этим допущениям, глобальные выбросы и атмосферная концентрация CO₂ возрастают на протяжении всего столетия, однако более медленными темпами по сравнению со сценариями, которые не предусматривают никаких мер по сокращению выбросов развитыми странами. Эффект ограничения выбросов нарастает медленно, однако со временем приобретает заметный характер. К 2030 году прогнозируемая концентрация CO₂ в атмосфере снижается приблизительно на 20% по отношению к сценарию IS92, не предусматривающему никаких мер борьбы с выбросами, что приводит к небольшому снижению темпов потепления и повышения уровня моря в течение этого периода. К 2100 году прогнозируемая концентрация CO₂ снижается на 35% по сравнению со сценарием IS92a, прогнозируемое глобальное среднее потепление снижается на 25%, а прогнозируемое повышение уровня моря – на 20%. Анализы сокращения выбросов CO₂ на 1% в год развитыми странами показывают, что меньшие сокращения выбросов приведут к меньшему снижению концентрации CO₂, меньшему изменению температуры и меньшему повышению уровня моря. Такие меры, если их принять сегодня, дадут больший эффект в 2100 году, чем те же самые сокращения выбросов, но произведенные позже.
- 6.4 **Для стабилизации радиационного внешнего воздействия необходимо обеспечить сокращение выбросов парниковых газов и газов, которые определяют их концентрацию.** Например, для большинства важнейших парниковых газов антропогенного происхождения модели изменения круговорота углерода показывают, что стабилизация атмосферных концентраций CO₂ на уровне 450, 650 или 1000 млн.⁻¹ предполагает необходимость снижения глобальных антропогенных выбросов CO₂ до уровней, которые были бы ниже уровней 1990 года, в течение нескольких десятилетий, приблизительно одного столетия или приблизительно двух столетий соответственно, и дальнейшего устойчивого их снижения по прошествии этих периодов (см. рисунок 6-1). Эти модели



МГЭИК ТД4



РГИ ТДО раздел 3.7.3

⁶ В этих анализы выбросы CH₄, N₂O и SO₂ развитыми странами остаются постоянными на уровне 1990 года, а изменение концентрации галоидуглеродов идет по сценарию, соответствующему Копенгагенскому варианту Монреальского протокола. Выбросы CO₂ и других парниковых газов развивающимися странами соответствуют, по принятым допущениям, прогнозам, построенным на сценариях IS92. Прогнозы изменения температуры были сделаны с использованием простой климатической модели. Сценарии IS92 изложены в Специальном докладе МГЭИК “Радиационное внешнее воздействие на изменение климата”.

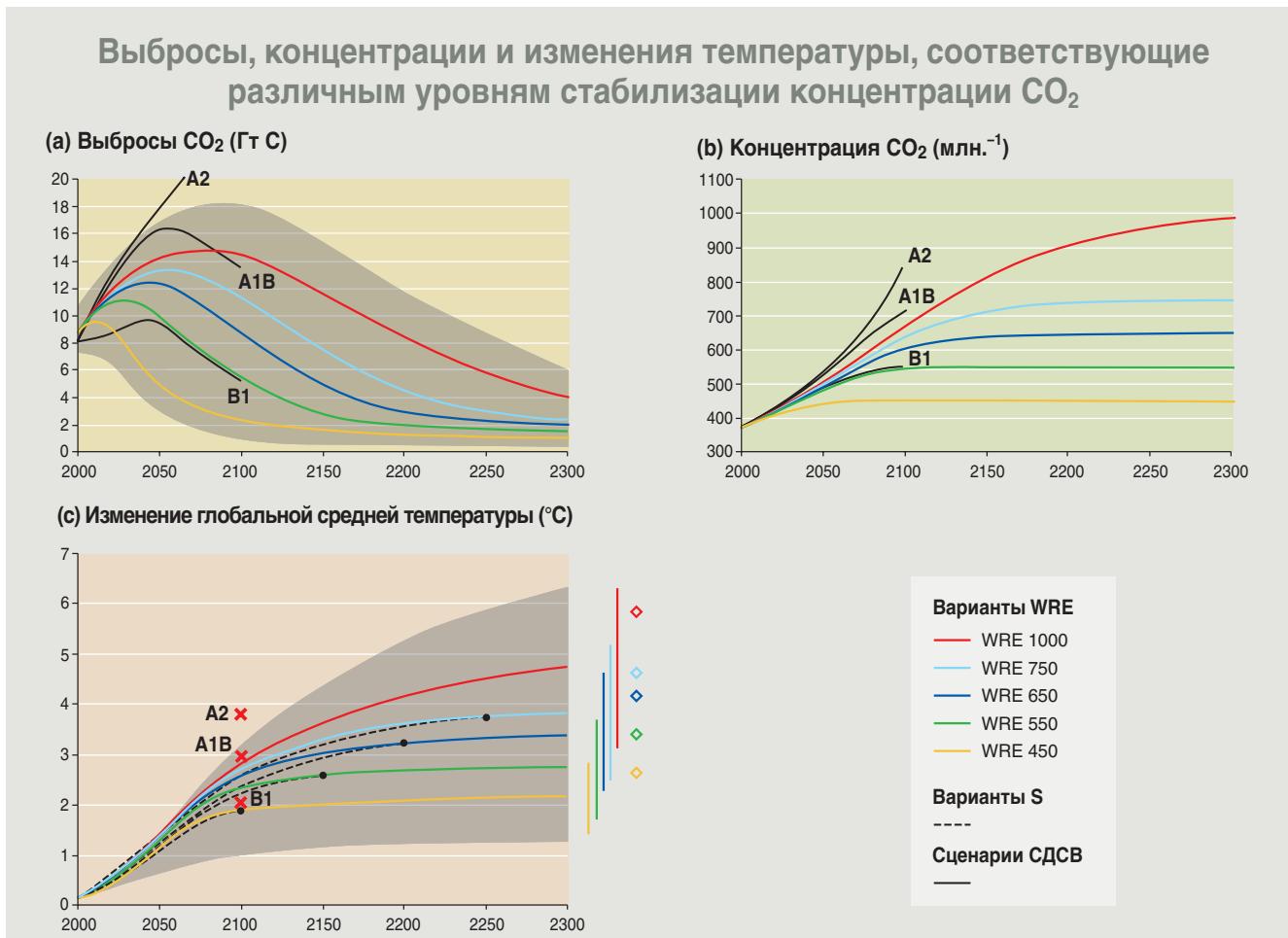


Рисунок 6-1. Стабилизация концентрации CO_2 предполагает необходимость существенного сокращения выбросов ниже нынешних уровней и может привести к замедлению скорости потепления.

→ РГТДО, разделы 3.7.3 и 9.3.3 и МГЭИКТДЗ

- Выбросы CO_2 .** Схемы изменения во времени, которые приведут к стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере на уровне 450, 550, 650, 750 и 1000 млн. $^{-1}$, оцениваются по вариантам стабилизации WRE с использованием модели круговорота углерода. Более низкие уровни концентрации CO_2 предполагают необходимость обращения вспять процесса увеличения выбросов на более раннем этапе и скорейшее снижение до уровней, которые были бы ниже уровня нынешних выбросов. Затененный участок представляет собой диапазон неопределенности в отношении оценки выбросов CO_2 , соответствующих указанным схемам стабилизации концентрации во времени, как показано в моделях круговорота углерода. Для сравнения показаны выбросы CO_2 по трем сценариям СДСВ (A1B, A2 и B1), которые не предусматривают сокращения выбросов парниковых газов.
- Концентрации CO_2 .** Концентрации CO_2 , определенные для вариантов WRE, постепенно приближаются к стабилизированным уровням в диапазоне от 450 до 1000 млн. $^{-1}$. Для сравнения показаны также оценки концентрации CO_2 , которые соответствуют трем прогнозам выбросов СДСВ (A1B, A2 и B1).
- Изменение глобальной средней температуры.** Изменение глобальной средней температуры оценивается для вариантов стабилизации WRE с использованием простой климатической модели, которая по очереди подгоняется под каждую из нескольких более сложных моделей. Прогнозируемое потепление замедляется по мере замедления роста атмосферной концентрации CO_2 , и процесс потепления продолжается после того момента, в который концентрация CO_2 стабилизируется (показано черными точками), однако более низкими темпами. Предполагается, что выбросы газов, помимо CO_2 , следуют прогнозу A1B СДСВ до 2100 года, после чего сохраняются на постоянном уровне. Этот сценарий был выбран по той причине, что он занимает среднее положение в группе сценариев СДСВ. Пунктирные линии показывают прогнозируемые изменения температуры для вариантов S – альтернативного набора вариантов стабилизации CO_2 (на графиках (a) и (b) не показаны). Затененный участок представляет собой диапазон чувствительности климата по пяти вариантам стабилизации. Цветные линии с правой стороны показывают, по каждому варианту WRE, диапазон в 2100 году, обусловленный настройкой на различные климатические модели, а ромбики с правой стороны – среднее устойчивое (на весьма дальнюю перспективу) потепление применительно к каждому уровню стабилизации с использованием средних результатов, полученных с помощью климатической модели. Для сравнения также показаны повышения температуры в 2100 году, рассчитанные по сценариям выбросов СДСВ (указаны красными крестиками).

Таблица 6-1		Прогнозируемые концентрации CO ₂ для сценариев выбросов СДСВ и вычтенные выбросы для вариантов WRE, ведущие к стабилизации атмосферного CO ₂ ^a						
	<i>Выбросы CO₂ (ГтC год⁻¹)</i>	<i>Совокупные выбросы CO₂</i>	<i>Год, в который выбросы:</i>		<i>Атмосферные концентрации (млн. ⁻¹)</i>		<i>Год стабилизации концентрации</i>	
			<i>достигают пика</i>	<i>падают ниже уровней 1990 г.^b</i>	<i>2050</i>	<i>2100</i>		
Сценарии выбросов СДСВА1B								
A1B	16,4	3,5	1,415		490-600	615-920		
A1T	12,3	4,3	985		465-560	505-735		
A1F1	23,9	28,2	2,105		520-640	825-1,250		
A2	17,4	29,1	1,780		490-600	730-1,080		
B1	11,3	4,2	900		455-545	485-680		
B2	11,0	13,3	1,080		445-530	545-770		
Варианты стабилизации WRE								
450	3,0-6,9	1,0-3,7	365-735	2005-2015	<2000-2045	445	450	2090
550	6,4-12,6	2,7-7,7	590-1,135	2020-2030	2030-2100	485	540	2150
650	8,1-15,3	4,8-11,7	735-1,370	2030-2045	2055-2145	500	605	2200
750	8,9-16,4	6,6-14,6	820-1,500	2040-2060	2080-2180	505	640	2250
1,000	9,5-17,2	9,1-18,4	905-1,620	2065-2090	2135-2270	510	675	2375

^a Голубой текст – предписанные величины, черный текст – результаты моделирования; данные учитывают выбросы, обусловленные как сжиганием ископаемого топлива, так и изменениями в землепользовании. Диапазоны на основании двух простых моделей круговорота углерода: диапазон модели ISAM рассчитан на основе результатов комплексной модели, а диапазон модели BERN-CC – на основе неопределенности в отношении реакции системы и обратной связи. Результаты СДСВ содержатся в добавлении II.1.1 к РГИ ТДО. Точная продолжительность периода выбросов WRE зависит от схемы стабилизации.

^b Выбросы в 1990 году принимаются на уровне 7,8 ГтC; это значение неточное, что обусловлено в первую очередь неопределенностью объемов выбросов, обусловленных изменениями в землепользовании, которые в данном случае принимаются равными 1,7 ГтC – среднее годовое значение за 80-е годы.

илюстрируют тот факт, что выбросы достигнут пиковых величин через одно-два десятилетия (450 млн. ⁻¹) и приблизительно через сто лет (1000 млн. ⁻¹), считая с сегодняшнего дня (см. таблицу 6-1). Вполне возможно, что уровень выбросов CO₂ должен снизиться на очень небольшую долю от нынешнего уровня выбросов. Выгоды от достижения различных уровней стабилизации анализируются выше в вопросе 6, а расходы по достижению этих уровней стабилизации – в вопросе 7.

- 6.5 **На сегодняшний день степень потепления, которая будет обусловлена стабилизацией концентрации парниковых газов на любом уровне, характеризуется широким диапазоном неопределенности.** Оценки изменения глобальной и средней температуры в случае сценариев, которые предусматривают стабилизацию концентрации CO₂ на различных уровнях и поддержание его на этих уровнях впоследствии, представлены на рисунке 6-1с. Неопределенность в отношении чувствительности климата обуславливает широкий диапазон оценок, касающихся изменения температуры, которое произойдет в результате выбросов, соответствующих выбранному уровню концентрации⁷. Это видно более четко на рисунке 6-2, на котором показаны возможные уровни стабилизации концентрации CO₂ и соответствующий диапазон изменения температуры, прогнозируемые к 2100 году и при достижении равновесного состояния на длительную перспективу. Для оценки изменения температуры в случае этих сценариев сделано допущение, согласно которому выбросы других парниковых газов, помимо CO₂, будут следовать сценарию A1B СДСВ до 2100 года, после чего выбросы этих газов будут постоянными. Различные допущения в отношении выбросов других парниковых газов приводят к различным оценкам потепления для каждого уровня стабилизации CO₂.



РГИ ТДО, раздел 9.3.3

⁷ В качестве своего рода мерила воздействия на климат зачастую используется балансированная реакция глобальной средней температуры на удвоение концентрации атмосферного CO₂. Температура, показанная на рисунках 6-1 и 6-2, выведена из простой модели, откалиброванной таким образом, чтобы она прогнозировала ту же реакцию, что и ряд сложных моделей, в случае которых воздействие на климат варьируется в пределах от 1,7 до 4,2 °C. Этот диапазон температур в общем и целом сопоставим с общепринятым диапазоном от 1,5 до 4,5 °C.

6.6 Сокращение выбросов, которое может обусловить стабилизацию атмосферной концентрации CO₂ на уровне ниже 1000 млн.·⁻¹ в соответствии с уровнями, показанными на рисунке 6-1, и при условии, что выбросы газов, помимо CO₂, соответствуют прогнозу A1B СДСВ до 2100 года и после этого приобретают устойчивый характер, приведут, по оценкам, к ограничению повышения глобальной средней температуры до 3,5°C или ниже за период до 2100 года. Глобальная средняя температура на поверхности Земли должна, по прогнозам, увеличиться к 2100 году на 1,2-3,5°C в соответствии с вариантами, которые обусловляют такое сокращение выбросов CO₂, которое может, по идее, привести к стабилизации концентрации CO₂ на уровнях 450-1000 млн.·⁻¹. Таким образом, хотя все проанализированные варианты стабилизации концентрации CO₂ должны в значительной мере воспрепятствовать в течение XXI века потеплению климата, соответствующему верхней части кривой прогноза в СДСВ (1,4-5,8°C к 2100 году), тем не менее следует иметь в виду, что в случае большинства вариантов концентрация CO₂ будет повышаться и после 2100 года. С учетом большой инерции океана (см. вопрос 5) температура, согласно прогнозам, будет продолжать увеличиваться даже после стабилизации концентраций CO₂ и других парниковых газов, хотя и более медленными темпами по сравнению с прогнозами на этапе, предшествующем стабилизации, и в условиях их дальнейшего снижения. Температура будет повышаться многие сотни лет, прежде чем она достигнет стабильной величины и установится – в случае стабилизации на уровне 450 млн.·⁻¹ – в пределах 1,5-3,9°C выше уровней 1990 года и, в случае стабилизации на уровне 1000 млн.·⁻¹ – в пределах 3,5 - 8,7°C выше уровней 1990 года⁸. Кроме того, для каждого конкретного целевого показателя стабилизации температуры существует весьма широкий диапазон неопределенности, связанной с требуемым уровнем стабилизации концентрации парниковых газов (см. рисунок 6-2). Уровень, на котором требуется стабилизировать концентрацию CO₂ для достижения данного температурного показателя, также зависит от уровней концентраций других газов, помимо CO₂. Результаты, полученные только на одной комплексной климатической модели, использованной для анализа региональных последствий стабилизации концентрации CO₂, дают основание сделать вывод о том, что усредненные изменения температуры в масштабах регионов будут одинаковыми по географической распространенности, но меньшими по величине, чем температуры, прогнозируемые по базовому сценарию, предусматривающему увеличение выбросов CO₂ с 1990 года на 1%⁹.



РГИ ТДО, раздел 9.3.3, и
РГИ ТДО, таблица 9.3

6.7 Различные схемы изменения концентрации выбросов во времени, которые ведут к общему уровню стабилизации атмосферной концентрации парниковых газов, обуславливают различные схемы изменения во времени и температурного режима. Для стабилизации CO₂ на уровне 450, 550, 650 и 750 млн.·⁻¹ в предыдущих докладах МГЭИК были проанализированы две совокупности схем изменения концентрации выбросов во времени. Они обозначаются в качестве вариантов S и WRE¹⁰. Варианты WRE дают более высокие уровни выбросов в первые десятилетия по сравнению с вариантами S, после чего, в последующие десятилетия, они должны давать более низкие уровни выбросов, с тем чтобы достичь заданного уровня стабилизации. Эта “отсрочка” сокращения выбросов, заложенная в вариантах WRE, приведет, по предположениям, к снижению издержек, связанных со смягчением последствий (см. вопрос 7), однако обусловит более быстрые темпы потепления на начальном этапе. Разница в прогнозируемых температурах между двумя совокупностями сценариев составляет 0,2°C или меньше в 2050 году, когда эта разница достигает максимального значения. После 2100 года тенденции изменения температуры по вариантам S и WRE совпадают. Температурные прогнозы по вариантам S и WRE сопоставляются на рисунке 6-1c.



РГИ ТДО, раздел 9.3.3.1

⁸ Для всех этих сценариев «вклад» в устойчивое потепление со стороны других парниковых газов и аэрозолей составит 0,6°C в случае низкого уровня чувствительности климата и 1,4°C в случае высокого уровня чувствительности. Сопутствующее повышение радиационного внешнего воздействия эквивалентно повышению, которое произойдет в случае дополнительного повышения конечных концентраций CO₂ на 28%.

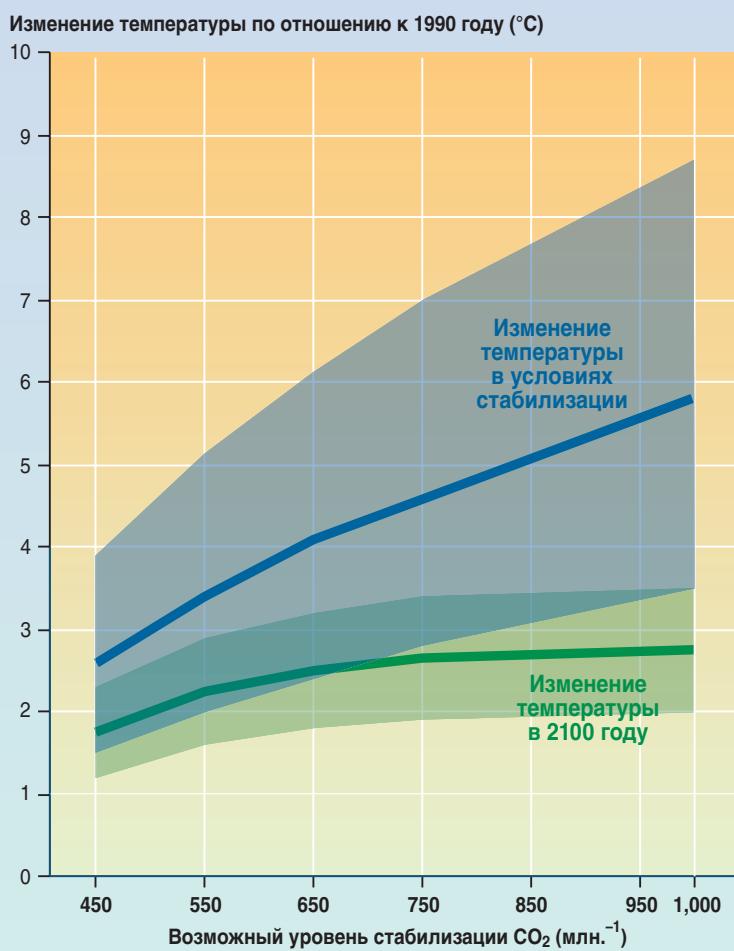
⁹ Эти темпы увеличения выбросов в значительной мере соответствуют сценарию выбросов IS92a.

¹⁰ Варианты S и WRE анализируются в РГИ ВДО и более подробно излагаются в Техническом докладе 3 МГЭИК.

- 6.8 **Уровень моря и ледяные покровы будут продолжать реагировать на потепление в течение многих столетий после стабилизации концентрации парниковых газов (см. вопрос 5).** Прогнозируемый диапазон повышения уровня моря в связи с тепловым расширением, достигшим равновесного состояния, составляет 0,5-2 м в случае повышения концентрации CO_2 с 280 млн. $^{-1}$, что соответствует доиндустриальному уровню, до 560 млн. $^{-1}$ и 1-4 м в случае увеличения концентрации CO_2 с 280 до 1120 млн. $^{-1}$. Зарегистрированное повышение в течение XX века составило 0,1-0,2 м. Прогнозируемое повышение будет большим, если учесть воздействие повышения концентрации других парниковых газов. Кроме того, повышению уровня моря способствуют и другие факторы, действие которых по шкале времени составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч лет (см. вопрос 5). По прогнозам, рассчитанным на основании моделей, проанализированных в ТДО, уровень моря повысится на несколько метров в результате таяния полярных ледниковых покровов (см. вопрос 4) и материкового льда даже в случае стабилизации парниковых газов в эквиваленте CO_2 на уровне 550 млн. $^{-1}$.
- 6.9 **Сокращение выбросов парниковых газов в целях стабилизации их атмосферных концентраций приведет к задержке и снижению ущерба, вызванного изменением климата.**

→ РГИ ТДО РП и РГИ ТДО
раздел 11.5.4

Наличие широкой полосы неопределенности в отношении масштабов потепления, которое произойдет в результате любой стабилизации концентрации парниковых газов



→ РГИ ТДО раздел 9.3.3

Рисунок 6-2. Стабилизация концентрации CO_2 приведет к снижению уровня потепления, однако пределы этого снижения неопределены. Изменения температуры по сравнению с 1990 годом в (а) 2100 году и (б) в стабилизированном состоянии рассчитаны с использованием простой климатической модели для вариантов WRE, как и на рисунке 6-1. Самая низкая и самая высокая оценка по каждому уровню стабилизации определены на основе допущения о том, что воздействие на климат составляет 1,7 и 4,2 $^{\circ}\text{C}$ соответственно. Центральная линия представляет собой среднее значение самой низкой и самой высокой оценок.

6.10 Меры по сокращению выбросов парниковых газов (смягчению последствий) приведут к снижению нагрузки на природные и антропогенные системы, обусловленной изменением климата. Более медленные темпы повышения глобальной средней температуры и уровня моря дадут больше времени на адаптацию. В этой связи меры по смягчению последствий должны привести, как ожидается, к задержке и снижению ущерба, вызванного изменением климата и, тем самым, к обеспечению экологических и социально-экономических выгод. Меры по смягчению последствий и связанные с ними расходы анализируются в ответе на вопрос 7.

→ РГII ТДО, раздел 1.4.3, 18.8 и 19.5

6.11 Меры по смягчению последствий в целях стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов на более низких уровнях обеспечат более существенные выгоды, обусловленные меньшим ущербом. Стабилизация на более низких уровнях снижает опасность превышения температурных пороговых уровней в биофизических системах, для которых они известны. Стабилизация CO₂, например, на уровне 450 млн. ⁻¹ приведет, по оценкам, к некоторому повышению глобальной средней температуры в 2100 году, которое примерно на 0,75-1,25°C ниже прогнозируемого повышения в случае стабилизации на уровне 1000 млн. ⁻¹ (см. рисунок 6-2). В случае достижения сбалансированного уровня эта разница составит примерно 2-5°C. Географическая распространенность ущерба природным системам или их гибель, а также число затронутых систем, которое увеличивается с увеличением масштабов и темпов климатических изменений, будет меньше в случае более низкого уровня стабилизации. Аналогичным образом, более низкий уровень стабилизации приведет, по прогнозам, к менее серьезному ущербу, неблагоприятное чистое воздействие на рыночной сектор будет проявляться в меньшем числе регионов, глобальное совокупное воздействие будет меньшим, равно как меньшим будет и риск возникновения крупномасштабных явлений, характеризующихся высокой степенью воздействия. На рисунке 6-3 кратко изложены риски или причины для беспокойства в связи с изменением климата (см. вставку 3-2) в сопоставлении с изображенными сбоку диапазонами изменения глобальной средней температуры в 2100 году, рассчитанными на основании различных сценариев¹¹.

→ РГI ТДО, раздел 9.3.3. и РГII ТДО, разделы 1.4.3.5, 5.2, 5.4 и 19.3-6

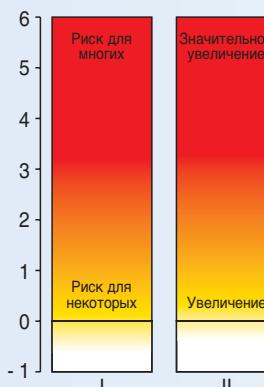
6.12 Всесторонние количественные оценки выгод, полученных в результате стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов на различных уровнях, пока еще не разработаны. Хотя некоторые успехи и достигнуты в понимании качественного характера воздействий, обусловленных будущим изменением климата, тем не менее количественно описать воздействия, которые могут иметь место в случае реализации различных сценариев, полностью не удается. В связи с неопределенностью в отношении воздействия на климат и неопределенностью в отношении географических и сезонных закономерностей прогнозируемых изменений температуры, осадков и других климатических переменных и явлений определить однозначно воздействие, обусловленное изменением климата, для отдельных сценариев выбросов невозможно. Существуют также неопределенности в отношении ключевых процессов, а также чувствительности и адаптационной способности систем к климатическим изменениям. Кроме того, такие воздействия, как изменение состава и функции экологических систем, исчезновение видов и изменения в состоянии здоровья людей, а также неравномерность распределения воздействий по различным группам населения, пока что не могут быть легко выражены в денежных или других общепринятых единицах. В силу этих трудностей выгоды, обусловленные различными мерами по сокращению выбросов парниковых газов, в том числе мерами по стабилизации концентрации парниковых газов на

→ РГII ТДО, разделы 19.4-5

¹¹ Воздействия, обусловленные изменением климата, будут варьироваться по регионам и секторам или системам и подвергаться воздействию региональных и сезонных изменений в режиме средней температуры и осадков, изменчивости климата, частотности и интенсивности экстремальных климатических явлений и повышения уровня моря. Изменение глобальной средней температуры используется в качестве общей единицы измерения воздействий, обусловленных изменением климата.

Риск ущерба, сопряженного с изменением климата, можно снизить посредством стабилизации концентраций CO₂

Изменение глобальной средней температуры



Причины для беспокойства

Диапазоны изменения глобальной средней температуры в 2100 г., рассчитанные по различным сценариям (°C)



I. Уникальные системы и системы, находящиеся под угрозой

- Исчезновение видов
- Исчезновение уникальных сред обитания, прибрежных приливно-отливных зон
- Обесцвечивание и гибель кораллов

II. Экстремальные климатические явления

Воздействие на здоровье, материальные ценности и окружающую среду, обусловленное увеличением частоты и интенсивности некоторых климатических явлений.

III. Распределение воздействий

- Урожайность зерновых будет подвергаться изменениям в виде повышения или снижения в зависимости от региона, но, по оценкам, в большинстве тропических и субтропических районов будет снижаться.
- Снижение запасов воды в некоторых странах, испытывающих дефицит воды, и увеличение в других.
- Повышенный риск для здоровья в развивающихся странах по сравнению с развитыми странами.
- Чистые убытки рыночного сектора во многих развивающихся странах; различные последствия, прогнозируемые для развитых стран в случае потепления на несколько градусов, и негативные последствия в случае более сильного потепления.

IV. Глобальные совокупные воздействия

- Оценки совокупных глобальных чистых последствий для рыночного сектора носят либо позитивный, либо негативный характер в случае потепления на несколько градусов и чисто негативный – в случае более сильного потепления.

Больше людей будет подвергаться неблагоприятному, чем благоприятному воздействию даже в случае потепления меньше чем на несколько градусов.

V. Крупномасштабные явления со значительными последствиями

К 2100 году возможно существенное замедление термохалинной циркуляции.

Таяние и нарушение сплоченности ледниковых покровов, ведущее к существенному повышению уровня моря (вероятность, что это произойдет до 2100 года, весьма мала; более высокая вероятность в диапазоне временной шкалы, измеряемой несколькими столетиями).

Рисунок 6-3. Риск ущерба, сопряженного с изменением климата, можно снизить посредством стабилизации концентраций CO₂. Риск неблагоприятного воздействия в результате изменения климата описывается для различных масштабов изменения средней глобальной температуры в тех случаях, где в качестве косвенного показателя масштабов изменения климата используется изменение средней глобальной температуры. Оценки изменения глобальной средней температуры в 2100 году по отношению к 1990 году показаны с правой стороны рисунка для сценариев, которые могут привести к стабилизации атмосферной концентрации CO₂, а также для всей совокупности прогнозов СДСВ. Многих рисков, связанных с потеплением более чем на 3,5°C к 2100 году, можно было бы избежать путем стабилизации концентрации CO₂ на уровне 1000 млн. ⁻¹ или ниже. Стабилизация на более низком уровне приведет к дополнительному снижению риска. Белый цвет означает нейтральный либо небольшой негативный или небольшой позитивный характер воздействий или рисков; желтый цвет означает негативное воздействие для некоторых систем или низкий риск; красный цвет означает негативные воздействия или риски, которые получают более широкое распространение и/или проявляются более сильно. В оценке воздействий или рисков принимаются во внимание только масштабы, но не скорость изменений. Изменения глобальной среднегодовой температуры используются в качестве косвенного показателя изменения климата, однако воздействия будут зависеть, среди прочего, от масштабов и темпов глобальных и региональных изменений среднестатистического климата, изменчивости климата и экстремальных климатических явлений, социально-экономических условий и адаптации.



РГИ ТДО, раздел 9.3.3, и
РГII ТДО, раздел 19.8.2

установленных уровнях, описаны неточно и не поддаются непосредственному сопоставлению с расходами по смягчению последствий в целях оценки чистого экономического эффекта, связанного с такими мерами по смягчению последствий.

- 6.13 Адаптация является необходимой стратегией на всех уровнях в целях дополнения усилий по смягчению последствий изменения климата. Вместе они могут способствовать достижению целей устойчивого развития.**

6.14 Адаптация может использоваться в порядке дополнения мер по смягчению последствий в рамках затратоэффективной стратегии и привести к уменьшению опасностей, связанных с изменением климата. Сокращение выбросов парниковых газов и даже стабилизация их концентраций в атмосфере на низком уровне не сможет ни полностью предотвратить изменение климата или повышение уровня моря, ни целиком предотвратить их воздействие. В порядке реакции на изменение климата и повышение уровня моря будут приниматься многочисленные ответные меры по адаптации, которые в ряде случаев уже принимаются. Кроме того, в целях ослабления воздействий, связанных с изменением климата, можно разработать стратегии плановой адаптации в целях упреждения опасности и использования имеющихся возможностей в порядке дополнения работы по смягчению последствий. Однако адаптация повлечет за собой расходы и не сможет предотвратить все виды ущерба. Адаптация, осуществляемая в сочетании со смягчением последствий, может оказаться более рентабельной в плане снижения воздействий в результате изменения климата, чем в случае ее применения в индивидуальном порядке. Потенциал адаптации в целях существенного снижения многих неблагоприятных воздействий, обусловленных изменением климата, анализируется в вопросе 3. Поскольку диапазоны повышения глобальной температуры, связанные с различными уровнями стабилизации (см. рисунок 6-1c), накладываются друг на друга, многие варианты адаптации могут вполне вписываться в некоторый диапазон уровней стабилизации. Углубление знаний позволит устраниТЬ некоторые неопределенности, связанные с конкретными уровнями стабилизации и определением соответствующих стратегий адаптации.



РГИТДО, разделы 1.4.4.2,
18.3.5 и 18.4.1

6.15 Расходы по адаптации и масштабы проблем могут быть уменьшены путем принятия мер по смягчению последствий, связанных с изменением климата. Сокращение выбросов парниковых газов приведет к сокращению масштабов и темпов изменений, к которым необходимо адаптироваться, в том числе, возможно, и изменений, касающихся частоты и интенсивности экстремальных явлений. Меньшие изменения, которым подвергаются системы, и более медленные темпы нарастания стрессов дадут больше времени на адаптацию и позволят снизить ту степень, в которой, возможно, понадобится изменить нынешнюю практику в целях разрешения проблем, обусловленных изменчивостью климата и экстремальными явлениями (см. вопрос 3). Поэтому более активные усилия по смягчению последствий приведут к снижению расходов по адаптации и обеспечат заданный уровень эффективности.



РГИТДО, раздел 18.2.2,
18.3 и 18.8

6.16 Работа по смягчению последствий и адаптации, если ее правильно спланировать, будет содействовать достижению цели устойчивого развития. Как указано в вопросе 3, риски, связанные с изменением климата, могут затормозить работу по достижению устойчивого развития (например, ущерб в результате экстремальных климатических явлений, нехватка воды и снижение ее качества, нарушение системы снабжения продовольствием и голод, деградация земельных ресурсов и ухудшение состояния здоровья людей). В результате снижения этих рисков политика в области смягчения последствий, связанных с изменением климата, и адаптация к этим изменениям могут содействовать достижению целей устойчивого развития¹².



РГИТДО, раздел 18.6.1,
и РГИИТДО, разделы 2.2.3
и 10.3.2

¹² Взаимосвязь между самими мерами по смягчению последствий и устойчивым развитием и справедливостью рассматривается в вопросе 7. Взаимосвязь между адаптацией, устойчивым развитием и справедливостью анализируется в вопросе 3.

- 6.17 **По прогнозам, воздействие изменения климата будет по-разному проявляться в рамках отдельных стран и в отношениях между ними. Задача по решению проблемы, связанной с изменением климата, поднимает важный вопрос справедливости.** Неблагоприятные воздействия, обусловленные изменением климата могут привести к усилению несправедливости в отношениях между развивающимися и развитыми странами; ослабление этого воздействия путем принятия мер по смягчению последствий и укрепления способности к адаптации может ослабить проявление этой несправедливости. Как считается, люди, проживающие в развивающихся странах, в особенности самые бедные слои населения, более уязвимы к изменению климата, чем люди в развитых странах (см. вопрос 3). Снижение темпов потепления и повышения уровня моря и укрепление способности адаптироваться к изменению климата будет выгодным для всех стран, в особенности для развивающихся.
- 6.18 **Сокращение масштабов и снижение темпов изменения климата может также содействовать обеспечению справедливости в отношениях между поколениями.** Выбросы, производимые нынешним поколением, скажутся на многих будущих поколениях, что обусловлено инерцией системы “атмосфера-океан-климат” и долговременными, а иногда и необратимыми последствиями изменения климата для окружающей среды. Обычно предполагается, что будущие поколения будут более состоятельными, более образованными и более информированными и будут располагать более передовой технологией по сравнению с нынешним поколением и, как следствие, во многих отношениях будут более способны к адаптации. Однако изменения, которые начнут проявляться в ближайшие десятилетия, будут накапливаться и в некоторых случаях могут достичь масштабов, которые подвергнут способность многих стран к адаптации суроюй проверке. В случае необратимых воздействий, например вымирания видов или гибели уникальных экосистем, мер по адаптации, которые могли бы восполнить потери, просто нет. Меры, которые может принять нынешнее поколение по смягчению последствий, обусловленных изменением климата, позволят снизить риск для будущих поколений.



РГII ТДО, разделы 18.5.3 и 19.4



РГII ТДО, разделы 1.2 и 18.5.2, и РГIII ТДО, раздел 10.4.3

B7

Вопрос 7

Что известно о потенциале, расходах, выгодах и временных рамках сокращения выбросов парниковых газов?

Каковы будут экономические и социальные издержки и выгоды и последствия с точки зрения справедливости тех или иных вариантов политики и мер, а также механизмов, предусмотренных Киотским протоколом, которые, как можно считать, направлены на решение проблемы изменения климата на региональном и глобальном уровне?

Какой можно было бы рассмотреть набор вариантов исследований и разработок, инвестиций и других программных мер, которые были бы наиболее эффективны в плане активизации разработки и применения технологий, позволяющих решить проблему изменения климата?

Какой можно было бы рассмотреть вид экономических и других программных вариантов для устранения существующих и потенциальных барьеров, стимулирования передачи технологии и ее применения в различных странах и какое воздействие могут оказать эти меры на прогнозируемые выбросы?

Каким образом скажутся сроки реализации вышеупомянутых вариантов на соответствующих экономических расходах и выгодах и на атмосферных концентрациях парниковых газов на протяжении следующего столетия и в последующий период?

- 7.1 Этот вопрос посвящен потенциалу и расходам, связанным со смягчением последствий в ближайшем и долгосрочном плане. Проблема основных выгод, связанных со смягчением (предотвращенные расходы, связанные с замедлением процесса изменения климата, и соответствующий ущерб) рассматривается в вопросах 5 и 6, а проблема вспомогательных выгод, обусловленных смягчением последствий, рассматривается в данном ответе и в ответе на вопрос 8. В данном пункте описывается целый ряд факторов, которые способствуют значительному разбросу результатов и увеличению диапазона неопределенности в количественных оценках расходов, связанных с вариантами смягчения. В ВДО изложены две категории подходов к оценке расходов: дедуктивные подходы, которые зачастую позволяют оценить краткосрочные расходы и потенциал и строятся на оценках конкретных технологий и секторов, и индуктивные подходы, которые основаны на анализе макроэкономических связей. Применение этих двух подходов приводит к возникновению различий в оценках расходов, которые были несколько сглажены после подготовки ВДО. В ответе, изложенном ниже, говорится об оценках расходов, выведенных с использованием обоих подходов применительно к ближайшему будущему и с использованием индуктивного подхода применительно к долгосрочной перспективе. Сначала анализируются варианты смягчения последствий и их возможностей в плане сокращения выбросов парниковых газов и поглощения углерода. После этого рассматриваются расходы, связанные с обеспечением сокращения выбросов, необходимого для выполнения краткосрочных обязательств по сокращению и достижения долгосрочных целей стабилизации, а также график сокращения в порядке достижения таких целей. В заключение в ответе на этот вопрос анализируется понятие справедливости в той мере, в которой она относится к смягчению последствий, связанных с изменением климата.

Потенциал, барьеры, возможности, политика и расходы, связанные с сокращением выбросов парниковых газов в ближайшем будущем.

- 7.2 **В настоящее время существует значительный технологический и биологический потенциал в области смягчения последствий в ближайшем будущем.**

- 7.3 **С момента подготовки ВДО достигнут существенный технический прогресс, связанный с возможностью сокращения выбросов парниковых газов, и этот прогресс оказался более быстрым, чем предполагалось.** Прогресс наблюдается в широком спектре технологий на различных стадиях разработки, например коммерческое внедрение ветряных турбин; оперативная рекуперация промышленных побочных газов, в частности N_2O в процессе производства жирных кислот и перфторуглеродов в процессе производства алюминия; разработка экономичных автомобилей, оснащенных гибридным двигателем; прогресс в области технологий изготовления топливных батарей; доказательство возможности подземного хранения CO_2 . Технологические варианты сокращения выбросов включают повышение кпд конечных потребителей и эффективности технологий преобразования энергии, переход на технологии использования энергии с нулевым и низким уровнем выбросов углерода, совершенствование систем рационального использования энергии, сокращения выбросов промышленных побочных продуктов и технологических газов, а также удаление и хранение углерода. В таблице 7-1 кратко изложены результаты многочисленных отраслевых исследований, осуществляемых в значительной степени на проектном, национальном и региональном уровнях, а некоторых – и на глобальном уровне, и даются оценки потенциальных сокращений выбросов парниковых газов на период до 2010 и 2020 года.



РГIII ТДО, разделы 3.3-8,
и РГIII ТДО, глава 3,
приложения

- 7.4 **Леса, сельскохозяйственные угодья и другие земные экосистемы обладают существенным потенциалом в области смягчения последствий, связанных с выбросом углерода. Хранение и секвестрация углерода, хотя и не обязательно на постоянной основе, может дать время для доработки и**



РГIII ТДО, разделы 3.6.4
и 4.2-4 и СДИЗЛХ

Таблица 7-1 Оценки потенциальных глобальных сокращений выбросов парниковых газов в 2010 и 2020 году (РГП РП, таблица РП-1)					
Сектор	Выбросы за прошлый период в 1990 г. [Mт C _{ек} год ⁻¹]	Темпы увеличения годовых выбросов C _{ек} за период 1990-1995 гг. [%]	Потенциальные сокращения выбросов в 2010 г. [Mт C _{ек} год ⁻¹]	Потенциальные сокращения выбросов в 2020 г. [Mт C _{ек} год ⁻¹]	Чистые прямые расходы на тонну предотвращенных выбросов углерода
Здания ^a только CO ₂	1,650	1,0	700-750	1,000-1,100	В большинстве случаев сокращения достигаются при негативных чистых прямых расходах.
Транспорт только CO ₂	1,080	2,4	100-300	300-700	Большинство исследований указывают на чистые прямые расходы менее 25 долл. США на т С, а два исследования указывают, что чистые прямые расходы превышают 50 долл. США на т С.
Промышленность только CO ₂ энергоэффективность материальноэффективность	2,300	0,4	300-500 ~200	700-900 ~600	Более половины сокращений доступно при чистых негативных прямых расходах. Величина расходов неопределенна.
Промышленность газы, помимо CO ₂	170		~100	~100	Расходы по сокращению выбросов N ₂ O составляют 0-10 долл. США на т C _{ек} .
Сельское хозяйство ^b только CO ₂ газы, помимо CO ₂	210 1,250-2,800	данных нет	150-300	350-750	В большинстве случаев расходы по сокращению составят 0-100 долл. США на т C _{ек} в условиях ограниченных возможностей вариантов сокращения при негативных чистых прямых расходах.
Отходы ^b только CH ₄	240	1,0	~200	~200	Около 75% экономии в результате рекуперации CH ₄ из свалок при чистых негативных прямых расходах; 25% – при 20 долл. США на т C _{ек} .
Варианты применения заменителей по Монреальскому протоколу газы, помимо CO ₂	0	данных нет	~100	данных нет	Около половины сокращений обусловлено разницей в базовых условиях исследований и СДСВ. Остальная половина сокращений доступна при чистых прямых расходах ниже 200 долл. США на т C _{ек} .
Энергоснабжение и преобразование энергии ^b только CO ₂	(1,620)	1,5	50-150	350-700	Существуют варианты ограничения чистых негативных прямых расходов: многие варианты доступны по цене ниже 100 долл. США на т C _{ек} .
Итого	6,900-8,400 ^c		1,900-2,600 ^d	3,600-5,050 ^d	

^a Здания включают оборудование, сами здания и облицовку зданий.

^b Этот диапазон для сельского хозяйства обусловлен, главным образом, значительными неопределенностями в отношении выбросов CH₄, N₂O и выбросов CO₂, связанных с почвой. Основным компонентом отходов являются свалки, выделяющие метан; другие сектора можно оценить точнее, поскольку для них основным компонентом является ископаемый CO₂.

^c Включены показатели по вышеупомянутому сектору. Сокращения включают только варианты производства электроэнергии (переход на газ/ядерное топливо, рекуперация и хранение CO₂, повышение эффективности теплоэлектростанций и использование возобновляемых источников).

^d Итоговый показатель включает все сектора, проанализированные в главе 3 РГП ТДО для всех шести газов. Сюда не входят источники CO₂, не связанные с энергетикой (производство цемента, 160 Мт С; газовые факелы, 60 Мт С и изменения в землепользовании, 600-1400 Мт С) и энергия, используемая для преобразования топлива в секторе конечного потребления (в общей сложности 630 Мт С). Если сюда включить очистку нефти и коксовый газ, то глобальные выбросы CO₂ в 1998 г., составляющие 7100 Мт С, увеличатся на 12%. Следует учесть, что выбросы в секторе лесного хозяйства и варианты смягчения последствий с помощью их поглотителей углерода не включены.

^e По базовым сценариям СДСВ (для шести газов, включенных в Киотский протокол) прогнозируется диапазон выбросов 11 500-14 000 Мт C_{ек} в 2010 году и 12 000-16 000 Мт C_{ек} в 2020 году. Оценки сокращения выбросов в большей степени совместимы с базовыми тенденциями выбросов в сценарии СДСВ B2. В потенциальных сокращениях учтен регулярный оборот капитальных фондов. Они не ограничиваются затратоэффективными вариантами, но исключают варианты стоимостью выше 100 долл. США за Мт C_{ек} (за исключением газов, регулируемых Монреальским протоколом) или варианты, которые не будут приняты в порядке применения общепринятой политики.

осуществления других вариантов (см. таблицу 7-2). Для смягчения последствий

с помощью биологических методов можно использовать три способа: а) сохранение существующих углеродных пуллов, б) секвестрация посредством увеличения

Таблица 7-2 Оценки потенциальных глобальных выбросов парниковых газов в 2010 г.: землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.			
<i>Категории вариантов смягчения последствий</i>	<i>Потенциальное сокращение выбросов в 2010 г. [Мт С год⁻¹]</i>	<i>Потенциальные сокращения выбросов [Мт С]</i>	
Обезлесение/ лесовозобновление (ОЛ) ^a	197-584		Включает углерод в подземной и наземной биомассе. Исключает углерод в почве и в мертвом органическом материале.
Сокращение масштабов обезлесения (СО) ^b		1,788	Потенциал сокращения масштабов обезлесения весьма неопределенный в случае тропиков. Погрешность может составлять порядка ±50%
Улучшение системы управления в секторе землепользования (УЗ) ^b	570		Допускается, что это наилучший имеющийся вариант дальнейшей управленческой практики применительно к каждому виду землепользования и каждой климатической зоне.
Изменения в землепользовании (ИЗ) ^b	435		
Итого	1,202-1,589	1,788	

^a Источник: СДЗИЗЛХ, таблица РП-3. На основе исходного сценария МГЭИК. Информации по другим исходным сценариям нет. Потенциал относится к прогнозируемому диапазону учтенного среднего обмена запасов за период 2008-2012 годов (Мт С год⁻¹).
^b Источник: СДЗИЗЛХ, таблица РП-3. На основе исходного сценария МГЭИК. Информации по другим исходным сценариям нет. Потенциал относится к прогнозируемому среднему обмену запасов (Мт С).
^b Источник: СДЗИЗЛХ, таблица РП-4. Потенциал относится к прогнозируемому чистому обмену запасов углерода в 2010 году (Мт С год⁻¹). Перечень мероприятий не является ни исчерпывающим, ни полным, причем маловероятно, что все страны будут осуществлять все мероприятия. Некоторые из этих оценок отражают значительную неопределенность.

размера углеродных пулов¹³ и в) замена устойчиво производимых биологических продуктов (например лесоматериалы вместо энергоемких строительных материалов и биомасса вместо ископаемых видов топлива). Если утечку можно предотвратить, то тогда работа по сохранению находящихся под угрозой пулов может способствовать предотвращению выбросов и может приобрести устойчивый характер только в том случае, если будут решены социально-экономические проблемы, ведущие к обезлесению и исчезновению других углеродных пулов. Поглощение углерода отражает биологическую динамику роста, которая зачастую сначала проявляется слабо, затем достигает максимума и впоследствии начинает снижаться в течение десятилетий, а то и столетий. Потенциал вариантов смягчения последствий биологическими методами составляет порядка 100 Гт С (в совокупности) на период до 2050 года, что эквивалентно 10-20% прогнозируемых выбросов в результате сжигания ископаемых видов топлива в этот период, хотя для этого прогноза характерны существенные неопределенности. Реализация этого потенциала зависит от наличия земельных угодий и водных ресурсов, а также от темпов применения соответствующей практики землепользования. Самым крупным биологическим потенциалом в области поглощения атмосферного углерода обладают субтропические и тропические регионы.

7.5 Использование возможностей, включая технологии и меры по сокращению выбросов парниковых газов, может предполагать необходимость преодоления барьеров посредством осуществления соответствующих программных мер.

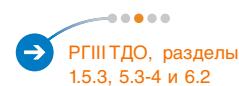
7.6 Для успешной реализации вариантов смягчения последствий, связанных с выбросом парниковых газов, потребуется преодолеть технические, экономические, политические, культурные, социальные, поведенческие

→ РГIII ТДО, разделы 1.5 и 5.3-5

¹³ Изменение методов землепользования может повлиять на атмосферную концентрацию CO₂. Гипотетически если бы весь углерод, выброшенный в результате изменения методов землепользования в прошлом, можно было вернуть в земную биосферу в течении нынешнего столетия (например посредством лесовосстановления), то концентрация CO₂ снизилась бы на 40-70 млн. m^{-2} .

и/или институциональные барьеры, которые препятствуют всестороннему использованию технологических, экономических и социальных возможностей этих вариантов (см. таблицу 7-1). Потенциальные возможности смягчения последствий и виды барьеров варьируются в зависимости от регионов и секторов, а также во времени. В большинстве случаев страны могут воспользоваться новаторскими системами финансирования, социального просвещения и инновационной деятельности, институциональных реформ, устранения барьеров на пути торговли и искоренения нищеты. Это обусловлено широким разнообразием потенциала в области смягчения последствий. Беднейшие группы населения в любой стране располагают ограниченными возможностями в плане применения технологий или изменения своих социальных привычек, особенно если они не входят в систему экономики, построенной на денежных отношениях. Большинство стран могли бы с успехом провести новаторскую финансовую и институциональную реформу и устраниить барьеры на пути торговли. В промышленно развитых странах будущие возможности заключаются, в первую очередь, в устранении социальных и поведенческих барьеров, в странах с переходной экономикой – в рационализации цен, а в развивающихся странах – в рационализации цен, расширении доступа к данным и информации, наличии передовых технологий, обеспечении финансовых ресурсов, профессиональной подготовке и создании потенциала. Вместе с тем возможности для любой данной страны могут заключаться в устранении этих барьеров в любой их комбинации.

- 7.7 **Меры реагирования на изменение климата на национальном уровне могут быть более эффективными, если они представляют собой набор программных инструментов, нацеленных на ограничение или сокращение чистых выбросов парниковых газов.** Этот набор может включать – в зависимости от национальных обстоятельств – налоги на выбросы/углерод/энергоносители, передаваемые или непередаваемые лицензии, политику в области землепользования, предоставление и/или прекращение субсидий, системы депозитов/возмещения, технические или эксплуатационные стандарты, обязательное использование различных видов энергии, запрет на некоторые виды продукции, добровольные соглашения, информационные компании, экологическую маркировку, государственные расходы и инвестиции и поддержку исследований и разработок (НИОКР). В имеющейся литературе, как правило, предпочтение какому-либо конкретному программному инструменту не отдается.
- 7.8 **Согласованные действия между странами и секторами могут способствовать снижению расходов по смягчению последствий путем решения проблем, связанных с конкурентоспособностью, потенциальной коллизией с правилами международной торговли и утечкой углерода. Какая-либо группа стран, желающая ограничить свои коллективные выбросы парниковых газов, может принять решение ввести в действие хорошо разработанные международные механизмы.** Механизмы, проанализированные в РГIII ТДО и получившие развитие в Киотском протоколе, включают торговлю выбросами, совместное осуществление (СО) и механизм чистого развития (МЧР). Другие международные инструменты, также проанализированные в РГIII ТДО, включают согласованные или унифицированные налоги на выбросы/углерод/энергию, соответствующий налог на выбросы/углерод/энергию, стандарты на технологию и изделия, добровольные соглашения с промышленностью, прямую передачу финансовых ресурсов и технологии и согласованное создание стимулирующих условий, например сокращение субсидий на ископаемые виды топлива. Некоторые из этих механизмов на сегодняшний день рассмотрены только в отдельных регионах.
- 7.9 **Передача технологии между странами и регионами расширит выбор вариантов на региональном уровне, а экономия за счет масштабов производства и обучения позволит снизить расходы по их применению.**



РГIII ТДО, разделы
1.5.3, 5.3-4 и 6.2



РГIII ТДО, разделы
6.3-4 и 10.2

Концепции потенциалов смягчения последствий

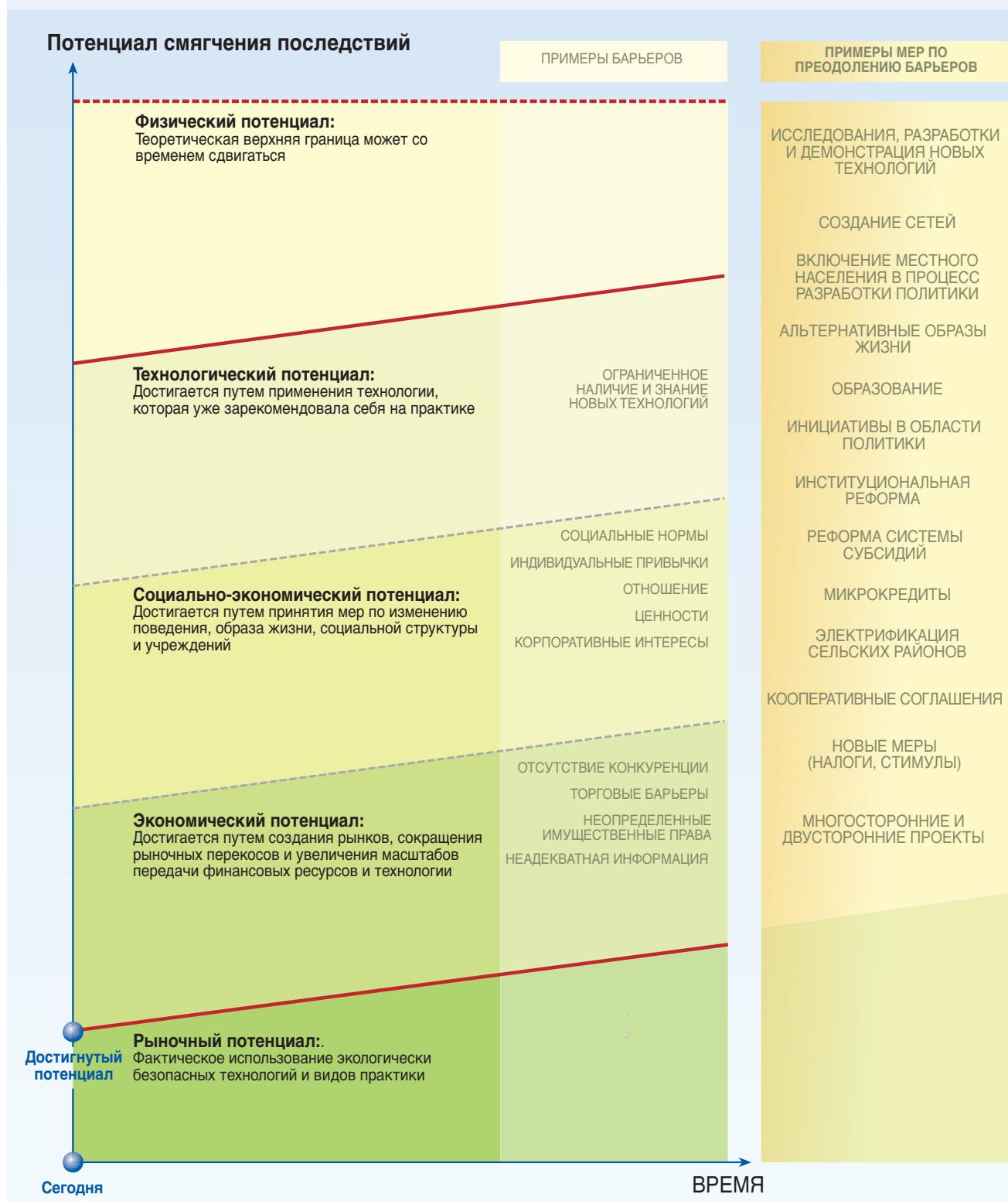


Рисунок 7-1. Проникновение экологически безопасных технологий (включая практику): концептуальная схема. Реализации различных потенциалов могут препятствовать многие барьеры. Существующие возможности преодоления барьеров включают новаторские проекты, программы и финансовые соглашения. Какая-либо мера может распространяться не на один барьер, а на несколько. Можно осуществлять меры, направленные на устранение барьеров, одновременно на всех уровнях. Осуществление этих мер может предполагать необходимость разработки соответствующей государственной политики, мероприятий и инструментов. Социально-экономический потенциал может располагаться на графике в любом месте между экономическим и технологическим потенциалом.



- 7.10 Адекватный кадровый и организационный потенциал на каждом этапе процесса может способствовать увеличению потока и повышению качества технологий, передаваемых в рамках стран и между ними.** Передача экологически безопасных технологий в настоящее время рассматривается в качестве важнейшего элемента глобальных стратегий по обеспечению устойчивого развития и смягчения последствий, связанных с изменением климата. Наличие на местах технических, деловых, управленческих и нормативных навыков может привести к увеличению потоков международного капитала, содействуя тем самым передаче нужных технологий. Технические навыки можно развивать путем формирования профессионального мастерства в соответствующих службах, организационного ноу-хау и укрепления потенциала в области разработки и обеспечения исполнения соответствующих правил. Создание потенциала – процесс постоянный, который должен идти в ногу с развитием вариантов смягчения последствий, поскольку они соответствуют техническим и социальным изменениям.
- 7.11 Правительства могут создавать стимулирующие условия для передачи технологий по линии частного и государственного сектора путем разработки разумной экономической политики и нормативной базы, обеспечения гласности и политической стабильности.** Меры, подлежащие рассмотрению на макроуровне, включают реформу правовой системы, охрану прав интеллектуальной собственности, открытый и конкурентоспособный рынок, сокращение масштабов коррупции, создание условий, препятствующих применению ограничительной деловой практики, реформу системы экспортных кредитов, страхование политических рисков, сокращение объема помощи, оказываемой на определенных условиях, создание физической инфраструктуры и инфраструктуры связи и укрепление стабильности на уровне макроэкономики. На отраслевом и проектном уровнях такие меры включают рационализацию цен на топливо и электричество, институциональную реформу сектора энергетики, укрепление права собственности на землю, гласные процедуры утверждения проектов, обеспечение оценки местных потребностей в технологиях и социального воздействия технологий, межгосударственные исследования и разработки в области новаторских технологий и опытно-показательные программы.
- 7.12 Процессы эффективной передачи технологий можно укрепить путем создания сетей в составе частных и государственных заинтересованных сторон и смещения акцента на изделия и методы, обеспечивающие различные вспомогательные выгоды, которые удовлетворяют местным потребностям и приоритетам в области развития или могут быть адаптированы к ним.** Решению этой задачи могут способствовать национальные инновационные системы (НИС) по линии таких мероприятий, как: (а) укрепление учебных заведений; (б) сбор, оценка и распространение технической, коммерческой, финансовой и юридической информации; (в) оценка технологий, опытно-показательные проекты и службы пропаганды; (г) поддержка коммерческих посреднических организаций и (д) новаторские финансовые механизмы. Увеличение потоков национальной и многосторонней помощи, включая официальную помощь в целях развития, может способствовать мобилизации и увеличению дополнительных финансовых ресурсов на поддержку деятельности в области НИС.
- 7.13 Расширение масштабов международного сотрудничества, например в области торговли выбросами¹⁴ и передачи технологий, позволит странам-участницам снизить расходы по смягчению последствий.**



РГIII ТДО разделы 2.4.5
и 10.3.3, и СДПТ РП



РГIII ТДО, раздел 10.3.3
и СДПТ РП



РГIII ТДО, раздел 10.3.3
и СДПТ РП

¹⁴ Этот рыночный подход к достижению экологических целей позволяет тем, кто снижает выбросы парниковых газов ниже требуемого уровня, использовать или продавать избыточное сокращение в целях компенсации выбросов из другого источника внутри страны или за ее пределами. Здесь этот термин используется широко и включает торговлю разрешениями на выбросы и сотрудничество в рамках соответствующих проектов.

- 7.14 Большое число исследований, в которых используются как индуктивные, так и дедуктивные подходы (определение см. во вставке 7-1), содержат данные о расходах, связанных со смягчением последствий выбросов парниковых газов. Оценки расходов по ограничению выбросов парниковых газов в результате сжигания ископаемого топлива варьируются в широких пределах и зависят от выбора методологии, основных допущений, сценариев выбросов, программных инструментов, года отчетности и других критериев.
- 7.15 **Дедуктивные исследования указывают на наличие существенных возможностей смягчения последствий при низких издержках.** В соответствии с оценками конкретных технологий и секторов, сделанными с помощью дедуктивных моделей (см. вставку 7-1), половина потенциальных сокращений выбросов, указанных в таблице 7-1, может быть обеспечена к 2020 году в условиях превышения прямых выгод над прямыми расходами, а другая половина – при чистых прямых расходах не более 100 долл. США на т С_{ек} (по ценам 1998 года). Однако по указанным ниже соображениям, реализация этого потенциала может выглядеть по-иному. Эти оценки расходов получены с использованием коэффициентов дисконтирования в пределах 5–12%, что соответствует коэффициентам дисконтирования, используемым в государственном секторе. Внутренние коэффициенты окупаемости в частном секторе варьируются в весьма широких пределах и зачастую значительно выше, что отрицательно сказывается на темпах применения этих технологий частными субъектами хозяйствования. Исходя


 РГIII ТДО, разделы 1.5, 3.3-8, 5.3-4 и 6.2

Вставка 7-1
Дедуктивные и индуктивные подходы к оценке расходов: важнейшие факторы и масштабы неопределенности.

По целому ряду причин конкретные количественные оценки расходов, связанных со смягчением последствий, характеризуются значительными различиями и неопределенностью. Различия в оценках расходов обусловлены (а) методологией, используемой в анализе, и (б) факторами и допущениями, на которых строится этот анализ. Дедуктивные модели включают детальные анализы технических расходов применительно к широкому спектру имеющихся и предполагаемых технологий и очень подробно описывают структуру потребления энергии. Однако они, как правило, включают относительно мало данных о поведении потребителей продукции, не относящейся к категории энергетической, и о взаимодействии с другими секторами экономики. Расходы, рассчитанные с помощью дедуктивных моделей, могут располагаться в диапазоне от негативных значений (в связи с принятием «беспроигрышных» вариантов) до позитивных. Негативные издержки означают, что прямые выгоды от соответствующего варианта смягчения последствий превышают связанные с ним расходы (чистый капитал, эксплуатационные расходы и расходы по техническому содержанию). Однако рыночные и институциональные барьеры могут воспрепятствовать, задержать или сделать более дорогостоящей работу по применению этих вариантов. Включение расходов по осуществлению и разработке политики приводит к завышению издержек, рассчитанных с помощью дедуктивных моделей.

Индуктивные модели представляют собой агрегированные модели экономики, которые зачастую строятся на анализе прошлых тенденций и взаимоотношений в целях прогнозирования крупномасштабных взаимодействий между секторами экономики, особенно взаимодействий между сектором энергетики и остальной частью экономики. Индуктивные модели, как правило, включают относительно мало данных о потреблении энергии и техническом прогрессе. Расходы, рассчитанные с помощью индуктивных моделей, обычно варьируются в пределах от нуля до позитивных значений. Это обусловлено тем, что варианты негативных расходов, рассчитанные с помощью индуктивных моделей, используются, в соответствии с допущениями, как в базовых, так и в программных сценариях. Это – важный фактор различий в оценках, рассчитанных с помощью этих двух видов моделей.

Включение одних факторов может привести к занижению оценок, а других – к завышению. Учет многих парниковых газов, поглотителей, вынужденных технических изменений и торговли выбросами может привести к снижению расходов. Кроме того, проведенные исследования предполагают, что социальные издержки, связанные с ограничением выбросов парниковых газов из некоторых источников, могут быть нулевыми или негативными в той степени, в которой программные меры разрабатываются с учетом «беспроигрышных» вариантов, таких, как корректировка рыночных перекосов, включение дополнительных выгод и эффективное «рециклирование» налоговых поступлений. Международное сотрудничество, которое способствует затратоэффективному сокращению выбросов, может привести к снижению расходов, связанных с мерами по смягчению последствий. С другой стороны, учет потенциальных краткосрочных потрясений на уровне макроэкономики, ограничение использования внутренних и международных рыночных механизмов, высокие трансакционные расходы, включение дополнительных расходов и неэффективные меры по «рециклированию» налоговых поступлений могут привести к повышению расходов. Поскольку ни один анализ не содержит всех соответствующих факторов, сказывающихся на расходах по смягчению последствий, прогнозируемые расходы, возможно, неточно отражают фактические расходы, связанные с реализацией действий по смягчению последствий.


 РГIII ТДО, разделы 3.3-8, 7.6.6.3, 8.2-3 и 9.4 и
РГIII ТДО, вставка РП-2

из данного сценария выбросов можно сделать вывод о том, что чистые прямые расходы по ограничению глобальных выбросов в период 2010-2020 годов ниже уровней 2000 года будут соответствовать этим оценкам. Реализация указанных сокращений предполагает дополнительные расходы по осуществлению, которые в ряде случаев могут быть существенными, возможно потребность в программной поддержке, расширение исследований и разработок, эффективную передачу технологии и преодоление других барьеров. Различные глобальные, региональные, национальные, отраслевые и проектные исследования, проанализированные в разделе ТДО, подготовленном РГПП, охватывают иной круг вопросов и построены на иных допущениях. Исследования проведены не по каждому сектору и региону.

- 7.16 Имеющиеся на сегодняшний день оценки расходов по смягчению последствий биологическими методами, которые рассчитаны с помощью дедуктивных анализов, варьируются в широких пределах и не всегда учитывают все существенные компоненты расходов.** Известные на сегодняшний день расчеты расходов смягчения последствий биологическими методами, проведенные с помощью дедуктивных анализов, варьируются в широких пределах: от 0,1 долл. США до примерно 20 долл. США в расчете на т С в некоторых тропических странах и от 20 долл. США до 100 долл. США в расчете на т С в нетропических странах. Методы финансового анализа и учета углерода не сопоставимы. Кроме того, калькуляция расходов во многих случаях не охватывает, в частности, расходы на инфраструктуру, соответствующее дисконтирование, мониторинг, сбор данных и осуществление, альтернативные расходы, связанные с использованием земли и техническим обслуживанием, и другие повторяющиеся расходы, которые зачастую исключаются или не учитываются. По оценкам, нижняя часть этого диапазона занижена, однако постепенно понимание и учет этих расходов улучшается. Варианты смягчения последствий биологическими методами могут привести к сокращению или повышению выбросов других парниковых газов, помимо CO₂.


 РГПП ТДО, разделы 4.3-4

- 7.17 Прогнозируемые расходы по сокращению выбросов в результате осуществления программных вариантов в ближайшем будущем в условиях отсутствия торговли выбросами с участием стран, включенных в приложение B, в целях соблюдения заданного показателя выбросов CO₂ в ближайшее время, которые рассчитаны с использованием некоторых моделей¹⁵ глобальной экономики (индуктивные модели), варьируются по регионам (показано с помощью коричневых линий на рисунке 7-2а в разбивке по регионам для стран, включенных в приложение II, и в таблице 7-3а).** Различные результаты, полученные с помощью моделей в рамках регионов, обусловлены различными допущениями в отношении будущих темпов роста ВВП и изменений углеродного компонента и энергоемкости (различные социально-экономические схемы развития). Этими же причинами объясняются и различия между регионами. Указанные модели построены на предположении о том, что инструменты национальной политики являются эффективными и соответствуют инструментам международной политики, т.е. они предполагают, что сокращения производятся с помощью рыночных механизмов (например с установлением верхних пределов и с помощью торговли) в рамках каждого региона. В той степени, в которой регионы используют различные рыночные механизмы и директивные методы, расходы, как можно предположить, будут выше. С другой стороны, включение поглотителей углерода, парниковых газов, помимо CO₂, вынужденных технических изменений, вспомогательных выгод или целенаправленного "рециклирования" налоговых поступлений может привести к снижению расходов.

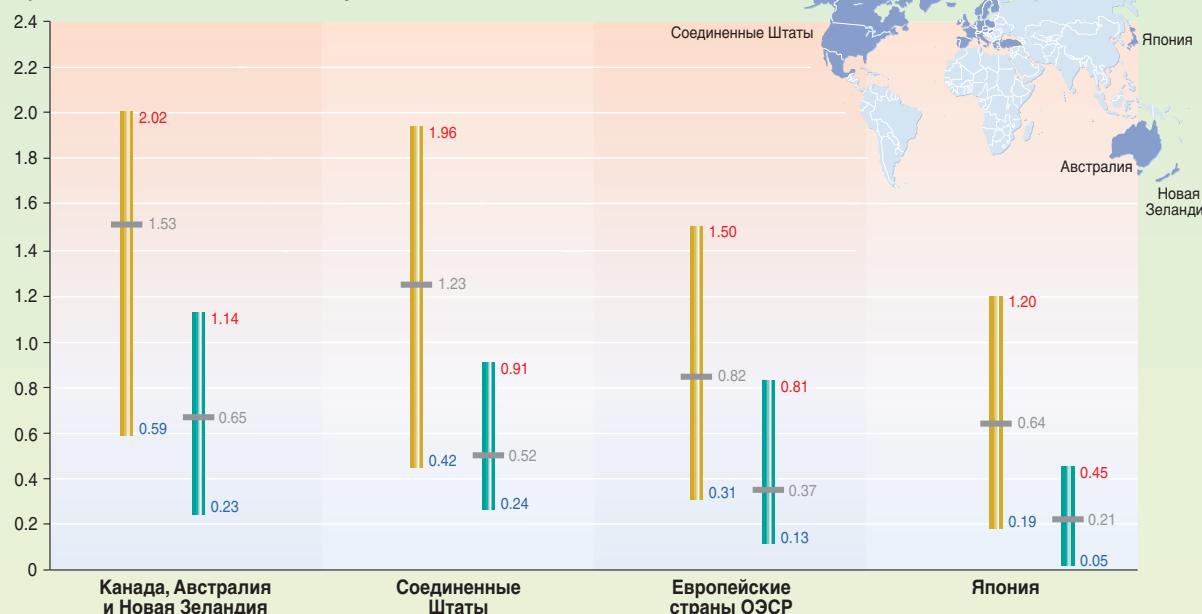

 РГПП ТДО, разделы 8.2-3

¹⁵ Результаты вышеупомянутых моделей используются в сценариях Форума моделирования энергетики, в которых рассматриваются выгоды от торговли выбросами. В анализах, о которых говорится здесь, эти модели исключают поглотители, варианты различных газов, вспомогательные выгоды, макроэкономические потрясения и вынужденные технические изменения, но включают единовременные выплаты в порядке рециклирования налоговых поступлений. В базовую модель включены дополнительные «беспрогрышные» варианты, которые здесь не перечислены.

Прогнозируемое снижение ВВП и предельных расходов в странах, включенных в приложение II, в 2010 году, рассчитанное на основе глобальных моделей

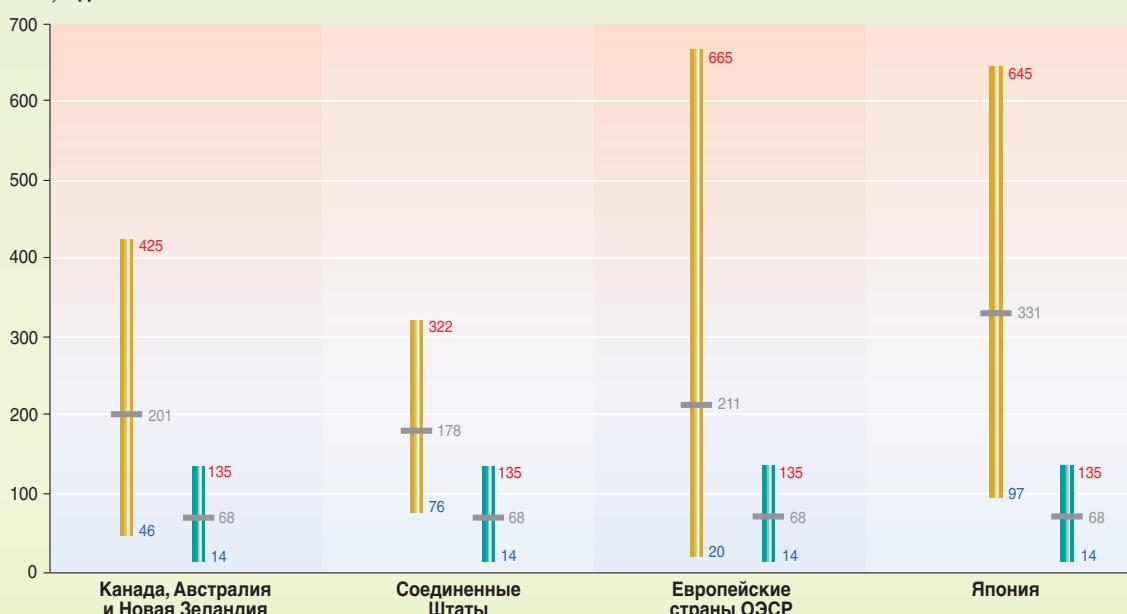
(a) Снижение ВВП

Процент снижения ВВП в 2010 году



(b) Предельные расходы

1990, в долл. США на т С



Диапазон результатов для двух сценариев

|| Отсутствие права международной торговли выбросами углерода: каждый регион должен производить предписанное сокращение

|| Предоставление неограниченного права на торговлю выбросами углерода странами, включенными в приложение II

Три цифры на каждой вертикальной линии представляют собой самые высокие, средние и самые низкие результаты прогнозов, рассчитанные на основе ряда моделей.

Рисунок 7-2. Прогнозируемое снижение ВВП и предельных расходов в 2010 году в странах, включенных в приложение II, рассчитанное на основе глобальных моделей: (a) снижение ВВП и (b) предельные расходы.

Сокращение прогнозируемого ВВП рассчитано на 2010 год по базовому случаю расчета ВВП на основе имеющихся моделей. Эти прогнозы основаны на результатах, полученных девятью группами по моделированию, которые участвовали в исследовании в рамках Форума моделирования энергетики. Эти прогнозы, отраженные в цифрах, относятся к четырем регионам, образующим приложение II. В моделях рассматриваются два сценария. В первом каждый регион производит предписанное сокращение с учетом только внутренней торговли выбросами углерода. Во втором допускается торговля между странами, включенными в приложение II, поэтому предельные расходы по всем регионам одинаковы. Ключевые факторы, допущения и неопределенности, на которых строились эти исследования, см. во вставке 7-1.

→ РГIII ТДО, разделы
8.3.1 и 10.4.4

7.18 **Модели, использованные в указанном выше исследовании, показывают, что киотские механизмы являются важным средством ограничения рисков, сопряженных с повышением расходов в данных странах, и, таким образом, могут дополнять внутренние программные механизмы и позволить свести до минимума риск несправедливых международных воздействий.** Например, коричневая и голубая линии на рисунке 7-2в и таблица 7-3в показывают, что национальные предельные издержки по соблюдению киотских целей варьируются от примерно 20 долл. США до 600 долл. США на т С в условиях отсутствия торговли с участием стран, включенных в приложение В, и от 15 долл. США до 150 долл. США на т С в условиях торговли с участием стран, включенных в приложение В, соответственно. На момент проведения этих исследований большинство моделей было разработано без учета поглотителей, других газов, помимо CO₂, МЧР, вариантов негативных расходов, вспомогательных выгод или целевого “рециклирования” налоговых поступлений, включение которых приведет к снижению прогнозируемых расходов. С другой стороны, в этих моделях используются допущения, которые несколько снижают расходы, поскольку они предполагают неограниченное использование торговли выбросами без трансакционных расходов как внутри стран, включенных в приложение В, так и между ними, а также тот факт, что меры по смягчению последствий будут максимально эффективны и что в период с 1990 по 2000 год начата работа по корректировке экономики стран с целью соблюдения Киотского протокола. Сокращение расходов в результате торговли с участием стран, включенных в приложение В, будет зависеть от конкретных аспектов осуществления, включая совместимость внутренних и международных механизмов, ограничения и трансакционные расходы. Ниже приведены ориентировочные данные, характеризующие широкий диапазон изменения ВВП стран, включенных в приложение В.

- В случае стран, включенных в приложение II, вышеупомянутые исследования на основе моделей показывают сокращение ВВП в сравнении с прогнозируемыми уровнями в 2010 году. Из рисунка 7-2 следует, что в условиях отсутствия торговли с участием стран, включенных в приложение В, снижение составит от 0,2 до 2% ВВП. В условиях торговли с участием стран, включенных в приложение В, сокращение составит от 0,1% до 1% ВВП. Национальные исследования, в которых рассматривается более разнообразный набор программных мер и учитываются конкретные национальные обстоятельства, дают еще больший разброс показателей.
- Для большинства стран с переходной экономикой воздействие на ВВП варьируется в пределах от ничтожно малой величины до увеличения на несколько процентов, что отражает возможности повышения энергоэффективности, которых нет у стран, включенных в приложение II. В случае допущений, предполагающих кардинальные меры по повышению энергоэффективности и/или продолжение экономического спада в некоторых странах, установленные количества могут превысить прогнозируемые выбросы в первый период действия обязательств. В этом случае модели показывают увеличение ВВП за счет поступлений от торговли установленными количествами. Однако для некоторых стран с переходной экономикой осуществление Киотского протокола будет иметь те же последствия для ВВП, что и для стран, включенных в приложение II.

7.19 **Нагрузка, связанная с выбросами, на страны, включенные в приложение I, сопряжена с точно установленными, хотя и не одинаковыми побочными последствиями¹⁶ для стран, не включенных в приложение I.**

- Страны – экспортёры нефти, не включенные в приложение I. Анализы показывают различные расходы, включая, в частности, сокращение прогнозируемого ВВП и сокращения прогнозируемых поступлений от нефти. Исследование, в котором получены самые низкие расходы, показывает снижение прогнозируемого ВВП на 0,2% в 2010 году в условиях отсутствия торговли выбросами и менее 0,05% прогнозируемого ВВП в условиях торговли

→ РГIII ТДО, разделы ТР 8.3, 7.3, 8.3, 9.2 и 10.2

→ РГIII ТДО, разделы 8.3.2 и 9.3.1-2

¹⁶ Побочные последствия включают только экономические последствия, но не включают экологические.

Таблица 7-3Результаты сопоставления моделей, разработанных Форумом моделирования энергетики^a

(а) Расчетное сокращение (в % от общего ВВП) для различных рассмотренных режимов торговли, связанных с соблюдением целей Киотского протокола в странах, включенных в приложение В

Модель	Отсутствие торговли				Торговля с участием стран, включенных в приложение I			
	КАНЗ	США	ОЭСР Европа	Япония	КАНЗ	США	ОЭСР Европа	Япония
АБАРЕ-ГТЕМ	1,96	1,96	0,94	0,72	0,23	0,47	0,14	0,05
АИМ	0,59	0,45	0,31	0,25	0,36	0,31	0,17	0,13
СЕТА		1,93				0,67		
“Три Г”	1,83	0,42	1,50	0,57	0,72	0,24	0,61	0,45
ГРАПЕ			0,81	0,19			0,81	0,10
МЕРДЖ-3	2,02	1,06	0,99	0,80	1,14	0,51	0,47	0,19
МС-МРТ	1,83	1,88	0,63	1,20	0,88	0,91	0,13	0,22
РАЙС	0,96	0,94	0,55	0,78	0,54	0,56	0,28	0,30

(б) Предельные расходы по сокращению (в долл. США по ценам 1990 г. на т С; цель Киотского протокола на 2010 год).

Модель	КАНЗ	США	ОЭСР Европа	Япония	Торговля с участием стран, включенных в приложение I
АБАРЕ-ГТЕМ	425	322	665	645	106
АИМ	147	153	198	234	65
СЕТА		168			46
“Фанд”					14
“Три Г”	157	76	227	97	53
ГРАПЕ			204	304	70
МЕРДЖ-3	250	264	218	500	135
МИТ-ЕРРА	247	193	276	501	76
МС-МРТ	213	236	179	402	77
РАЙС	145	132	159	251	62
СГМ	201	188	407	357	84
“УорлдСкэн”	46	85	20	122	20

(в) Расходы по осуществлению Киотского протокола странами - экспортёрами нефти в соответствии с различными моделями^b.

Модель ^c	Отсутствие торговли ^d	Торговля с участием стран, включенных в приложение I	“Глобальная торговля”
“Три Г” ГРИН ГТЕМ МС-МРТ ОПЕК КЛИМОКС	-25% от поступлений за нефть -3% реального дохода Сокращение ВВП на 0,2% Снижение благосостояния на 1,39% -17% от поступлений ОПЕК данных нет	-13% поступлений за нефть “существенно меньшее снижение” Сокращение ВВП менее 0,05% Снижение благосостояния на 1,15% -10% от поступлений ОПЕК -10% от поступлений некоторых экспортёров нефти	-7% поступлений за нефть данных нет данных нет Снижение благосостояния на 0,36% -8% от поступлений ОПЕК данных нет

^a Таблица 7-3а взята из РГПИ ТДО, таблица ТР-5; Таблица 7-3б – из РГПИ ТДО, таблица ТР-4; и Таблица 7-3с – из РГПИ ТДО, таблица ТР-6.

^b Определение страны – экспортёра нефти не всегда одинаково. В случае моделей “Три Г” и ОПЕК речь идет о странах ОПЕК; в случае модели ГРИН – о группе стран–экспортёров нефти; в случае ГТЕМ – о Мексике и Индонезии; в случае МС-МРТ – о странах ОПЕК и Мексике; и в случае КЛИМОКС – о западноазиатских и североафриканских экспортёрах нефти.

^c Эти модели свидетельствуют о воздействии на глобальную экономику в 2010 году в условиях принятия мер по смягчению последствий в соответствии с целями Киотского протокола (как правило в случае моделей, применяемых к сокращению выбросов CO₂ к 2010 году, а не к выбросам парниковых газов в период 2008–2012 годов), в результате введения в действие налога на углерод или коммерчески переуступаемых разрешений на выбросы в условиях “рециклирования” поступлений путем единовременных выплат потребителям. В результатах не учитываются дополнительные выгоды, например сокращение ущерба, вызванного местным загрязнением воздуха.

^d “Торговля” означает торговлю разрешениями на выбросы между странами.

выбросами между странами, включенными в приложение В¹⁷. Исследование, в котором получены самые высокие расходы, показывает сокращение прогнозируемых поступлений от нефти на 25% в 2010 году в условиях отсутствия торговли выбросами и на 13% в условиях торговли выбросами между странами, включенными в приложение В (см. таблицу 7-3с). В этих

¹⁷ Эти прогнозируемые расходы могут быть выражены в качестве разницы в темпах роста ВВП за период 2000–2010 годов. При отсутствии торговли выбросами темпы роста ВВП снижаются на 0,02 процентных пункта в год; в случае торговли выбросами между странами, включенными в приложение В, темпы роста снижаются менее чем на 0,005 процентных пункта в год.

исследованиях не учитываются иные меры¹⁸ и политика, помимо торговли выбросами между странами, включенными в приложение В, которые могли бы снизить последствия для стран-экспортеров нефти, не включенных в приложение I. Воздействие на эти страны может быть дополнительно снижено за счет ликвидации системы субсидий на ископаемые виды топлива, реструктуризации налога на энергоносители в зависимости от содержания углерода, более широкого использования природного газа и диверсификации экономики стран-экспортеров нефти, не включенных в приложение I.

- *Другие страны, не включенные в приложение I. Они могут оказаться в неблагоприятном положении в результате снижения спроса на их экспорт в страны ОЭСР и повышение цены на те углеродоемкие и другие виды продукции, которые они продолжают импортировать. Эти страны могут получить определенную выгоду в результате снижения цен на топливо, увеличения экспорта углеродоемких видов продукции и передачи экологически безопасных технологий и ноу-хау. Чистый баланс для данной страны зависит от тех факторов, которые оказывают доминирующее воздействие. В силу этих сложностей разбивка этих стран на те, которые выигрывают, и те, которые проигрывают, остается нечеткой.*
- *Утечка углерода. Возможное перемещение некоторых углеродоемких отраслей в страны, не включенные в приложение I, и более масштабное воздействие на торговые потоки в ответ на изменение цен могут привести к утечке углерода на уровне 5-20%¹⁹. Исключения (например для энергоемких отраслей) вряд ли приведут, по результатам моделирования, к более сильной утечке углерода, однако могут привести к повышению совокупных издержек. Передача экологически безопасной технологии и ноу-хау, не включенная в модели, может привести к снижению утечки, а в более долгосрочном плане может ее с лихвой компенсировать.*

7.20 Некоторые источники выбросов парниковых газов могут быть ограничены без каких бы то ни было социальных издержек или даже при негативных издержках в той мере, в какой стратегия предусматривает использование “беспрогрышных” возможностей. Это может быть достигнуто путем устранения рыночных перекосов, учета дополнительных выгод (см. вопрос 8) и “рециклирования” поступлений в целях финансирования программ по сокращению налогов, ведущих к рыночному дисбалансу (“двойной дивиденд”).



РГIII ТДО, разделы
5.3-5, 7.3.3, 8.2.2, 8.2.4,
9.2.1-2, 9.2.4, 9.2.8 и 10.4

- *Рыночные перекосы. Сокращение существующих рыночных или институциональных сбоев и других барьеров, препятствующих принятию затратоэффективных мер по сокращению выбросов, может снизить частные издержки по сравнению с нынешней практикой. Это также может привести к сокращению частных издержек в целом.*
- *Дополнительные выгоды. Меры по смягчению последствий, связанных с изменением климата, могут воздействовать на другие проблемы, стоящие перед обществом. Например, сокращение выбросов углерода во многих случаях приведет к одновременному снижению загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях. Вполне возможно, что стратегии в области смягчения последствий окажут воздействие на транспорт, сельское хозяйство, практику землепользования и утилизацию и удаление отходов и скажутся на других вопросах, представляющих*

¹⁸ Эти меры и политика включают меры, применяемые в отношении газов, помимо CO₂, и неэнергетических источников всех газов,нейтрализацию за счет поглотителей, реструктуризацию промышленности (например в направлении от производителя энергии до поставщика услуг в области энергетики), использование рыночной моши ОПЕК и меры (например принимаемые странами, включенными в приложение В) в области финансирования, страхования и передачи технологии. Кроме того, эти исследования, как правило, не включают следующие виды программных мер и последствия, которые могут привести к снижению общих расходов по смягчению: использование налоговых поступлений на цели снижения налогового бремени или финансирования других мер по смягчению последствий, дополнительные выгоды от сокращения выбросов в результате использования ископаемых видов топлива и вынужденные технологические изменения, обусловленные политикой в области смягчения последствий.

¹⁹ Под утечкой углерода здесь понимается увеличение выбросов в странах, не включенных в приложение В, в связи с осуществлением мер по сокращению в странах, включенных в приложение В, выраженное в виде процентной доли от сокращений в странах, включенных в приложение В.

общественный интерес, таких, как трудоустройство и безопасность энергетики. Однако не все из этих последствий будут положительными; тщательная разработка и отбор программных мер может в большей степени обеспечить положительное воздействие и снизить негативные последствия. В некоторых случаях масштабы дополнительных выгод от работы по смягчению последствий могут быть сопоставимы с масштабами расходов, связанных с мерами по смягчению последствий, укрепляя тем самым «беспрогрызный» потенциал, хотя оценки здесь наталкиваются на трудности и варьируются в широких пределах.

- **Двойной дивиденд.** Некоторые механизмы (например налоги или переуступаемые на коммерческой основе разрешения) обеспечивают поступления в государственную казну. Если их использовать для финансирования работы по сокращению существующих перекосов в налогах (“рециклирование поступлений”), то эти поступления позволят снизить экономические издержки, связанные с достижением целей сокращения выбросов парниковых газов. Масштабы этой компенсации зависят от существующей структуры налогов, типа налоговых скидок, условий на рынках труда и методов “рециклирования”. В некоторых условиях вполне может быть, что экономические выгоды могут превзойти расходы, связанные со смягчением последствий.

Потенциал, барьеры, возможности, политика и расходы, связанные со стабилизацией концентрации парниковых газов в атмосфере в долгосрочной перспективе.

- 7.21 **Расходы по стабилизации зависят как от поставленной цели, так и от схемы сокращения выбросов.**
- 7.22 **Единой схемы достижения в будущем низкого уровня выбросов нет, поэтому странам и регионам придется выбирать свою собственную схему. Результаты моделирования в большинстве случаев указывают на то, что известные технологические варианты²⁰ могут обеспечить в течение ближайших 100 лет или далее широкий спектр уровней стабилизации атмосферного CO₂, например 550 млн. ⁻¹ по объему, 450 млн. ⁻¹ по объему или ниже, однако для выполнения этой задачи потребуется произвести соответствующие социально-экономические и институциональные изменения.** Сценарии позволяют предположить, что для достижения стабилизации на этих уровнях потребуется весьма существенное сокращение выбросов углерода в мире на единицу ВВП по отношению к уровням 1990 года. В случае исключительно важного сектора энергетики практически все сценарии сокращения выбросов парниковых газов и стабилизации их концентрации включают компонент эффективных технологий как использования энергии, так и энергоснабжения, а также производство энергии с низким или нулевым выбросом углерода. Однако обеспечить все сокращения выбросов, необходимые для стабилизации, с помощью какого-либо одного технологического варианта невозможно. Существенные резервы сокращения выбросов скрываются также в вариантах сокращения в источниках, не имеющих отношения к энергетике, и парниковых газов, помимо CO₂.
- 7.23 **Существенному снижению расходов по стабилизации концентрации на заданном уровне может способствовать разработка и распространение новой конкурентоспособной с экономической точки зрения и экологически безопасной технологии.** В огромной работе, проведенной по этому вопросу, рассматривается воздействие разработки и распространения технологий на расходы

→ РГIII ТДО, разделы 2.3.2, 2.4.5, 2.5.1-2, 3.5 и 8.4 и РГIII ТДО, глава 3, приложение

→ РГIII ТДО, раздел 10.3.3

²⁰ “Известные технологические варианты” означают технологии, которые сегодня применяются на практике или находятся на этапе экспериментальной отработки, как указано в сценариях смягчения последствий, рассматриваемых в настоящем докладе. Они не включают никаких новых технологий, которые предполагают необходимость радикальных технологических прорывов. Таким образом, с учетом продолжительности расчетного периода сценария эту оценку можно считать осторожной.

по достижению альтернативных уровней стабилизации. Основной вывод состоит в том, что расходы по смягчению последствий выбросов зависят в огромной степени от способности разработать и применять новую технологию. Стоимость работы по успешному распространению технологии, как представляется, огромна и зависит от масштабов и графика сокращения выбросов, принятого исходного сценария и экономической конкурентоспособности технологии.

7.24 **При определении расходов по смягчению последствий схема стабилизации может иметь столь же важное значение, как и сам уровень стабилизации.**

Исследования с помощью экономического моделирования, завершенные после подготовки ВДО, указывают на то, что постепенный переход в ближайшем будущем от системы энергетики, сложившейся сегодня в мире, к экономике с меньшим выбросом углерода позволит свести до минимума расходы, связанные с досрочным выводом из эксплуатации существующих основных фондов. Он также даст время для разработки и распространения соответствующей технологии и позволит избежать преждевременного “замыкания” на начальные варианты быстро развивающейся технологии, обеспечивающей низкий уровень выбросов. С другой стороны, более быстрые краткосрочные меры позволяют повысить гибкость в работе на пути обеспечения стабилизации, снизить опасность для окружающей среды и людей, связанную с прогнозируемым изменением климата, и свести до минимума потенциальные последствия инерции климатических и экологических систем (см. вопрос 5). Он может также стимулировать более быстрое внедрение существующих технологий, обеспечивающих низкий уровень выбросов, и в значительной мере стимулировать в краткосрочном плане будущий технологический прогресс, который мог бы содействовать снижению риска «замыкания» на углеродоемких технологиях. Он также даст более широкие возможности для последующего “ужесточения” целей в этой области, если это будет сочтено необходимым в свете более глубокого научного понимания этой проблемы.



РГIII ТДО, разделы
2.3.2, 5.3.1, 8.4 и 10.4.2-3

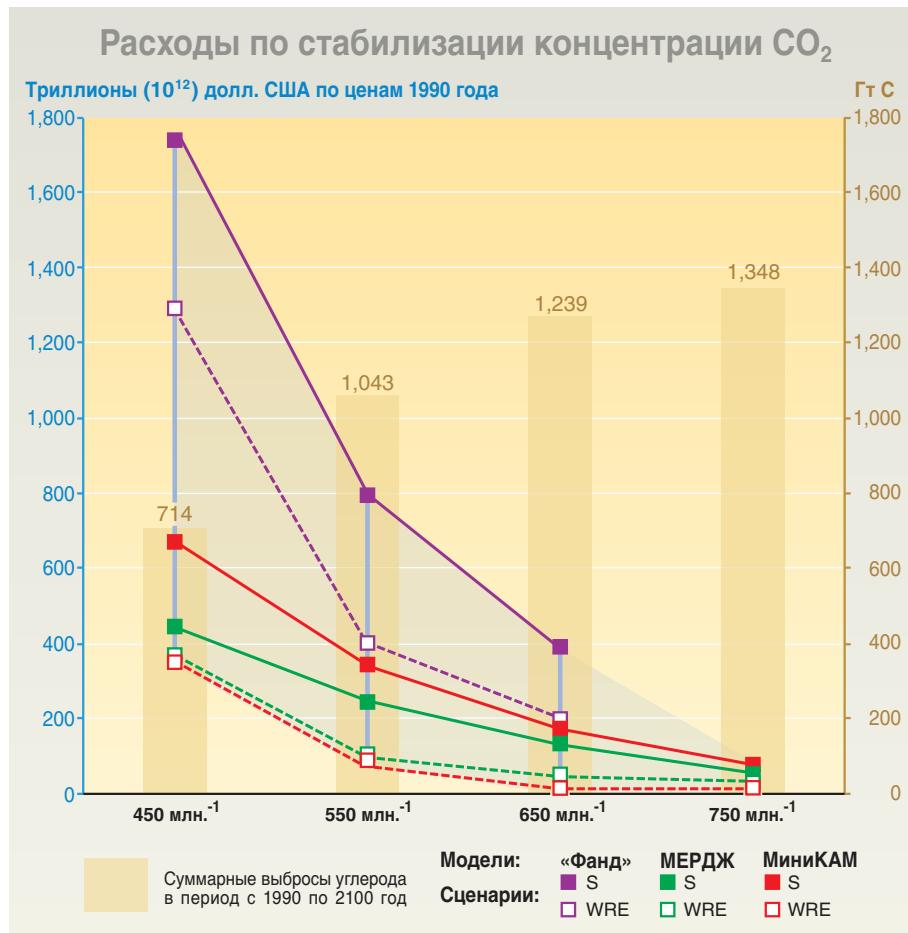
7.25 **Исследования эффективности затрат в столетнем диапазоне временной шкалы дают основание предположить, что расходы по смягчению последствий путем стабилизации концентрации CO₂ в атмосфере повышаются по мере снижения уровня стабилизации концентрации. Абсолютные расходы могут в значительной мере зависеть от различных базовых условий.**

Если при переходе от стабилизации концентраций на уровне 750 до 550 млн.⁻¹ по объему расходы увеличиваются в умеренной степени, то при переходе от 550 до 450 млн.⁻¹ расходы увеличиваются более существенно (см. рисунок 7-3), если только выбросы, предусмотренные базовым сценарием, не слишком низки (см. рисунок 7-4). Хотя прогнозы по результатам моделирования показывают, что глобальная тенденция роста ВВП в долгосрочном плане не слишком подвержена влиянию мер по смягчению последствий посредством стабилизации, они, тем не менее, ничего не говорят о возможности более крупных колебаний, которые могут произойти в течение более коротких промежутков времени и в пределах секторов или регионов. Однако эти результаты не учитывают ни поглощение углерода, ни возможные последствия более амбициозных целей для требуемых технологических изменений. Расходы, связанные с каждым уровнем концентрации, зависят от многих факторов, включая коэффициент дисконтирования, распределение сокращений выбросов во времени, используемые программы и меры и, в частности, выбор базового сценария. В случае сценариев, которые, например, ограничены перспективами устойчивого развития на местном и региональном уровнях, суммарные издержки, связанные со стабилизацией на конкретном уровне, значительно ниже, чем в случае других сценариев. Кроме того, по мере расширения горизонта прогнозирования фактор неопределенности начинает приобретать большее значение.



РГIII ТДО, разделы
2.5.2, 8.4.1, 8.4.3 и
10.4.6

7.26 **Научные исследования и разработки в области энергетики и социального обучения могут способствовать увеличению потока и внедрению более совершенных технологий в области энергетики на протяжении всего XXI века.**



→ РГIII ТДО, разделы 2.5.2, 8.4.1, 8.4.3 и 10.4.6

Рисунок 7-3. Расходы по смягчению последствий (в долл. США по ценам 1990 года с корректировкой нынешних значений методом дисконтирования на уровне 5% в год за период с 1990 по 2100 год) посредством стабилизации концентрации CO₂ на уровне 450-750 млн. Гт C по объему рассчитаны с использованием трехглобальных моделей, построенных на основе различных базовых условий моделирования. Предотвращенные воздействия, обусловленные изменением климата, не включены. В каждом случае расходы рассчитываются на основе двух схем сокращения выбросов, необходимого для достижения заданной цели: S (в РГIII ТДО обозначается в качестве схем выбросов РГI) и WRE, изложенных в ответе на вопрос 6. Столбки показывают суммарные выбросы углерода в период с 1990 по 2100 год. Суммарные будущие выбросы до достижения верхнего предельного запаса углерода указаны над столбиками в Гт C.

- 7.27 **Сценарии с более низкими уровнями выбросов предполагают необходимость наличия иных схем развития энергоресурсов и активизации исследований и разработок в области энергетики в целях содействия ускоренной разработке и внедрению передовых экологически безопасных технологий в области энергетики.** Можно практически с уверенностью утверждать, что выбросы CO₂ в результате сжигания ископаемых видов топлива будут оказывать доминирующее влияние на тенденцию атмосферной концентрации CO₂ в течение XXI века. Данные о ресурсах, проанализированные в ТДО, могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Ресурсы ископаемых видов топлива не позволяют ограничить выбросы углерода в XXI веке (см. рисунок 7-5). Содержание углерода в разведанных традиционных месторождениях нефти и газа гораздо ниже, чем в совокупных выбросах углерода, связанных со стабилизацией CO₂ на уровнях 450 млн. Гт C по объему или выше²¹. Эти данные о ресурсах могут предполагать необходимость изменения комбинаций энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Выбор комбинации энергоресурсов и связанных с этим технологий и инвестиций – либо в большей степени в направлении эксплуатации нетрадиционных ресурсов нефти и газа, либо в направлении использования иных источников энергии, помимо ископаемых видов топлива, или же в направлении технологий производства энергии на базе ископаемых видов топлива, но с рекуперацией и хранением углерода – позволит определить, могут ли быть стабилизированы концентрации парниковых газов, и, если могут, то на каком уровне и за счет каких издержек.

→ РГIII ТДО, разделы 2.5.1-2, 3.8.4 и 8.4.5

²¹ Ссылка на конкретный уровень концентрации не предполагает установленной на согласованной основе целесообразности стабилизации именно на этом уровне.

- 7.28 **Снижение расходов на НИОКР в области энергетики не соответствует цели ускорения разработки и внедрения передовых технологий в области энергетики.** Расходы на НИОКР в области энергетики со стороны государств, включенных в приложение II, резко увеличились после повышения цен на нефть в 1970 году, однако по группе в целом с начала 80-х годов они постоянно снижаются в реальном выражении. В некоторых странах это снижение составляет целых 75%. Финансовая поддержка НИОКР в области экономии энергии и возобновляемых источников энергии повысилась. Однако другие технологии, имеющие важное значение с точки зрения изменения климата, например использование биомассы на коммерческой основе и рекуперация и хранение углерода в целом, составляют незначительную часть в общей научно-исследовательской работе в области энергетики.

→ РГIII ТДО, раздел 10.3.3
и СДПТ, раздел 2.3

- 7.29 **Работе по смягчению последствий, связанных с изменением климата, может содействовать социальное обучение и новаторская деятельность, а также изменения в институциональной структуре.** Изменения в правилах поведения коллективов и отдельных людей могут оказать существенное воздействие на выбросы парниковых газов, однако они происходят в сложных институциональных, нормативных и правовых условиях. Некоторые исследования предполагают, что нынешние системы стимулирования могут поощрять ресурсоемкие виды производства и структуры потребления, которые приводят к увеличению выбросов парниковых газов во всех секторах (например в транспорте и жилищном секторе). В более краткосрочном плане есть возможности воздействовать на поведение отдельных лиц и организаций посредством применения новаторских подходов на уровне общества. В более долгосрочном плане такие новаторские подходы в сочетании с техническим прогрессом могут способствовать дальнейшему укреплению социально-экономического потенциала, особенно в том случае, если предпочтения и культурные нормы будут смещены в сторону формирования такого поведения, которое обеспечивало бы более низкий уровень выбросов и устойчивое развитие. Эти новаторские подходы зачастую наталкиваются на сопротивление, которое

→ РГIII ТДО, разделы
1.4.3, 5.3.7, 10.3.2 и
10.3.4.



Рисунок 7-4. Примерная взаимосвязь в 2050 году между относительным снижением ВВП, вызванным деятельностью по смягчению последствий, сценариями СДСВ и уровнем стабилизации. Величина снижения ВВП, как правило, возрастает с увеличением жесткости уровня стабилизации, однако расходы в значительной мере зависят от выбора базового сценария. В этих прогнозируемых расходах по смягчению последствий не учитываются потенциальные выгоды от предотвращения климатических изменений.

→ РГIII ТДО, рисунок 8-18

можно преодолеть посредством поощрения более широкого участия общественности в процессе принятия решений. Это также может способствовать выработке новых подходов к устойчивости и справедливости.

Сведение воедино краткосрочных и долгосрочных подходов.

- 7.30 **Процесс принятия решений в области изменения климата – это последовательный процесс в условиях неопределенности. Принятие решения в любой момент времени предполагает нахождение нужного баланса между риском, сопряженным с недостаточными действиями, и риском, сопряженным с чрезмерными действиями.**
- 7.31 **Разработка стратегии осторожного управления рисками предполагает тщательный учет последствий (как экологических, так и экономических), вероятности их наступления и отношения общества к риску.** Весьма вероятно,

→ РГIII ТДО, раздел 10.4.3

Углерод, содержащийся в запасах и ресурсах ископаемого топлива в сравнении с выбросами углерода, произведенными в результате использования ископаемого топлива в прошлом, и с суммарными выбросами углерода, рассчитанными по группе сценариев СДСВ и сценариям стабилизации ТДО до 2100 года

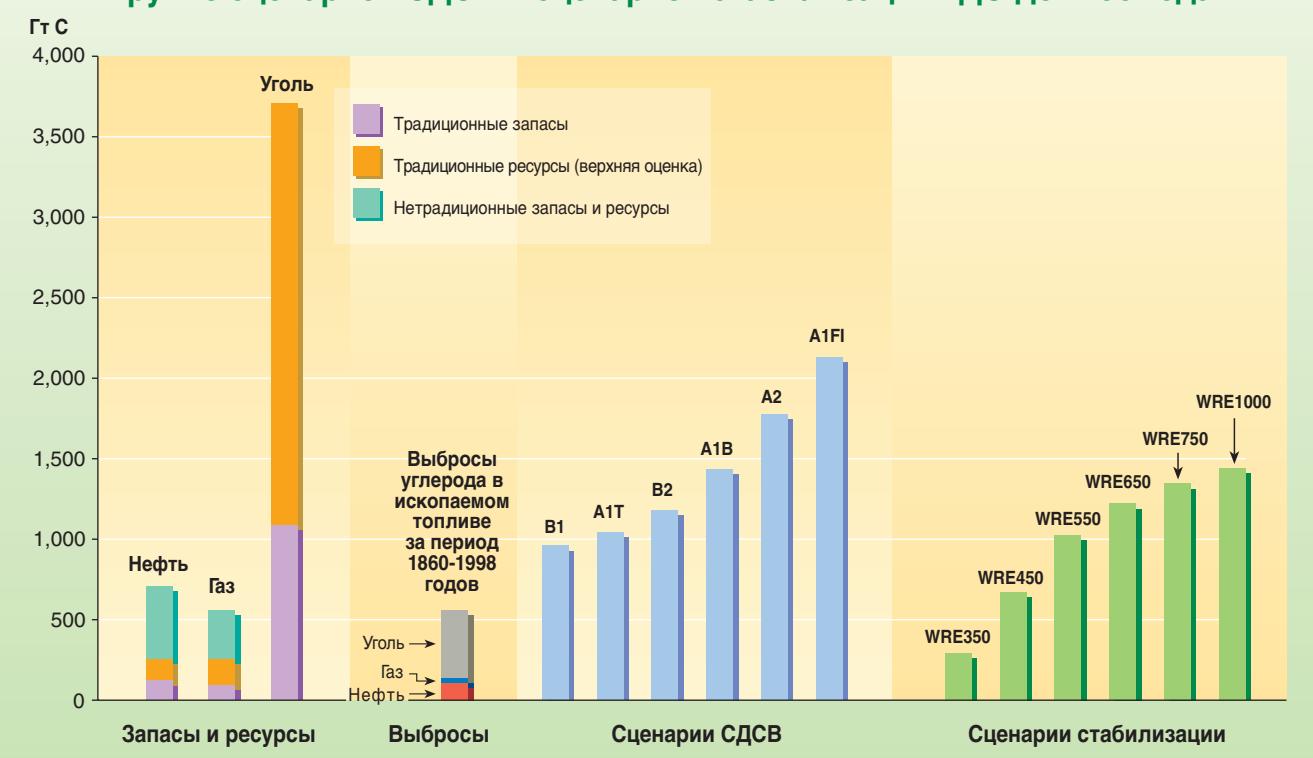


Рисунок 7-5. Углерод, содержащийся в запасах и ресурсах нефти, газа и угля, сопоставляется с прошлыми выбросами углерода, связанными с использованием ископаемого топлива, за период 1860-1998 годов и с суммарными выбросами углерода, рассчитанными по ряду сценариев СДСВ и сценариям стабилизации ТДО до 2100 года. Данные о нынешних запасах и ресурсах показаны в виде столбиков с левой стороны графика. Нетрадиционные запасы нефти и газа включают битуминозные пески, горючие сланцы, другие виды тяжелой нефти, метан в угольных пластах, газ под давлением в глубокорасположенных геологических пластах, газ в водоносном слое и т.д. Газовые гидраты (клатраты), количество которых, по оценкам, составляет 12 тыс. Гт С, не показаны. Сценарные столбики показывают как исходные сценарии СДСВ, так и сценарии, которые ведут к стабилизации концентрации CO₂ в заданном диапазоне. Следует иметь в виду, что если к 2100 году суммарные выбросы, рассчитанные по сценарию СДСВ, равны или меньше выбросов, рассчитанных по сценариям стабилизации, то это не значит, что эти сценарии ведут к одним и тем же уровням стабилизации.

→ РГIII ТДО, раздел 3.8.1

что такой риск для разных стран будет разным, и, возможно, разным он будет и для различных поколений. В этой связи в данном докладе подтверждается вывод, сделанный в ВДО относительно того, что более полная информация о процессах изменения климата и его воздействий, а также о реагировании общества на эти изменения будет, судя по всему, приобретать большое значение. Если решения, касающиеся политики в области климата на ближайшую перспективу, вырабатываются уже сейчас, то цель стабилизации концентраций все еще находится на стадии полемики. В научной литературе предлагается поэтапное решение, направленное на стабилизацию концентраций парниковых газов. Это также предполагает нахождение нужного баланса между риском, сопряженным с недостаточными действиями, и риском, сопряженным с чрезмерными действиями. В этой связи уместно задать вопрос не о том, “какой должен быть наиболее эффективный курс действий на ближайшие 100 лет”, а скорее “какой будет наиболее эффективный курс действий на ближайшую перспективу с учетом ожидаемого изменения климата в долгосрочной перспективе и сопутствующих ему неопределенностей”.

- 7.32 **Стабилизация атмосферных концентраций будет зависеть от сокращений выбросов ниже уровней, предусмотренных в Киотском протоколе.** Анализы большинства сценариев, разработанных после СДСВ, дают возможность предположить, что для достижения стабилизации на уровне 450 млн.⁻¹ по объему может понадобиться произвести сокращение выбросов в период с 2008 по 2012 год в странах, включенных в приложение I, в гораздо большей степени, нежели это предусмотрено обязательствами по Киотскому протоколу. Эти анализы также предполагают, что соблюдение общих обязательств по Киотскому протоколу может соответствовать схемам, позволяющим обеспечить стабилизацию на уровне 550 млн.⁻¹ по объему или выше. Другие анализы предполагают более постепенное отклонение от базовых условий выбросов даже в случае 450 млн.⁻¹ с дальнейшими резкими сокращениями в последующие периоды действия обязательств. Эта схема подвергается влиянию со стороны факторов инерции системы и прогнозов относительно того, каким образом первоначальные сокращения выбросов в странах, включенных в приложение I, могут воздействовать на величину и масштабы ограничения выбросов в последующие периоды.



РГIII ТДО, разделы 2.5.2 и 8.4

- 7.33 **Смягчение последствий, обусловленных изменением климата, ставит проблему справедливости в отношениях между регионами и между поколениями.**

- 7.34 **Различия в распределении технологических, природных и финансовых ресурсов среди стран и регионов и между поколениями, а также различия в расходах по смягчению последствий представляют собой зачастую ключевые факторы анализа вариантов смягчения последствий, связанных с изменением климата.** Эти обстоятельства также зачастую рассматриваются в ходе полемики вокруг будущего различного вклада стран в работу по смягчению последствий и решению связанного с этим вопроса справедливости²². Задача по решению проблемы изменения климата поднимает важный вопрос справедливости, который заключается в определении той степени, в какой воздействия, обусловленные изменением климата, или программные меры по смягчению его последствий слаживают или усугубляют несправедливость как между странами и регионами, а также внутри их, так и между поколениями. Выводы в отношении этих различных аспектов справедливости включают:



РГIII ТДО, разделы 1.3, 2.5.2, 8.2.2, 10.2 и 10.4.5

- *справедливость в рамках стран. Большинство исследований показывают, что эффект распределения налога на углерод носит регressiveный характер, если только налоговые поступления не используются либо непосредственно, либо косвенно*

²² Подходы к справедливости классифицируются на множество категорий, включая категории, в основе которых лежат ассигнования, полученные результаты, процессы, права, обязательства, нищета и возможности, что отражает различные надежды на обеспечение справедливости, используемые для анализа программных процессов и соответствующих им результатов.

- в интересах групп с низким уровнем дохода; регрессивный аспект можно полностью или частично компенсировать за счет мер по “рециклированию” поступлений;*
- *справедливость между странами и регионами. Проанализированные в настоящем докладе сценарии стабилизации выбросов парниковых газов предполагают, что ограничивают и сокращают свои выбросы парниковых газов в первую очередь развитые страны и страны с переходной экономикой²³.* Еще один аспект справедливости между странами и регионами заключается в том, что смягчение последствий, обусловленных изменением климата, может сгладить несправедливость, которая была бы усиlena в результате воздействий, обусловленных изменением климата (см. вопрос 6);
 - *справедливость в отношениях между поколениями. Стабилизация концентраций зависит в большей степени от суммарных, нежели годовых выбросов; сокращения выбросов, произведенные любым поколением, приведут к тому, что нагрузка по сокращению выбросов, которая будет лежать на будущих поколениях, будет меньшей²⁴.* Справедливость в отношении между поколениями можно укрепить посредством снижения воздействий, обусловленных изменением климата, путем смягчения этих последствий любым поколением, поскольку это приведет не только к ограничению воздействий, которые должны в первую очередь коснуться тех, у кого меньше всего ресурсов, но и к тому, что будущим поколениям придется выполнять меньшую работу по адаптации к изменениям климата (см. вопрос 6).

²³ Выбросы во всех регионах так или иначе отличаются от базовых условий. Глобальные выбросы отличаются на начальном этапе и в значительной мере в случае более низких уровней стабилизации или более высоких уровней в первоначальных сценариях. Такие сценарии нечетки и не дают информации о том, каким образом эти изменения скажутся на справедливости, каким образом они могут быть достигнуты и кто может нести любые связанные с этим расходы.

²⁴ Другие аспекты графика сокращения выбросов парниковых газов см. выше.

B8

Вопрос 8

Что известно о взаимодействиях между прогнозируемыми изменениями климата, вызванными антропогенной деятельностью, и другими экологическими вопросами (например такими, как загрязнение воздуха в городах, региональные кислотные отложения, уменьшение биологического разнообразия, истощение стратосферного озона, опустынивание и деградация земельных ресурсов)? Что известно об экологических, социальных и экономических издержках и выгодах этих взаимодействий и их последствиях для интеграции стратегий противодействия изменению климата на справедливой основе в более широкие стратегии устойчивого развития на местном, региональном и глобальном уровнях?

- 8.1 Ответ на этот вопрос включает два важных элемента. Первый заключается в том, что воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду проявляются в ряде проблем, многие из которых обусловлены общими факторами, связанными с удовлетворением потребностей людей. Второй заключается в том, что между многими из этих проблем – их причинами и последствиями – существуют биogeографические и социально-экономические связи. Поскольку здесь речь идет прежде всего об изменении климата, этот ответ включает оценку существующего понимания взаимосвязей между причинами и последствиями актуальных ключевых проблем в области окружающей среды. К этому добавляется совокупность значительно различающихся в настоящее время подходов к определению политики в отношении этих проблем. Таким образом, этот ответ показывает, как выбор того или иного варианта, связанного с какой-либо проблемой, может оказывать положительное или отрицательное влияние на выбор другого варианта. Такое понимание позволяет применять эффективные комплексные подходы.
- 8.2 **Местные, региональные и глобальные экологические проблемы иногда переплетаются таким образом, что оказывают совокупное воздействие на устойчивое удовлетворение потребностей людей.**
- 8.3 **Удовлетворение потребностей людей во многих случаях вызывает деградацию окружающей среды, что, в свою очередь, затрудняет удовлетворение нынешних и будущих потребностей людей.** Общество располагает определенным набором социально-экономических схем развития; однако они могут быть устойчивыми только в том случае, если окружающей среде уделяется должное внимание. Деградация окружающей среды уже очевидна на местном, региональном и глобальном уровнях и проявляется в загрязнении воздуха, нехватке пресной воды, обезлесивании, опустынивании, кислотных осаждениях, уменьшении биологического разнообразия и генетических и видовых изменениях, деградации земельных ресурсов, истощении стратосферного озона и изменении климата. Весьма часто удовлетворение потребностей людей вызывает или усугубляет многие экологические проблемы, которые могут увеличить уязвимость к изменению климата. Например, в целях повышения сельскохозяйственного производства увеличилось применение удобрений, орошения и конверсии лесных массивов в сельскохозяйственные угодья. Такие виды сельскохозяйственной деятельности могут оказывать воздействие на климат Земли в результате выбросов парниковых газов, вести к деградации земельных ресурсов в связи с эрозией и засолением и уменьшать биоразнообразие. В свою очередь, изменение климата может сказаться на удовлетворении потребностей людей. Например, на производительности сельского хозяйства могут отрицательно сказаться изменения масштабов и режима выпадения дождей, а на здоровье людей в городских районах могут оказать влияние приливы жары.
- 8.4 **Подобно тому, как в основе различных экологических проблем часто лежат одни и те же движущие силы (экономический рост, широкомасштабный технический прогресс, образ жизни, демографические изменения (численность населения, возрастная структура и миграция) и управлеческие структуры), так и решению целого ряда экологических и социально-экономических проблем препятствуют одни и те же барьера.** Многие из этих барьеров могут препятствовать определению подходов к решению экологических проблем, например:
- повышение спроса на природные ресурсы и энергию;
 - рыночные перекосы, включая субсидии, которые обуславливают неэффективное использование ресурсов и действуют в качестве барьера, препятствующего проникновению на рынок экологически безопасных технологий; нечеткое понимание истинной ценности природных ресурсов; неспособность осознать глобальные ценности природных ресурсов на местном уровне и невключение издержек, связанных с деградацией окружающей среды, в рыночную цену того или иного ресурса;

→ РГ I ТДО, разделы 3.4.4.1 и 5.2, РГ II ТДО разделы 4.1 и 5.1-2 и РГ III ТДО, разделы 3.6 и 4.2

→ РГ III ТДО, глава 5, СДСВ, глава 3 и СДПТ РП 1.5

- ограниченное наличие и ограниченная передача технологии, неэффективное использование технологий и неадекватные инвестиции в исследования и разработки технологий, ориентированных на будущее;
- неспособность должным образом организовать рациональное использование природных ресурсов и энергии.

8.5 **Многие экологические проблемы, которые традиционно рассматривались раздельно, должны, на самом деле, быть увязаны с изменением климата через общие биохимические и социально-экономические процессы.**

8.6 На рисунке 8-1 показано, как изменение климата взаимосвязано со многими другими экологическими вопросами.



Рисунок 8-1. Климат зависит от геохимических процессов и циклов, обусловленных взаимодействием между соответствующими компонентами окружающей среды, на которые оказывает воздействие антропогенная деятельность. На схеме показаны некоторые из этих вопросов. Для простоты одинарными стрелками с двумя указателями между вопросами показаны некоторые действующие связи. Например, биологические и экологические процессы играют важную роль в формировании климата Земли как на региональном, так и на глобальном уровне посредством регулирования концентрации водяных паров и других парниковых газов, содержание которых в атмосфере увеличивается или сокращается. Изменение климата воздействует на границы, состав и функционирование таких экологических систем, как леса, а изменение структуры и жизнедеятельности лесов влияет на климатическую систему Земли посредством изменения биохимических циклов, в частности круговорота углерода, азота и воды. Существуют и другие связи, такие, как взаимодействие между качеством воздуха и лесами, непосредственные или косвенные кислотные осаждения, которые для упрощения здесь не показаны.

Загрязнение воздуха озоном у поверхности Земли и изменение климата

8.7

Загрязнение воздуха озоном у поверхности Земли и вызывающие его выбросы газов являются важными факторами, способствующими глобальному изменению климата. Те загрязняющие вещества, которые порождают загрязнение воздуха озоном у поверхности Земли (окислы азота, окись углерода и летучие органические соединения), способствуют также и увеличению глобальной концентрации тропосферного озона, выводя его в разряд третьего наиболее важного вещества, после CO₂ и CH₄, увеличивающего радиационное воздействие (см. рисунок 2-2). В некоторых регионах выбросы веществ, действующих на концентрации озона, регулируются региональными природоохранными соглашениями (см. таблицу 8-3) и другими правилами.



РГ I ТДО, разделы 4.2.3-4

8.8

Глобальное изменение климата и повышение уровней тропосферного озона могут обострить проблемы в области загрязнения воздуха в городах. Прогнозы, основанные на некоторых сценариях СДСВ, показывают повышение уровней тропосферного озона более чем на 40 млрд.⁻¹ в большей части средних широт в северном полушарии. Такое увеличение приведет к возрастанию приблизительно в два раза базовых уровней озона в атмосфере над многими городскими агломерациями, значительно ухудшая качество воздуха. Изменение климата может оказаться на метеорологических условиях (региональные температурные показатели, облачный покров и режим ветров у поверхности), влияющих на фотохимические процессы, и на распространенности случаев катастрофического загрязнения. Если повышение температур в целом способствует увеличению количества озона в городских районах, то оценки изменения частоты и интенсивности катастрофических случаев загрязнения еще не производились. Отрицательное воздействие качества воздуха на здоровье людей в городах может усиливаться в связи с увеличением приливов жары в результате изменения климата, вызванного антропогенными факторами.



РГ I ТДО, разделы 4.4.4 и 4.5-6 и РГ II ТДО, разделы 7.2.2.3 и 9.6

Кислотные осаждения и изменение климата

8.9

Сульфат-аэрозоли, образующиеся в результате выбросов серы при сжигании ископаемых видов топлива, способствуют как кислотным осаждениям, так и похолоданию климата. Кислотные осаждения оказывают неблагоприятное воздействие на земные и водные экосистемы и наносят ущерб здоровью людей и многим видам материалов. Некоторые из таких воздействий могут усиливаться в результате изменения климата (например в виде повышения влажности или температуры). Меры по сокращению выбросов серы предпринимались во многих странах, в результате чего в последние годы в некоторых регионах наблюдалось сокращение сульфатных осаждений (см. таблицу 8-2). Эта ситуация позволила спрогнозировать на основе сценариев СДСВ концентрации сульфат-аэрозолей в будущем ниже уровней, указанных в сценариях ВДО. В свою очередь, это дало основание составить менее отрицательные прогнозы в области радиационного воздействия аэрозолей, следовательно, предположить их более слабое охлаждающее воздействие, компенсирующее потепление, вызванное парниковыми газами.



РГ I ТДО, разделы 5.2.2.6, 5.5.3, 6.7 и 6.15, РГ II ТДО, разделы 5.6, 5.7.3 и 15.2.4.2 и СДСВ, раздел 3.6.4

Истощение стратосферного озона и изменение климата

8.10

Истощение стратосферного озона ведет к увеличению проникновения биологически активного ультрафиолетового излучения и похолоданию климата. Истощение озонового слоя привело к увеличению проникновения биологически активного ультрафиолетового излучения, оказывающего вредное воздействие на здоровье людей и животных, на растения и т.д. В течение двух последних десятилетий наблюдаемая убыль стратосферного озона привела к сокращению нисходящего инфракрасного излучения в тропосферу из более низких (и теперь более холодных) слоев стратосферы. Истощение стратосферного озона



РГ I ТДО, разделы 4.2.2 и 6.4

изменило также концентрацию тропосферного озона, а это, в результате проникновения большего количества солнечных ультрафиолетовых лучей в тропосферу, привело к более быстрому фотохимическому разрушению CH_4 и, тем самым, к сокращению его радиационного воздействия. Эти явления ведут также к похолоданию климата.

- 8.11 **Многие галоидуглероды, которые вызывают истощение озонового слоя, имеют также большое значение и как парниковые газы.** Хлорфторуглероды, например, в значительной мере усиливают общее положительное радиационное воздействие, начиная с доиндустриальной эпохи. Отрицательное радиационное воздействие, обусловленное истощением стратосферного озона (как отмечено выше), уменьшает его концентрацию примерно наполовину. Монреальский протокол направлен на прекращение действия обоих этих факторов, усиливающих радиационное воздействие. Однако один класс заменителей запрещенных в настоящее время хлорфторуглеродов составляют именно гидрофторуглероды, которые входят в число парниковых газов, указанных в Киотском протоколе. Эта накладка может в перспективе привести к конфликту между целями этих двух протоколов.



РГ I ТДО, разделы 4.2.2 и 3.3

- 8.12 **Изменение климата будет оказывать влияние на температурные режимы и режимы ветров в стратосфере, что, возможно, приведет к дальнейшему истощению стратосферного озона под воздействием хлорфторуглерода в последние 50 лет.** Повышение уровня концентрации парниковых газов в стратосфере ведет, в целом, к понижению ее температуры, что влечет за собой изменения в химических процессах в стратосфере. В соответствии с прогнозами, основанными на некоторых исследованиях, существующие темпы изменения климата приведут к значительному увеличению степени истощения стратосферного озонового слоя в районе Арктики в течение последующего десятилетия, прежде чем произойдет существенное снижение концентраций хлорфторуглеродов. Несмотря на то, что существование многих механизмов взаимодействия между климатом и озоновым слоем сегодня установлено, согласованные количественные характеристики этого явления еще не определены.



РГ I ТДО, разделы 4.5, 6.4 и 7.2.4.2

Биоразнообразие, сельское и лесное хозяйство и изменение климата

- 8.13 **Изменения земных и морских экосистем тесно связаны с изменениями климата и наоборот.** Изменения климата и атмосферных концентраций CO_2 вызывают изменения в биологическом разнообразии и функционировании некоторых экосистем. В свою очередь, изменения экосистем влияют на обмен парниковых газов (например CO_2 , CH_4 и N_2O) в системе “поверхность–атмосфера” и водный и энергетический обмен, а также изменяют альbedo поверхности Земли. Поэтому для оценки будущего состояния атмосферы и естественных систем и их биоразнообразия необходимо понять эти комплексные воздействия и обратные связи.



РГ I ТДО, раздел 4.5.3

- 8.14 **Естественные климатические колебания иллюстрируют воздействие изменения климата на естественные и регулируемые экосистемы.** Последствия наводнений, засух и приливов жары оставили след в истории человечества. Кроме того, процессы потепления, связанные с явлением Эль-Ниньо, показывают, что изменение климатического режима оказывает неблагоприятное воздействие на рыб, морских млекопитающих и прибрежное и морское биоразнообразие. На прибрежные экосистемы, такие, как коралловые рифы, соляные марши и мангровые заросли, воздействует повышение уровня моря и температуры воды в океанах, увеличение концентрации CO_2 и изменение частоты и интенсивности штормов. В таблице 8-1 указаны основные последствия изменения климата для естественных экосистем на региональном уровне.



РГ II ТДО, главы 5 и 6

- 8.15 **Изменение климата является лишь одним из многих стрессовых воздействий на регулируемые и нерегулируемые экосистемы.** Изменения в землепользовании, потребности в ресурсах, осаждения питательных веществ и загрязнителей, продуктивность



РГ II ТДО, главы 5 и 6, и
РГ III ТДО, разделы 4.1-2

Таблица 8-1 Примеры наблюдаемых и прогнозируемых воздействий изменения климата на естественные экосистемы, биоразнообразие и наличие продовольствия на региональном уровне.		
Регион	Воздействия	Ссылка на раздел в РГП ТДО
Африка	Необратимый процесс уменьшения биоразнообразия может ускориться по мере изменения климата. Прогнозируется существенное вымирание видов растений и животных, что окажет определенное воздействие на средства существования в сельских районах, туризм и генетические ресурсы (<i>средний доверительный уровень</i>).	TP 5.1.3 и раздел 10.2.3.2
Азия	Сокращение сельскохозяйственного производства и аквакультуры в результате температурного и водного стрессов, повышения уровня моря, увеличения масштабов наводнений и засух, а также тропических циклонов может снизить продовольственную безопасность во многих странах Азии, находящихся в районах засушливого, тропического и умеренного климата; сельскохозяйственное производство может расширяться и увеличиваться в северных регионах (<i>средний доверительный уровень</i>). Изменение климата может увеличить угрозу для биоразнообразия в результате изменения методов землепользования и характера покрова суши и демографической нагрузки (<i>средний доверительный уровень</i>). Повышение уровня моря может создать риск для экологической безопасности экосистем, включая мангровые заросли и коралловые рифы (<i>высокий доверительный уровень</i>).	TP 5.2.1-2 и разделы 11.2.1-2
Австралия и Новая Зеландия	Потепление на 1°C может создать угрозу для выживания видов, тепловая толерантность которых приближается в настоящее время к верхнему пределу их температурного диапазона, особенно на границах горных зон. Некоторые виды, существующие в ограниченных климатических нишах и неспособные мигрировать в связи с расчисткой земель, различиями в характере почвы или топографическими особенностями, могут оказаться на грани вымирания или даже вымереть (<i>высокий доверительный уровень</i>). Экосистемы Австралии, которые особенно уязвимы к изменению климата, включают коралловые рифы, засушливые и полузасушливые ареалы обитания в юго-западной и внутренней части Австралии, а также австралийские горные системы. Уязвимыми являются пресноводные болота в прибрежных зонах в Австралии и Новой Зеландии, а некоторые экосистемы Новой Зеландии уязвимы к ускоренной инвазии сорняков.	TP 5.3.2 и разделы 12.4.4-5 и 12.4.7
Европа	Естественные экосистемы изменяются в результате повышения температуры и увеличения концентрации CO ₂ в атмосфере. Разнообразие природных заповедников находится под угрозой быстрого изменения. Сокращение крупных ареалов обитания (водно-болотистые угодья, тундра и изолированные ареалы обитания) может поставить некоторые виды под угрозу вымирания, включая редкие/эндемические виды и перелетных птиц. В северной Европе проявляются некоторые, в целом положительные, воздействия на сельское хозяйство (<i>средний доверительный уровень</i>); сократится сельскохозяйственное производство в южной и восточной Европе (<i>средний доверительный уровень</i>).	TP 5.4.2-3 и разделы 13.2.1.4, 13.2.2.1, 13.2.2.3-5 и 13.2.3.1
Латинская Америка	Латинская Америка, как хорошо известно, является одним из регионов с наибольшей на Земле концентрацией биоразнообразия, поэтому воздействие, вызванное изменением климата, может, как ожидается, увеличить риск уменьшения биоразнообразия (<i>высокий доверительный уровень</i>). Прогнозируется уменьшение урожайности важных сельскохозяйственных культур во многих районах, даже с учетом воздействия CO ₂ ; в некоторых районах под угрозой могут оказаться натуральные фермерские хозяйства (<i>высокий доверительный уровень</i>).	TP 5.5.2 и 5.5.4 и разделы 14.2.1-2
Северная Америка	Данные со всей очевидностью свидетельствуют о том, что изменение климата может привести к потере определенных типов экосистем (например высокогорные зоны и специфические прибрежные приливно-отливные зоны (соляные марши и внутренние луга "котловины") (<i>высокий доверительный уровень</i>). На некоторых сельскохозяйственных культурах может благоприятно сказаться умеренное потепление, сопровождающее повышением концентрации CO ₂ , но этот эффект может воздействовать на сельскохозяйственные культуры и проявляться в различных районах по-разному (<i>высокий доверительный уровень</i>), включая сокращение сельскохозяйственного производства в результате засухи в некоторых районах канадских прерий и Великих равнин в США, потенциальное увеличение производства продовольствия в районах Канады, расположенных севернее нынешних сельскохозяйственных районов, и повышение продуктивности смешанных лесов в зонах теплого умеренного климата (<i>средний доверительный уровень</i>). Однако благоприятные условия для сельскохозяйственных культур будут ухудшаться все более быстрыми темпами, и, возможно, полностью сойдут на нет по мере дальнейшего потепления (<i>средний доверительный уровень</i>). Такие уникальные естественные экосистемы, как заболоченные луга, горная тундра и холодноводные экосистемы, окажутся под угрозой исчезновения, а их эффективная адаптация представляется маловероятной (<i>средний доверительный уровень</i>).	TP 5.6.4-5 и разделы 15.2.2-3
Арктика	Арктика является чрезвычайно уязвимой к изменению климата; как ожидается, основные физические, экологические и экономические воздействия проявятся здесь быстро.	TP 5.7 и разделы 16.2.7-8



- 3.1 В качестве сценариев выбросов парниковых газов, используемых для расчета прогнозов климата в ТДО, использованы сценарии, содержащиеся в Специальном докладе МГЭИК «Сценарии выбросов» (см. вставку 3-1). Поскольку сценарии СДСВ были разработаны совсем незадолго до подготовки ТДО к печати, включить оценки воздействия, основанные на этих сценариях, не удалось. В этой связи оценки воздействий в ТДО рассчитаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например $2xCO_2$), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). Поэтому задача поиска ответа на этот вопрос заключается в апробировании и отображении этих результатов воздействия в сравнении с результатами изменения климата, рассчитанных с использованием сценариев СДСВ. Это предполагает необходимость применения различных вариантов аппроксимации, в связи с чем можно сделать лишь выводы на качественном уровне. Прогнозирование тенденций в области изменчивости климата, экстремальных явлений и внезапных/нелинейных изменений изложено в Вопросе 4.

Вставка 3-1

Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей, обусловленные антропогенной деятельностью, приведут к такому изменению состава атмосферы, которое, как предполагается, должно воздействовать на климат.



РГИ ТДО, главы 3, 4, 5 и 6

Изменение климата обусловлено внутренней изменчивостью климатической системы и действием внешних факторов (как естественных, так и антропогенных). Будущие выбросы парниковых газов и аэрозолей определяются такими движущими факторами, как демографическая структура, социально-экономическое развитие и технический прогресс, и в этой связи характеризуются существенной неопределенностью. Сценарии представляют собой альтернативное отображение вероятных вариантов изменения ситуации в будущем и являются подходящим инструментом анализа возможного воздействия в будущем движущих факторов на последствия выбросов и оценки связанных с этим неопределенностей. Сценарии СДСВ, разработанные в порядке обновления серии сценариев IS92, состоят из шести сценарных групп, основанных на описательных сюжетных линиях, которые построены с учетом широкого спектра этих движущих факторов (см. рисунок 3-1). Они включают четыре комбинации изменения демографической структуры, социально-экономического развития и масштабных технологических изменений (A1B, A2, B1, B2). Две другие сценарные группы A1FI, A1T разработаны для непосредственного анализа альтернативных технологических изменений в области энергетики применительно к сценарию A1B (см. рисунок 3-1а). Итоговые выбросы парниковых газов CO_2 , CH_4 и N_2O , наряду с выбросами SO_2 , которые ведут к образованию сульфат-аэрозолей, показаны на рисунках 3-1б – 3-1е; важное значение имеют также другие газы и твердые частицы. Эти выбросы приводят к изменению концентраций этих газов и аэрозолей в атмосфере. Изменения концентраций, рассчитанные на основе сценариев СДСВ, показаны на рисунках 3-1f – 3-1i. Следует иметь в виду, что в случае газов, которые сохраняются в атмосфере в течение длительного периода, например CO_2 , показанных на графике (f), их атмосферная концентрация реагирует на изменение уровня выбросов относительно слабо (см., например, рисунок 5-3). Что касается быстро распадающихся газов и аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, показанных на графике (i), то их атмосферная концентрация изменяется гораздо быстрее. Воздействие изменений концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере на климатическую систему можно, в общем и целом, сопоставить с использованием концепции радиационного воздействия, которое является своеобразной мерой воздействия, оказываемого тем или иным фактором на изменение баланса поступающей и отходящей энергии в системе “Земля-атмосфера”. Позитивное радиационное воздействие, которое, например, возникает в результате повышения концентрации парниковых газов, приводит, как правило, к повышению температуры поверхности; и напротив, негативное радиационное воздействие, которое может возникнуть в результате увеличения концентраций некоторых видов аэрозолей, например сульфат-аэрозолей, приводит, как правило, к снижению температуры поверхности. Радиационное воздействие, обусловленное повышением концентраций, отраженных на графиках (f) – (i), показано на графике (j). Следует иметь в виду, что, как и в случае сценариев IS92, все комбинации выбросов парниковых газов и аэрозолей в сценариях СДСВ приводят к повышению радиационного воздействия.

- 3.2 **Согласно прогнозам, полученным на основе всех сценариев выбросов МГЭИК, концентрации диоксида углерода, средняя температура поверхности Земли в глобальном масштабе и уровень моря должны в XXI веке увеличиться.**

- 3.3 **Для всех сценариев выбросов СДСВ атмосферная концентрация CO_2 должна увеличиться.** Для шести иллюстративных сценариев выбросов СДСВ



РГИ ТДО, раздел 3.7.3.3

прогнозируемая концентрация CO_2 – основного парникового газа антропогенного происхождения – в 2100 году составит 540–970 млн. \cdot^{-1} против приблизительно 280 млн. \cdot^{-1} в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368 млн. \cdot^{-1} в 2000 году (см. рисунок 3-1f). В эти прогнозы включены обратная реакция системы “суша-океан” на изменение климата. Различные социально-экономические допущения (демографические, социальные, экономические и технологические) дают различные уровни выбросов парниковых газов и аэрозолей в будущем. Дальнейшие факторы неопределенности, прежде всего касающиеся устойчивости нынешних процессов абсорбции (поглотителей углерода) и масштабов воздействия климата на земную биосферу, обуславливают колебания концентрации в 2100 году в пределах от –10 до +30% по каждому сценарию. В этой связи общие пределы составляют 490–1260 млн. \cdot^{-1} (75–350% по сравнению с концентрацией 1750 года (в доиндустриальную эпоху)).

- 3.4 **Концентрации основных парниковых газов, кроме CO_2 , в 2100 году прогнозируются в широком диапазоне по всем шести иллюстративным сценариям СДСВ.** В большинстве случаев в соответствии с A1B, A1T и B1 прогнозируются минимальные увеличения, а в соответствии с A1F1 и A2 – максимальные (см. рисунки 3-1g и 3-1h).
- 3.5 **Сценарии СДСВ включают возможность либо повышения, либо снижения концентрации аэрозолей антропогенного происхождения в зависимости от масштабов использования используемых видов топлива и программ в области сокращения выбросов загрязняющих веществ.** Как видно из рисунка 3-1i, концентрации сульфат-аэрозолей должны, согласно прогнозам, рассчитанным с применением всех шести иллюстративных сценариев СДСВ, упасть к 2100 году ниже нынешних уровней. Это приведет к некоторому потеплению по сравнению с нашим временем. Кроме того, концентрации аэрозолей естественного происхождения (например морская соль, пыль и выбросы, ведущие к образованию сульфат – и углерод-аэрозолей) должны, по прогнозам, в результате изменения климата повыситься.
- 3.6 **Средняя температура поверхности Земли, по прогнозам, должна увеличиться в период с 1990 по 2100 год на 1,4–5,8°C (см. рисунок 3-1k).** Это приблизительно в 2–10 раз выше средней величины потепления, наблюдавшегося в течение XX века, причем прогнозируемые темпы потепления вполне могут оказаться, если исходить из палеоклиматических данных, самыми высокими, по крайней мере, за последние 10 000 лет (см. рисунок 9-1). В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое увеличение составит 0,4–1,1°C и 0,8–2,6°C соответственно. Эти результаты рассчитаны для всей совокупности, включающей 35 сценариев СДСВ, на основе целого ряда климатических

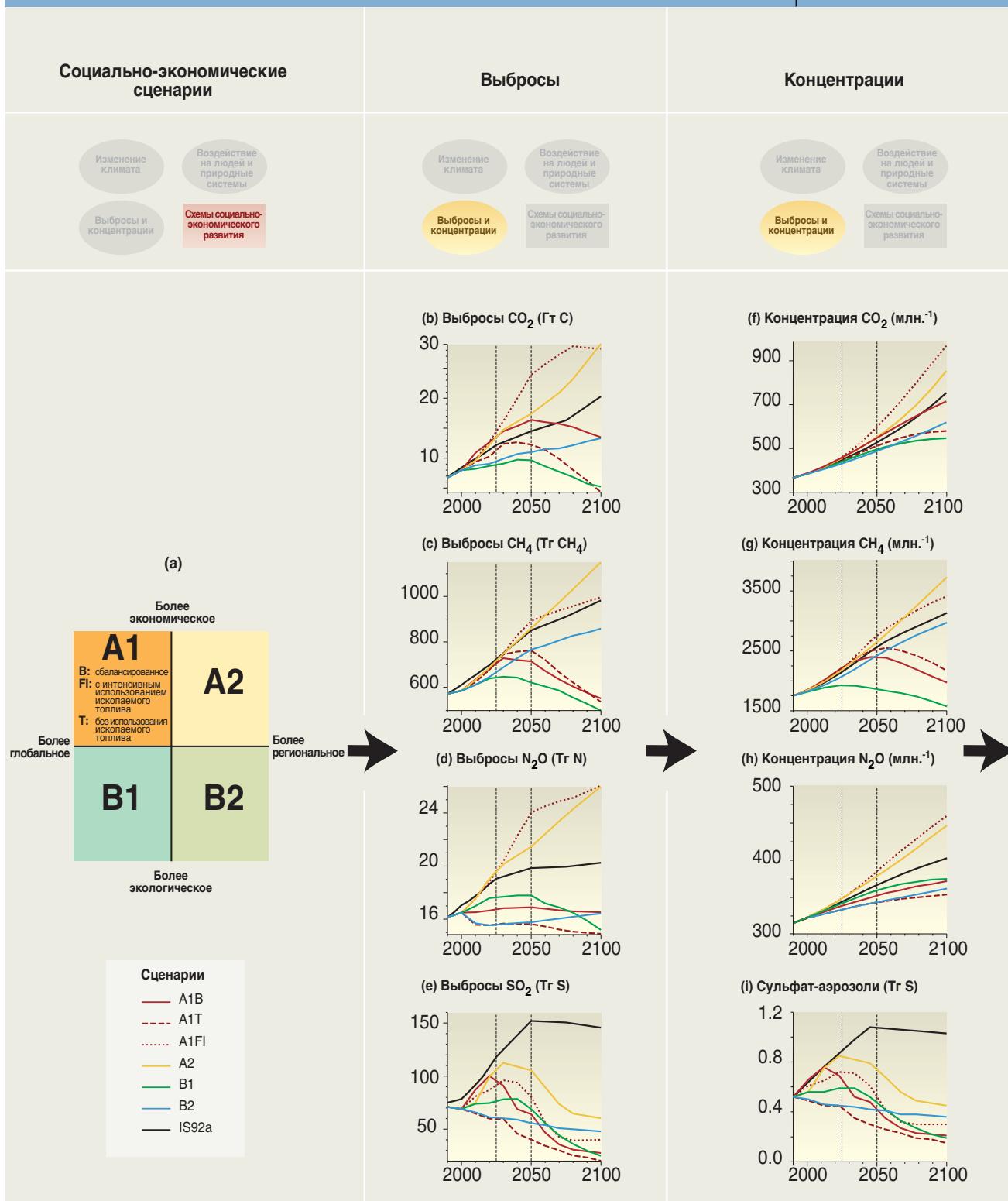
- **Рисунок 3-1. Различные социально-экономические допущения, на которых строятся сценарии СДСВ, обуславливают различные уровни будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей.** Эти выбросы в свою очередь приводят к изменению концентрации этих газов и аэрозолей в атмосфере и, как следствие, к изменению радиационного внешнего воздействия на климатическую систему. Радиационное воздействие, предусмотренное в сценариях СДСВ, обуславливает прогнозируемое повышение температуры и уровня моря, что в свою очередь вызывает соответствующие воздействия. Сценарии СДСВ построены без учета дополнительных инициатив, связанных с изменением климата, и без указания степени вероятности наступления тех или иных событий. Поскольку сценарии СДСВ были получены практически накануне подготовки ТДО, приведенные здесь оценки воздействий разработаны с использованием результатов климатических моделей, которые, как правило, строятся на сценариях изменения климата в сбалансированных условиях (например 2x CO_2), относительно небольшом числе экспериментов с использованием переходного сценария, предусматривающего ежегодное увеличение выбросов CO_2 на 1%, или сценариях, использованных в ВДО (например серия IS92). В свою очередь воздействие может оказаться на схемах социально-экономического развития в результате, например, принятия мер по адаптации и смягчению последствий. Выделенные элементы в верхней части рисунка иллюстрируют взаимосвязь между различными аспектами и комплексной схемой оценки, используемой для анализа изменения климата (см. рисунок 1-1).

→ РГИ ТДО, раздел 4.4.5 и
РГИ ТДО, вставка 9-1

→ РГИ ТДО, раздел 5.5 и
СДСВ, раздел 3.6.4

→ РГИ ТДО, раздел 9.3.3

→ РГИ ТДО, рисунки 3.12,
4.14, 5.13, 9.13, 9.14 и
11.12, РГИ ТДО, рисунки
19-7, и СДСВ, рисунки
РП-2, РП-5, РП-6, и ТР-10



A1FI, A1T и A1B

Группа сценариев и сюжетных линий развития A1 описывает будущий мир, характеризующийся весьма быстрыми темпами экономического роста, численностью глобального населения, пик которого приходится на середину столетия и которое затем постепенно сокращается, и быстрыми темпами внедрения новых и более эффективных технологий. Основными направлениями являются сглаживание различий между регионами, создание потенциала и активизация культурных и социальных

взаимосвязей, а также существенное сокращение региональных различий в доходе на душу населения. Группа сценариев A1 подразделяется на три подгруппы, которые описывают альтернативные направления технологических изменений в системе энергетики. Эти подгруппы отличаются друг от друга технологической направленностью: интенсивное использование ископаемых видов энергии (A1FI), использование источников энергии, помимо ископаемых видов

топлива (A1T), или сбалансированное использование всех источников (A1B) (где сбалансированность определяется как не слишком интенсивное использование какого-либо одного конкретного источника энергии при условии, что работа по совершенствованию всех технологий энергоснабжения и конечного использования проводится в одинаковой степени).

Внешнее радиационное воздействие

Изменение температуры и уровня моря

Причины для беспокойства

Изменение климата

Выбросы и концентрации

Воздействие на людей и природные системы

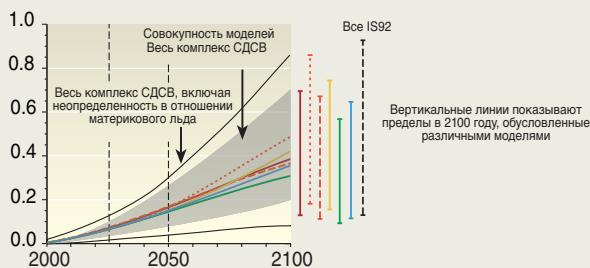
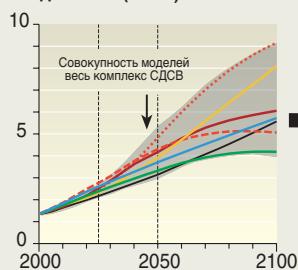
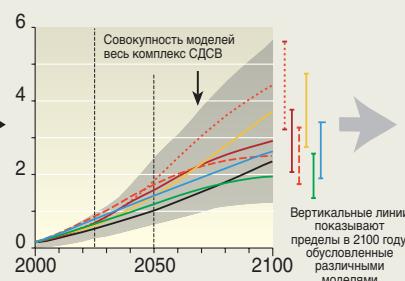
Схемы социально-экономического развития

Изменение климата

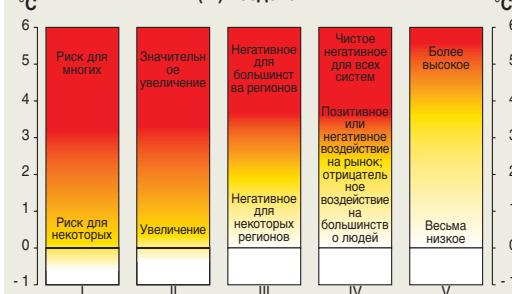
Воздействие на людей и природные системы

Схемы социально-экономического развития

(l) Повышение уровня моря (м)

(j) Радиационное внешнее воздействие ($\text{Вт}\text{м}^{-2}$)(k) Изменение температуры ($^{\circ}\text{C}$)

Причины для беспокойства (m) воздействия



I Риск для уникальных систем и систем, находящихся под угрозой

II Риск в результате экстремальных климатических явлений

III Распределение воздействий

IV Совокупное воздействие

V Риск в результате будущих крупномасштабных нарушений

Сценарии

- A1B
- - - A1T
- ... A1FI
- A2
- B1
- B2
- IS92a

A2

Группа сценариев и сюжетных линий A2 описывает весьма разнообразные условия в мире. Основной момент заключается в опоре на собственные силы и сохранении местной самобытности. Коэффициенты рождаемости по регионам выравниваются очень медленно, что приводит к постоянному росту численности населения. Экономическое развитие ориентировано в первую очередь на уровне регионов, а экономический рост и технический прогресс в расчете на душу населения носит более разобщенный и медленный характер, нежели в случае других сюжетных линий.

B1

Группа сценариев и сюжетных линий B1 описывает условия развития мира с выравниванием характеристик при том же общем количестве населения, что и в случае сюжетной линии A1, пик роста которого приходится на середину столетия с последующим снижением, однако в условиях более быстрого изменения экономических структур в сторону экономики, ориентированной на обслуживание и информационные технологии, а также сокращение материалоемкости и внедрения чистых и ресурсоэффективных технологий. Акцент в этой группе сценариев сделан на глобальных решениях проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости, включая укрепление справедливости, но без дополнительных инициатив, связанных с изменением климата.

B2

Группа сценариев и сюжетных линий B2 описывает условия развития мира, в котором акцент сделан на локальных решениях проблем экономической, социальной и экологической устойчивости. Это мир с постоянно растущей численностью общего населения Земли, темпы которого ниже, чем в случае A2, промежуточными уровнями экономического развития и менее быстрым и более разнообразным техническим прогрессом, чем в случае сюжетных линий B1 и A1. Хотя этот сценарий также ориентирован на защиту окружающей среды и повышение социальной справедливости, он, тем не менее, ограничивается главным образом местным и региональным уровнями.

моделей⁴. По этим прогнозам, повышение температуры будет более существенным по сравнению с прогнозами, содержащимися в ВДО, в соответствии с которыми оно должно составлять, согласно шести сценариям IS92, 1-3,5°C. Более высокие прогнозируемые температуры и более широкий диапазон обусловлены в первую очередь более низкими прогнозируемыми выбросами CO₂ в сценариях СДСВ по сравнению со сценариями IS92 в силу структурных изменений в системе энергетики и мер по снижению загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях.

- 3.7 **К 2100 году диапазон изменения температуры поверхности, согласно различным климатическим моделям для одного и того же сценария выбросов, сопоставим с диапазоном, рассчитанным на основе различных сценариев выбросов СДСВ для одной климатической модели.** Из рисунка 3-1 видно, что сценарии СДСВ, предусматривающие самые высокие уровни выбросов, предполагают самое большое прогнозируемое повышение температуры. Дополнительные неопределенности порождаются неопределенностями, связанными с радиационным воздействием. Наибольшая неопределенность с точки зрения радиационного воздействия обусловлена сульфат-аэрозолями.
- 3.8 **Глобальный среднегодовой уровень осадков в XXI веке должен, по прогнозам, увеличиться.** Глобальная средняя концентрация водяных паров и уровень испарения также, по прогнозам, должны увеличиться.
- 3.9 **Глобальный средний уровень моря в период с 1990 по 2100 год должен, по прогнозам, повыситься в пределах 0,09-0,88 м, согласно всем сценариям СДСВ (см. рисунок 3-1).** В период с 1990 по 2025 год и с 1990 по 2050 год прогнозируемое повышение составит 0,03-0,14 м и 0,05-0,32 м соответственно. Это обусловлено в первую очередь тепловым расширением океанов и таянием ледников и ледяных шапок. Диапазон повышения уровня моря, рассчитанный на основе сценария IS92, который указан в ВДО, составляет 0,13-0,94 метра. Несмотря на более высокое прогнозируемое повышение температуры в этой оценке, прогнозируемое повышение уровня моря несколько меньше, что обусловлено в первую очередь использованием более совершенных моделей, предполагающих менее выраженное влияние на эти явления ледников и ледяных шапок.

- Рисунок 3-2. Среднегодовое изменение температуры (показано с помощью цветового затенения фона) для: (a) сценария A2 СДСВ и (b) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961-1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогона AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного потепления по регионам (т.е. потепление по отношению к среднему глобальному потеплению, рассчитанному для каждой модели) для одних и тех же сценарии. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов потепления: согласованность расчетов потепления, превышающего на 40% глобальный среднегодовой показатель (гораздо выше среднего уровня потепления); согласованность расчетов потепления, превышающего глобальный среднегодовой показатель (выше среднего показателя потепления); согласованность расчетов потепления, меньшего чем глобальный среднегодовой показатель (ниже среднего уровня потепления); или несоответствие расчетов масштаба относительного регионального потепления, рассчитанного с помощью различных моделей (масштабы потепления не соответствуют). Предусмотрена также соответствующая категория согласованности расчетов похолодания (этот категория не проявилась ни в одном из случаев). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей. В моделях использовались следующие диапазоны глобального среднегодового потепления: 1,2-4,5°C для A2 и 0,9-3,4°C для B2, в связи с чем региональное повышение на 40% вписывается в следующие диапазоны потепления: 1,7-6,3°C для A2 и 1,3-4,7°C для B2.

⁴ Основным инструментом прогнозирования будущего изменения климата являются сложные климатические модели, построенные на физических параметрах. Для анализа тенденций с использованием всей совокупности сценарии они дополняются простыми климатическими моделями, откалиброванными таким образом, чтобы получить ту же реакцию в плане повышения температуры и уровня моря, что и в случае сложных климатических моделей. Эти прогнозы рассчитываются с использованием простой климатической модели, в которой чувствительность климата и поглощение тепла океаном откалиброваны по каждой из семи сложных климатических моделей. Чувствительность климата, заложенная в простой модели, варьируется в пределах от 1,7 до 4,2°C, что сопоставимо с общепринятым диапазоном 1,5-4,5°C. В случае расчетов с использованием модели общей циркуляции в системе "атмосфера-оcean" (AOGCM) на конец XXI века (2071–2100 годы) по сравнению с периодом 1961-1990 годов среднее потепление по сценарию СДСВ A2 составляет 3°C с разбросом в диапазоне от 1,3 до 4,5°C, а для сценария СДСВ B2 среднее потепление составляет 2,2°C с разбросом в диапазоне от 0,9 до 3,4°C.

→ РГИ ТДО, раздел 9.3.3

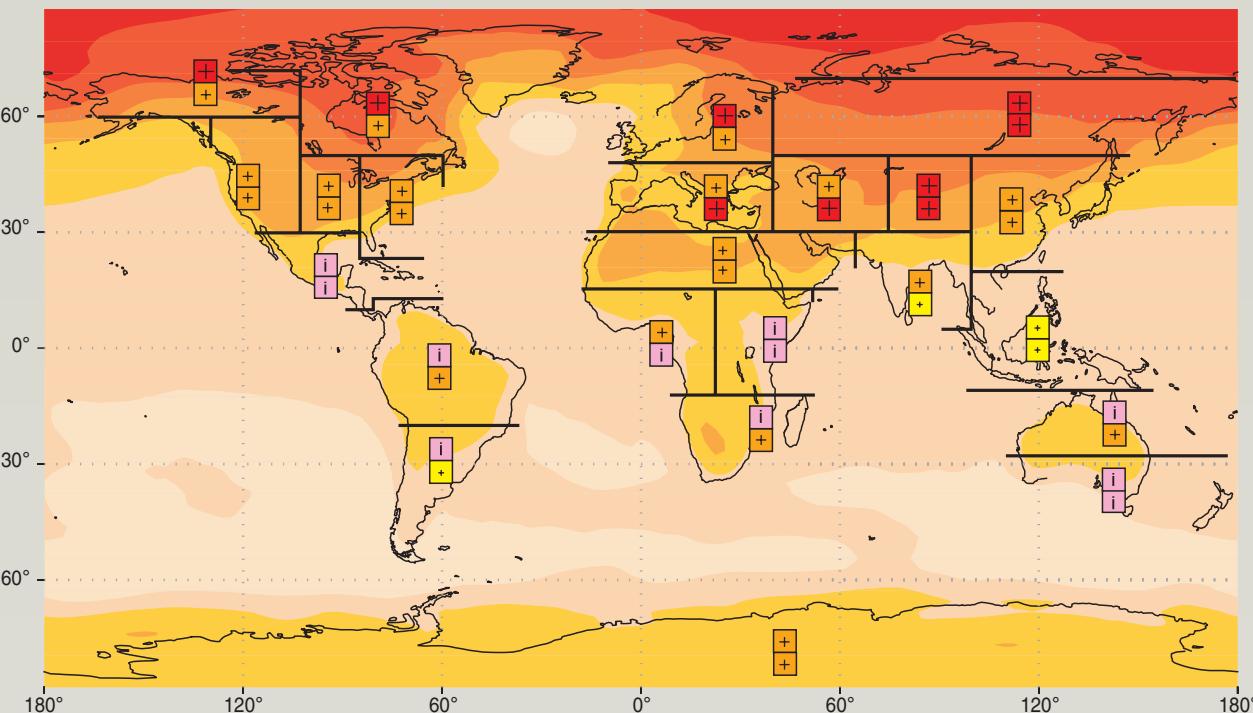
→ РГИ ТДО, раздел 9.3.1

→ РГИ ТДО, раздел 11.5.1

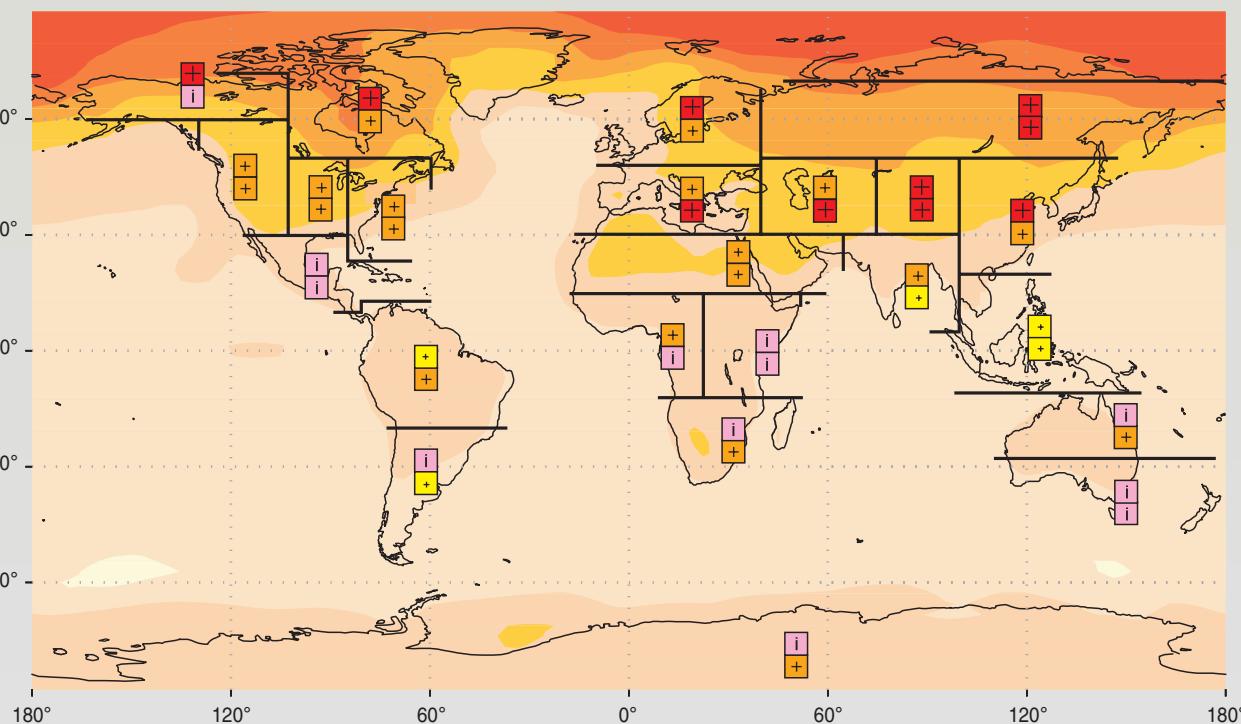
→ РГИ ТДО, рисунки 9.10d и 9.10e, РГИ ТДО, вставка 10.1 (рисунок 1)

Изменение температуры по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



b) Сценарий B2



Изменение температуры по отношению к среднему глобальному показателю, рассчитанному с помощью модели

Гораздо выше среднего уровня потепления

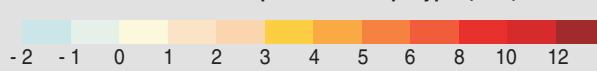
Выше среднего уровня потепления

Ниже среднего уровня потепления

Масштабы потепления не соответствуют

Похолодание

Изменение глобальной средней температуры (в °C)

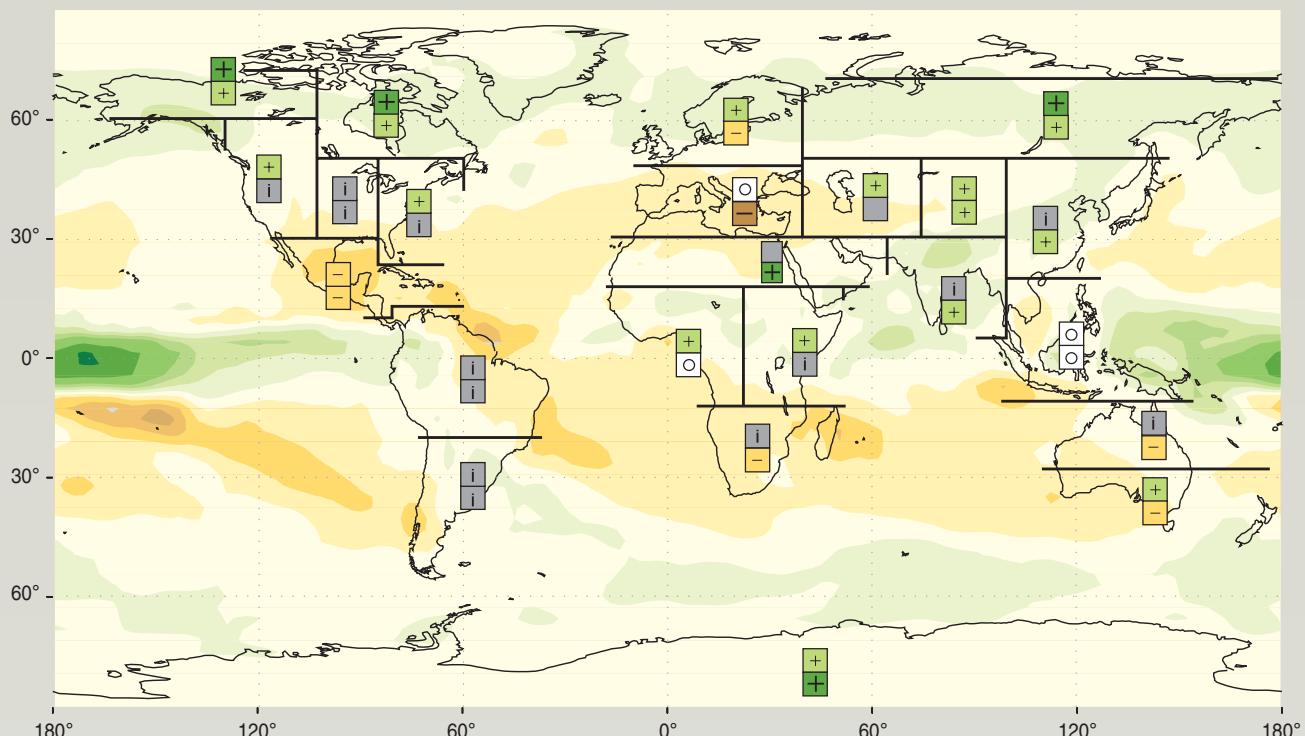


декабрь-январь-февраль

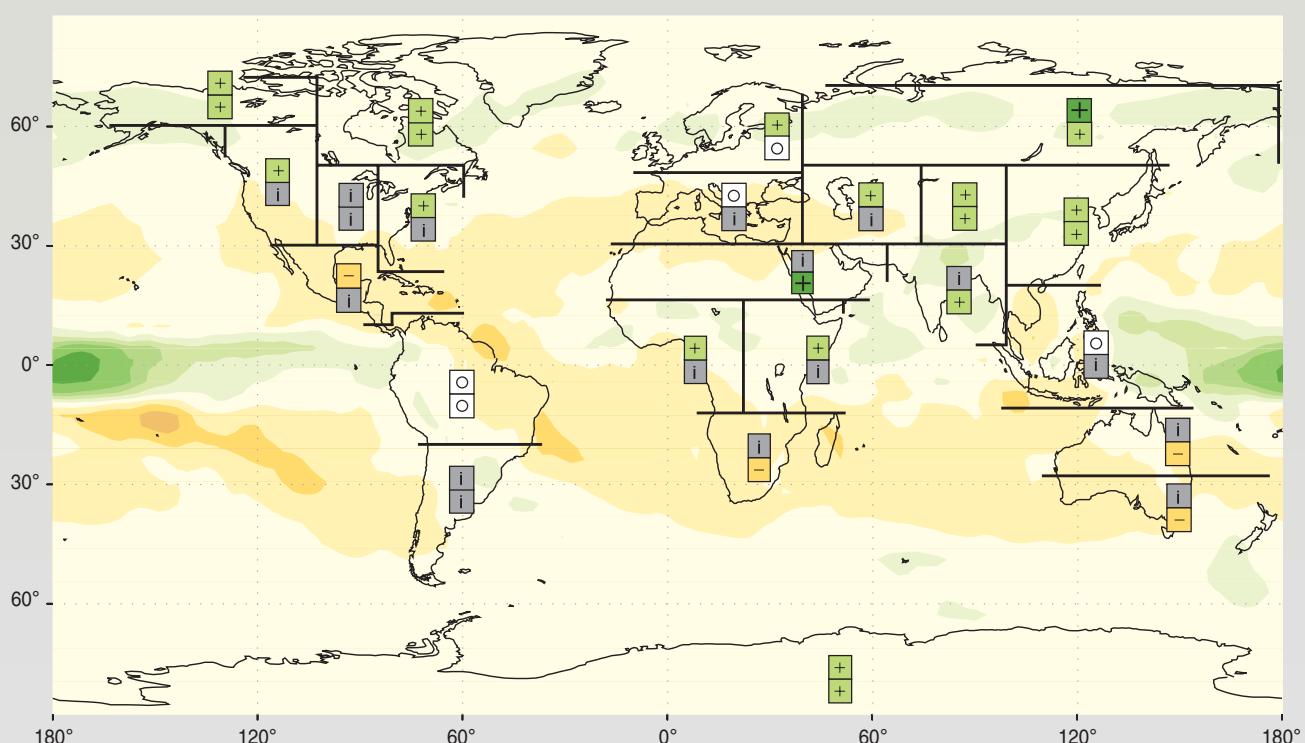
июнь-июль-август

Изменение уровня осадков по сценариям A2 и B2

a) Сценарий A2



b) Сценарий B2



Изменение уровня осадков

- + Значительное повышение
- + Небольшое повышение
- Без изменений
- Небольшое снижение
- Значительное снижение
- i Знак несоответствия

Изменение глобального среднего уровня осадков (мм день^{-1})



□ декабрь-январь-февраль
июнь-июль-август

3.10 **По прогнозам, изменение климата и уровня моря будет варьироваться, по сравнению с глобальным средним изменением, в существенных пределах в зависимости от региона.**

3.11 **Весьма вероятно, что температура практически всех материковых районов будет повышаться быстрее, нежели в среднем по земному шару, особенно в зимнее время в районах, расположенных в высоких широтах северного полушария.** Наиболее заметным в этом плане будет потепление в северных районах Северной Америки и в северных и центральных районах Азии, которое будет превосходить глобальное среднее потепление, в соответствии с каждой моделью, более чем на 40%. Напротив, в южной и юго-восточной части Азии в летнее время и в южной части Южной Америки в зимнее время оно будет меньшим по сравнению с глобальным средним уровнем (см. рисунок 3-2).

3.12 **В региональном масштабе прогнозируется как увеличение, так и уменьшение уровня осадков, в общем и целом, на 5-20%.** Вполне вероятно, что уровень осадков увеличится в регионах, расположенных в высоких широтах, как в летнее, так и в зимнее время. Увеличение также прогнозируется в средних широтах северного полушария, тропической Африке и Антарктике в зимнее время и в южной и восточной части Азии в летнее время. Что касается Австралии, Центральной Америки и южной части Африки, то, по прогнозам, уровень осадков в зимнее время в виде дождя будет постоянно снижаться. Вполне вероятно, что в большинстве районов, в которых прогнозируется увеличение среднего уровня осадков, будут наблюдаться более широкие годовые колебания в режиме осадков (см. рисунок 3-3).

3.13 **По сравнению с прогнозируемым глобальным средним повышением уровня моря, этот показатель в разных регионах будет варьироваться, согласно прогнозам, в существенных пределах, поскольку уровень моря на береговой линии определяется многими факторами (см. рисунок 3-4).** Доверительный уровень распределения изменений в уровне моря по регионам, рассчитанный с помощью сложных моделей, низок, поскольку результаты, полученные на разных моделях, весьма неоднозначны, хотя практически все модели указывают на то, что повышение уровня океана в районе Арктики будет выше среднего, а в южном полушарии – ниже среднего.

Ледники и ледовые шапки, по прогнозам, будут постоянно отступать в течение всего XXI века. Снежный покров, вечная мерзлота и площадь морских льдов в северном полушарии будут, согласно прогнозам, сокращаться и впредь. Предполагается, что антарктический ледяной покров будет увеличиваться в результате более сильных осадков, в то время как ледяной покров Гренландии будет, скорее всего, уменьшаться в силу того, что темпы увеличения стока будут превышать темпы увеличения осадков. Проблемы, изложенные по поводу стабильности ледникового покрова в Западной Антарктике, рассматриваются в вопросе 4.

← Рисунок 3-3. Среднегодовое изменение режима осадков (показано с помощью цветового затенения фона) для: (а) сценария A2 СДСВ и (б) сценария B2 СДСВ. Оба сценария СДСВ отображают период 2071–2100 годов по отношению к периоду 1961–1990 годов и построены на базе моделей AOGCM. Сценарии A2 и B2 показаны в связи с отсутствием результатов прогноза AOGCM по другим сценариям СДСВ. В прямоугольниках показан результат анализа соответствия моделей с точки зрения относительного изменения режима осадков по регионам. Регионы классифицируются по следующим критериям согласованности расчетов: согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (значительное повышение), согласованность расчетов повышения по отношению к среднему изменению в пределах от 5 до 20% (небольшое повышение), согласованность расчетов изменения в пределах от -5 до +5% или согласованность расчетов по отношению к среднему изменению в пределах от -5 до +5% (изменений нет), согласованность расчетов снижения в пределах от 5 до 20% (небольшое снижение), согласованность расчетов снижения по отношению к среднему изменению более чем на 20% (значительное снижение) или несоответствие расчетов (знак несоответствия). Согласованность расчетов предполагает, что результаты расчетов по девяти моделям должны соответствовать, как минимум, в случае семи моделей.

 РГП ТДО, раздел 10.3.2

 РГП ТДО, раздел 10.3.2

 РГП ТДО, раздел 11.5.2

 РГП ТДО, раздел 11.5.4

 РГП ТДО, вставка 10.2
(рисунок 2)

- 3.15 **Прогнозируемое изменение климата будет оказывать как благотворное, так и отрицательное экологическое и социально-экономическое воздействие, однако чем больше будут изменения и темпы изменения климата, тем сильнее будут проявляться отрицательные последствия.**

- 3.16 **Последствия изменения климата будут проявляться тем сильнее, чем больше будут суммарные выбросы парниковых газов (средний доверительный уровень).**

Изменение климата может иметь как благотворные, так и отрицательные последствия, однако отрицательные последствия будут, согласно прогнозам, превалировать во многих районах мира. Различные последствия изменения климата сопряжены с рисками, которые повышаются с увеличением глобальной средней температуры. Многие из этих рисков сгруппированы по пяти группам причин для беспокойства: опасности, которым подвергаются виды, находящиеся под угрозой исчезновения, и уникальные системы; ущерб, обусловленный экстремальными климатическими явлениями; последствия, которыеказываются наиболее сильно на развивающихся странах и беднейших слоях населения внутри стран; глобальные совокупные воздействия и крупномасштабные явления со значительными последствиями (см. вставку 3-2 и рисунок 3-1). Ниже кратко изложены последствия изменения климата для здоровья людей, экосистем, производства продовольственных товаров, водных ресурсов, небольших островных и низинных прибрежных районов и совокупной рыночной деятельности. Однако следует иметь в виду, что в большинстве из этих исследований будущие изменения частотности или интенсивности экстремальных явлений не учитывались (см. также вопрос 4).

→ РГII ТДО, разделы 1.2, 19.3, 19.5 и 19.8

Причины изменения уровня моря



Рисунок 3-4. В условиях глобальной окружающей среды уровень моря на береговой линии определяется многими факторами, которые действуют в широком диапазоне временных шкал: от нескольких часов (приливы и отливы) до нескольких миллионов лет (изменение бассейна океана в результате тектонических явлений и осаждения). В диапазоне временных шкал от нескольких десятилетий до нескольких столетий некоторые из крупнейших видов воздействия на средний уровень моря связаны с климатом и процессами его изменения.

→ РГI ТДО, вставка ТР-2

Вставка 3-2	Увеличение степени рисков, сопряженных с изменением климата, по мере повышения температуры.
<ul style="list-style-type: none"> Уникальные системы и системы, находящиеся под угрозой. Некоторые изменения, касающиеся видов и систем, уже связываются с наблюдаемыми изменениями климата, причем некоторые весьма уязвимые виды и системы могут пострадать или даже оказаться под угрозой исчезновения в результате очень небольших изменений климата. Большее потепление может привести к увеличению опасности для этих видов и систем и поставить под угрозу дополнительные виды и системы. Экстремальные климатические явления. Увеличение частоты и интенсивности некоторых экстремальных явлений уже наблюдается в течение определенного времени (см. вопрос 2) и может ускориться по мере дальнейшего потепления, что приведет к увеличению опасности для здоровья людей, материальных ценностей, урожая, поголовья скота и экосистем. Эти опасности увеличиваются в тех случаях, когда работы по освоению проводятся в зонах, которые характеризуются динамичным и неустойчивым характером (например в поймах рек и низинных прибрежных районах) (см. также вопрос 4). Неравномерное распределение воздействий. Как правило, развивающиеся страны подвергаются большему риску неблагоприятных воздействий в результате изменения климата, чем развитые страны, причем для некоторых из них потепление меньше чем на несколько ("a few") °C может привести к определенным рыночным выгодам. В случае более сильного потепления в большинстве районов будут проявляться преимущественно негативные последствия изменения климата. Однако развивающиеся страны, в общем и целом, будут и дальше подвергаться более сильному воздействию, нежели развитые страны. В отдельных странах степень уязвимости варьируется, и наиболее бедные слои населения зачастую подвергаются более сильному воздействию, которое может поставить под угрозу их жизнь и средства к существованию. Глобальные совокупные воздействия. В случае повышения температуры на несколько ("a few") °C глобальные совокупные воздействия на рыночный сектор могут носить в одних случаях положительный, в других отрицательный характер, хотя большинство людей может оказаться в более неблагоприятном положении. С увеличением потепления вероятность негативных воздействий на рыночный сектор в глобальном масштабе повышается, причем для большинства людей эти воздействия будут носить преимущественно негативный характер. Крупномасштабные явления со значительными последствиями. Вероятность крупномасштабных явлений со значительными последствиями на уровне столетнего горизонта прогнозирования, таких, как прекращение термохалинной циркуляции или разрушение ледникового покрова западной части Антарктики в случае потепления менее чем на несколько ("a few") °C, весьма низка. Степень риска, который представляет собой произведение вероятностей наступления этих событий и масштаба их последствий, количественно практически не определена. В случае более сильного потепления и с учетом горизонта прогнозирования более чем на сто лет степень вероятности и рисков увеличивается, однако оценить величину этого увеличения на данный момент не представляется возможным. См. также Вопрос 4. 	

- РГII ТДО, разделы 5.2, 5.4 и 19.3
- РГII ТДО, разделы 15.2 и 19.6
- РГII ТДО, раздел 19.4
- РГII ТДО, раздел 19.5
- РГII ТДО, раздел 19.6

Здоровье людей

3.17 **В общем и целом, изменение климата должно привести, по прогнозам, к увеличению опасности для здоровья людей, прежде всего в группах населения с более низким уровнем дохода, преимущественно в тропических/субтропических странах.** Изменение климата может сказаться на здоровье людей самыми различными способами, в том числе непосредственно (например снижение стресса под воздействием холода в странах с умеренным климатом, но увеличение стресса под воздействием жары, гибель людей в результате наводнений и штормов) и опосредованно в результате изменения распространенности переносчиков болезней (например комаров)⁵, патогенных микроорганизмов, являющихся переносчиками болезней посредством воды, а также в результате изменения качества воды, качества воздуха и наличия и качества продовольствия (средний – высокий доверительный уровень). Некоторые последствия могут носить благотворный характер (например снижение стресса под воздействием холода и снижение в некоторых случаях степени распространенности заболеваний), однако в целом эти последствия будут носить, как представляется, преимущественно неблагоприятный характер (см. таблицу 3-1). Фактическое воздействие будет в значительной мере зависеть от местных экологических условий и социально-экономических обстоятельств, причем для каждого прогнозируемого неблагоприятного воздействия на здоровье предусматривается целый комплекс социальных, институциональных, технологических и поведенческих мер по адаптации, которые могут быть приняты в целях ослабления этого воздействия. Меры по адаптации могут, например, включать укрепление инфраструктуры общественного здравоохранения,

- РГII ТДО, разделы 5.3, 9.1, 9.5 и 9.11

⁵ Воздействие изменения климата на эти болезни были смоделированы в восьми исследованиях, в т.ч. в пяти по малярии и трех по тропической лихорадке. В семи из них использовался биологический подход или подход на основе физических процессов, в одном – эмпирический и статистический подход.

Таблица 3-1 Последствия изменения климата для здоровья людей в случае отсутствия программных мер в области климата.

	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн.· ⁻¹	445-640 млн.· ⁻¹	540-970 млн.· ⁻¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для здоровья людей^c			
Тепловой стресс и смертность в зимнее время [РГII ТДО, раздел 9.4]	Увеличение случаев смерти и болезни под воздействием теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Снижение числа случаев смерти в зимнее время в некоторых регионах с умеренным климатом (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Увеличение последствий теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Увеличение последствий теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Инфекционные заболевания и заболевания, переносимые водой [РГII ТДО, раздел 9.7]		Расширение районов потенциальной передачи малярии и денге (<i>средний – высокий доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее расширение районов потенциальной передачи (<i>средний – высокий доверительный уровень^c</i>).
Наводнения и штормы [РГII ТДО, разделы 3.8.5. и 9.5]	Увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций, связанных с экстремальными погодными явлениями (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее увеличение числа случаев смерти, травматизма и инфекций (<i>средний доверительный уровень^c</i>)
Питание [РГII ТДО, разделы 5.3.6 и 9.9]	Уязвимость беднейших слоев населения к повышенному риску голода, однако уровень научных знаний по этому вопросу весьма низок.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.	Беднейшие слои населения остаются весьма уязвимыми к повышенному риску голода.

^a Указанные диапазоны концентраций CO₂ рассчитаны с помощью моделей быстрого круговорота углерода по шести иллюстративным сценариям СДСВ и соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью модели быстрого круговорота углерода по тридцати пяти прогнозам выбросов парниковых газов СДСВ. См. РГII ТДО, раздел 3.7.3.

^b Указанные диапазоны глобального изменения средней температуры и глобального повышения среднего уровня моря соответствуют минимальным и максимальным значениям, рассчитанным с помощью простой климатической модели по 35 прогнозам выбросов парниковых газов и SO₂, содержащимся в СДСВ. См. РГII ТДО, разделы 9.3.3 и 11.5.1.

^c Краткое изложение последствий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах сделаны на основе оценки исследований Рабочей группы II, в которых анализируются воздействия в случае реализации иных сценариев, помимо прогнозов СДСВ, поскольку исследования, в которых используются прогнозы СДСВ, еще не опубликованы. Оценки воздействия изменения климата варьируются по регионам и в значительной мере зависят от оценок региональной и сезонной закономерности изменений температуры и режима осадков, изменений частоты или интенсивности экстремальных климатических явлений и темпов этих изменений. Оценки воздействий также в значительной мере зависят от допущений в части характеристик будущих обществ и степени эффективности будущих мер по адаптации к изменению климата. В этой связи краткое изложение воздействий изменения климата в 2025, 2050 и 2100 годах носит неизбежно общий и качественный характер. Изложение последствий в этой таблице, как считается, справедливо для широкого спектра сценариев. Однако следует иметь в виду, что последствия изменения климата, которые будут сопровождаться глобальным повышением температуры вблизи верхнего предела диапазона, указанного на 2100 год, были проанализированы в небольшом числе исследований.

^c Определение доверительного уровня производится по следующей шкале: *весьма высокий* (95%), *высокий* (67-95%), *средний* (33-67%), *низкий* (5-33%) и *весьма низкий* (5% и менее). См. РГII ТДО, вставка I-1.

рациональное природопользование, ориентированное на укрепление здоровья (включая качество воздуха и воды, продовольственную безопасность, планирование городов и проектирование жилья, а также рациональное использование поверхностных вод) и обеспечение соответствующей медицинской помощи.

Биоразнообразие и продуктивность экологических систем

3.18 **По прогнозам, изменение климата и повышение уровня моря скажется на разнообразии экологических систем с сопутствующим увеличением опасности**

→ РГII ТДО, разделы 5.2.3, 5.4.1, 16.2, 17.2 и 19.3.2-3

исчезновения некоторых уязвимых видов (высокий доверительный уровень). Как ожидается, произойдет существенное нарастание случаев нарушений функционирования экосистем в результате таких негативных явлений, как пожары, засухи, нашествие вредителей, инвазия чужеродных видов, штормы и обесцвечивание кораллов (см. таблицу 3-2). Эти стрессы, вызванные изменением климата, когда они действуют одновременно с другими стрессами на экологические системы (например использование земли в других целях, деградация земельных ресурсов, отлов и загрязнение) создают угрозу нанесения значительного ущерба или полного разрушения некоторых уникальных экосистем и вымирания некоторых видов, находящихся под серьезной угрозой исчезновения или исчезающих видов. В качестве примера систем находящихся под угрозой изменения климата, можно привести коралловые рифы и атоллы, мангровые заросли, boreальные и тропические леса, полярные и горные экосистемы, водно-болотистые угодья в степных районах и оставшиеся естественные пастбищные угодья. В некоторых случаях в число находящихся под угрозой экосистем входят те системы, которые могут способствовать ослаблению некоторых воздействий, обусловленных изменением климата (например прибрежные системы, которые ослабляют воздействие штормов). Возможные методы адаптации по снижению вероятности уменьшения биоразнообразия включают создание заповедников, парков и заказников с оборудованием коридоров для миграции видов и использование методов размножения в неволе и переселения видов.

- 3.19 **Продуктивность экологических систем в значительной мере зависит от изменения климата, в связи с чем прогнозируемое изменение продуктивности варьируется в диапазоне от ее повышения до снижения (средний доверительный уровень).** Повышение концентраций CO₂ приведет к повышению чистой первичной продуктивности (CO₂ в качестве удобрения) и чистой продуктивности экосистем в большинстве систем растительности и, как следствие, к накоплению с течением времени углерода в растительности и почвах. Изменение климата может привести либо к усилению непосредственного воздействия CO₂ на продуктивность, либо к его ослаблению в зависимости от типа растительности, региона и сценария изменения климата.



РГ I ТДО, раздел 3.7 и
РГ II ТДО, разделы 5.2.2
и 5.6.3

- 3.20 **В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода, которая может ослабиться с повышением температуры к концу XXI века (см. таблицу 3-2) (средний доверительный уровень).** В настоящее время земные экосистемы выполняют функцию поглотителей углерода. Это отчасти обусловлено сдвигом во времени между усиленным ростом растений и их гибелью и разложением. Нынешний усиленный рост растений частично обусловлен последствиями повышения концентрации CO₂, действующего в качестве удобрения, для фотосинтеза растений (либо непосредственно путем повышения усвоения углерода, либо косвенно, путем повышения эффективности использования воды), отложения азота (особенно в северном полушарии), а также последствиями изменения климата и практики землепользования в течение нескольких прошедших десятилетий. Степень поглощения будет снижаться по мере достижения лесами зрелости, достижения максимального уровня эффекта удобрения и уравнивания темпов разложения с темпами роста, а также, возможно, в результате изменений в режиме нарушений (например пожары и нашествие насекомых) вследствие изменения климата. Некоторые глобальные модели позволяют предположить, что чистая абсорбция углерода земными экосистемами в первой половине XXI столетия будет повышаться, однако впоследствии может снизиться и даже стать к концу XXI века источником дальнейшего потепления.



РГ I ТДО, раздел 3.2.2,
РГ II ТДО, разделы 5.2,
5.5-6 и 5.9 и СДЗИЗЛХ,
раздел 1.4

- 3.21 **Модели производства зерновых культур показывают, что в некоторых районах с умеренным климатом потенциальный сбор урожая увеличится в случае небольшого увеличения температуры, но снизится в случае значительных температурных изменений (средний – низкий доверительный уровень).** В большинстве тропических и субтропических регионов потенциальный сбор



РГ II ТДО, разделы 5.3.4-6
и 9.9

Таблица 3-2 Последствия изменения климата для экосистем в случае отсутствия программных мер в области климата.*

	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн.· ¹	445-640 млн.· ¹	540-970 млн.· ¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для экосистем^c			
Кораллы [РГП ТДО, раздел 6.4.5, 12.4.7 и 17.2.4]	Увеличение частоты обесцвечивания и гибели кораллов (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Более обширное обесцвечивание и гибель кораллов (<i>высокий доверительный уровень^d</i>). Снижение биоразнообразия видов и отлова рыбы в районах рифов (<i>средний доверительный уровень^d</i>).
Прибрежные приливно-отливные зоны и береговые линии [РГП ТДО, разделы 6.4.2 и 6.4.4]	Исчезновение некоторых прибрежных приливно-отливных зон с повышением уровня моря (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Увеличение эрозии береговых линий (<i>средний доверительный уровень^d</i>).	Более обширное исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Дальнейшая эрозия береговых линий (<i>средний доверительный уровень^d</i>).	Дальнейшее исчезновение прибрежных приливно-отливных зон (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Дальнейшая эрозия береговых линий (<i>средний доверительный уровень^d</i>).
Земные экосистемы [РГП ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.1, 5.4.3, 5.6.2, 16.1.3 и 19.2]	Увеличение вегетационного периода в средних и высоких широтах; сдвиги границ произрастания отдельных видов растений или обитания животных (<i>высокий доверительный уровень^{d,e}</i>). Повышение чистой первичной продуктивности многих лесов, расположенных в средних и высоких широтах (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Исчезновение некоторых видов, находящихся под угрозой; многие другие виды все больше и больше подталкиваются к вымиранию (<i>высокий доверительный уровень^d</i>). Возможность дальнейшего повышения в отдельных случаях чистой первичной продуктивности. Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Исчезновение уникальных сред обитания и населяющих их эндемических видов (например, растительность в Капском районе Южной Африки и некоторые дождевые леса) (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).
Ледовая обстановка [РГП ТДО, разделы 2.2.5 и 11.5; РГП ТДО, разделы 4.3.11, 11.2.1, 16.1.3, 16.2.1, 16.2.4 и 16.2.7]	Отступление ледников, сокращение площади морских льдов, подтаивание вечной мерзлоты в некоторых районах, более продолжительные периоды отсутствия льда на реках и озерах (<i>высокий доверительный уровень^d</i>). ^e	Существенное сокращение площади арктических морских льдов, что приводит к облегчению судоходства, но наносит ущерб диким животным (например котикам, белым медведям, моржам) (<i>средний доверительный уровень^d</i>). Просадка грунта, которая приводит к нарушению инфраструктуры (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).	Существенное уменьшение объема льда в ледниках, особенно в тропических районах (<i>высокий доверительный уровень^d</i>).

^{*} См. сноски а-г в таблице 3-1.

^a Совокупные рыночные последствия представляют собой чистые последствия прогнозируемых экономических выгод и убытков, суммированных по всем рыночным секторам, таким, как сельское хозяйство, коммерческое лесное хозяйство, энергетика, водные ресурсы и строительство. Эти оценки, как правило, исключают последствия изменения степени изменчивости климата и экстремальных климатических явлений, не включают последствия различных темпов изменений и только частично учитывают воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли. Эти недочеты могут привести к занижению оценки экономических убытков и завышению оценки экономических выгод. Оценки суммарных воздействий носят противоречивый характер, поскольку в них выгоды в одних случаях компенсируют убытки в других, и поскольку весовые коэффициенты, используемые для агрегирования показателей по индивидам, в общем и целом, субъективны.

^b Эти последствия уже наблюдаются и, как ожидается, будут иметь место и впредь. [РГП ТДО, разделы 5.2.1, 5.4.3, 16.1.3 и 19.2]

урожая должен, по прогнозам, снизиться в случае всех прогнозируемых вариантов повышения температуры (средний доверительный уровень) (см. таблицу 3-3). В средних широтах модели производства зерновых культур указывают на то, что потепление менее чем на несколько (“a few”) °C и связанное с этим повышение концентраций CO₂ будет вызывать, как правило, положительную реакцию, а в случае большего потепления, как правило, – отрицательную реакцию. Аналогичные оценки указывают, что в тропических сельскохозяйственных районах урожайность некоторых зерновых культур снизится даже в случае минимального повышения температуры, поскольку их стойкость к повышению температуры практически достигла предела. В тех случаях, когда в субтропических и тропических системах неорошающего земледелия также прогнозируется существенное снижение уровня осадков в виде дождей, урожай зерновых снизится в еще большей степени. Оценки, которые разработаны с учетом автономной агрономической адаптации (например изменение времени сева и разновидностей культур), как правило, указывают на то, что в этом случае урожай будет в меньшей степени подвергаться отрицательному воздействию изменения климата, чем в случае отсутствия адаптации. Эти оценки включают эффект действия CO₂ в

Таблица 3-3 Последствия изменения климата для сельского хозяйства в случае отсутствия программных мер в области климата.*			
	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн. ⁻¹	445-640 млн. ⁻¹	540-970 млн. ⁻¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для сельского хозяйства*			
Средняя урожайность зерновых культур* [РГП ТДО, разделы 5.3.6, 10.2.2, 11.2.2, 12.5, 13.2.3, 14.2.2 и 15.2.3]	Повышение урожайности зерновых культур во многих районах в средних и высоких широтах (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c). Снижение урожайности зерновых культур в большинстве тропических и субтропических регионов (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).	Различное воздействие на урожайность зерновых в районах средних широт. Более заметное снижение урожайности зерновых в тропических и субтропических регионах (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).	Общее снижение урожайности зерновых в большинстве регионов средних широт в случае потепления более чем на несколько (“a few”) °C (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).
Крайне низкие и высокие температуры [РГП ТДО, раздел 5.3.3]	Снижение степени повреждения некоторых культур в результате заморозков (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c). Повышение степени повреждения некоторых культур в результате теплового стресса (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c). Увеличение воздействия теплового стресса на поголовье скота (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c).	Увеличение воздействия изменений в условиях экстремальных температур (<i>высокий доверительный уровень</i> ^c).
Доходы и цены [РГП ТДО, разделы 5.3.5-6]		Снижение доходов беднейших фермеров в развивающихся странах (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).	Повышение цен на продовольствие по сравнению с прогнозами, в которых не учитывается изменение климата (<i>низкий – средний доверительный уровень</i> ^c).

* См. сноски а-г к таблице 3-1.

* Эти оценки основаны на чувствительности нынешних видов сельскохозяйственной практики к изменению климата и допускают (в большинстве случаев) меры адаптации на основе перехода только на существующие технологии.

качестве удобрения, но не учитывают технологические новшества или изменения, связанные с воздействием вредителей и болезней, деградацию почвы и водных ресурсов или экстремальные климатические явления. Способность животноводов адаптировать поголовье скота к физиологическим стрессам, обусловленным изменением климата, изучена плохо. По прогнозам, потепление на несколько (“a few”) °С приведет к повышению цен на продовольствие в мировом масштабе и может создать опасность голода среди уязвимых групп населения (*низкий доверительный уровень*).

Водные ресурсы

- 3.22 **Прогнозируемое изменение климата приведет к обострению проблемы нехватки и качества воды во многих районах мира со скучными водными ресурсами, а в ряде других районов – к ее ослаблению.** Спрос на воду обычно увеличивается в силу увеличения численности населения и экономического развития, однако в некоторых странах снижается в связи с повышением эффективности использования. По прогнозам, изменение климата приведет к ослаблению расхода водотоков и снижению степени подпитки подземных вод во многих частях мира, но в то же время к ее увеличению в ряде других районов (*средний доверительный уровень*). Степень изменений варьируется в зависимости от сценариев, что отчасти обусловлено различиями в прогнозируемом выпадении дождей (в особенности их интенсивности) и отчасти различиями в прогнозируемом режиме испарения. Прогнозируемые изменения гидрологического режима водных потоков в соответствии с двумя сценариями изменения климата показаны на рисунке 3-5. По оценкам, рассчитанным на основе прогнозов изменения климата, предусматривающих увеличение выбросов CO₂ на 1 % в год, снижение наличия воды на 10 % или более к 2050 году отрицательно скажется на многих сотнях миллионов, а то и нескольких миллиардах человек (см. таблицу 3-4). Качество пресной воды, в общем и целом, будет снижаться в результате повышения температуры воды (*высокий доверительный уровень*). Однако в некоторых районах это явление может быть компенсировано за счет увеличения водности потоков. Воздействие, обусловленное изменением климата, на наличие и качество воды и частоту и интенсивность наводнений и засух приведет к обострению проблем в области водопользования и смягчения последствий наводнений. Неуправляемые или плохо управляемые системы водных ресурсов наиболее уязвимы к неблагоприятным последствиям изменения климата.



РГ I ТДО, раздел 9.3.6 и
РГ II ТДО, разделы 4.3-4,
4.5.2 и 4.6

Малые островные и низинные прибрежные районы

- 3.23 **Население, проживающее на небольших островах и/или в низинных прибрежных районах, подвержено особой опасности проявления отрицательных социально-экономических воздействий в результате повышения уровня моря и штормовых приливов.** Многие населенные пункты будут подвержены повышенной опасности затопления и эрозии прибрежных зон, и десятки миллионов людей, проживающих в дельтах, низинных прибрежных районах и на небольших островах, столкнутся с угрозой выселения и разрушения инфраструктуры и/или необходимости выполнения существенной работы и больших затрат по охране уязвимых прибрежных районов. Ресурсы, которые имеют жизненно важное значение для населения, проживающего на островах и в прибрежных районах, такие, как пляжи, пресноводные источники, рыболовные промыслы, коралловые рифы и атоллы, а также места обитания диких животных и произрастания диких растений также могут оказаться под угрозой.



РГ II ТДО, разделы 7.2.2,
17.2 и 19.3.4

- 3.24 **Прогнозируемое повышение уровня моря приведет к увеличению среднегодового числа людей, которые будут подвергаться угрозе наводнения в результате штормовых приливов в прибрежных районах (высокий доверительный уровень).** К числу районов, для которых характерно наибольшее абсолютное увеличение численности населения, подверженного угрозе наводнения, относятся Южная Азия и Юго-Восточная Азия, а также Восточная Африка, Западная



РГ II ТДО, разделы 6.5.1,
7.2.2 и 17.2.2

Африка и район Средиземноморья от Турции до Алжира, для которых характерны меньшие, но в любом случае значительные показатели увеличения. Большие районы многих густонаселенных прибрежных городов также уязвимы к постоянным затоплениям суши и прежде всего к более частым прибрежным наводнениям, которые будут налагаться на волновые приливы в связи с повышением уровня моря. Эти оценки не предполагают каких-либо изменений частоты или интенсивности штормов, что могло бы усугубить последствия повышения уровня моря в плане увеличения опасности наводнения в некоторых районах.

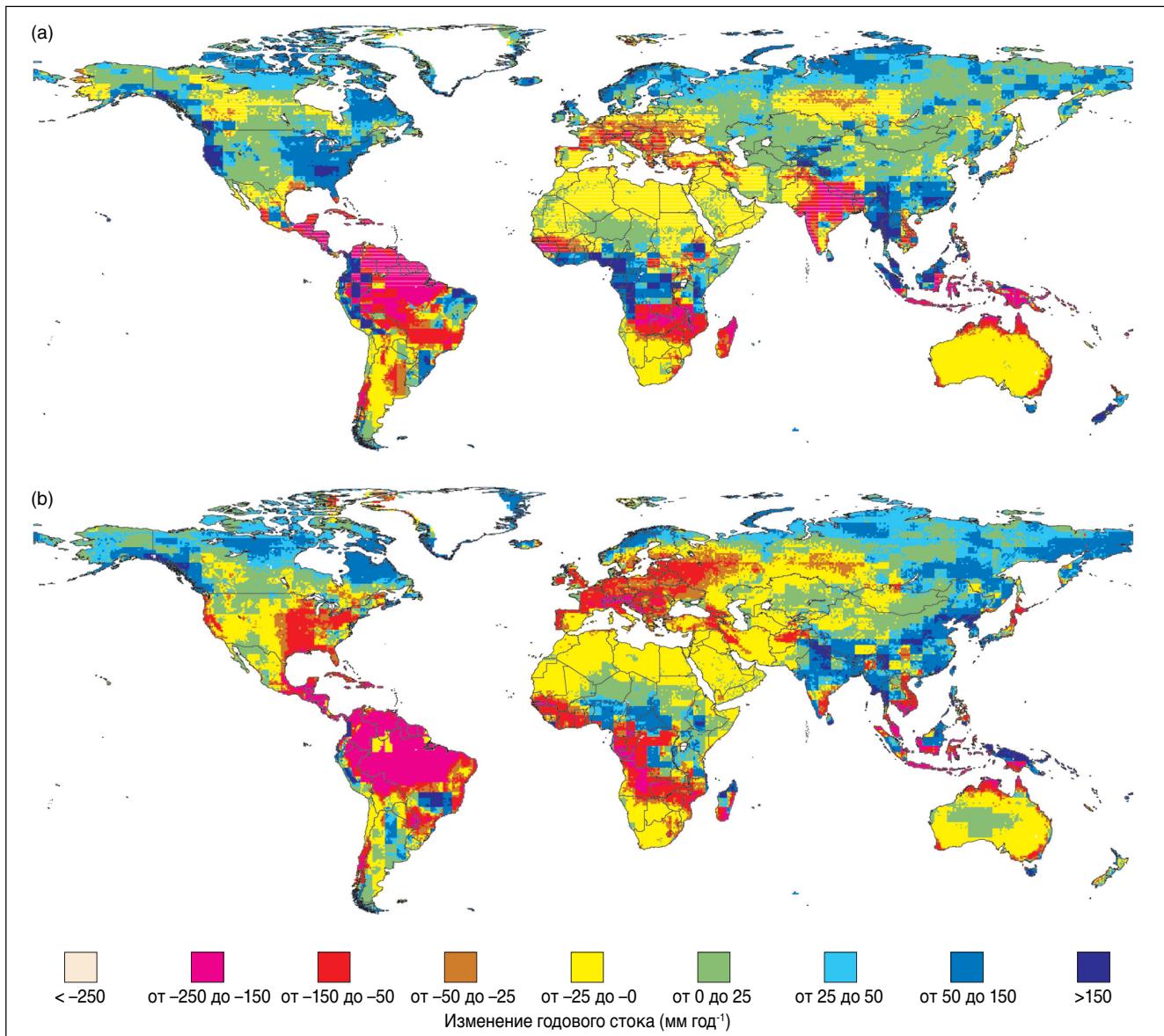


Рисунок 3-5. Прогнозируемые изменения среднего годового стока к 2050 году по сравнению со средним стоком за период с 1961 по 1990 год практически полностью совпадают с прогнозируемыми изменениями в режиме осадков. Изменения стока рассчитаны на основе гидрологической модели с использованием входных данных климатических прогнозов, полученных с помощью двух вариантов общей модели AOGCM, разработанных Центром Хэдли для сценария, предусматривающего увеличение фактической концентрации CO_2 в атмосфере на 1% в год: а) усредненный вариант HADCM2 и б) HADCM3. Прогнозируемое увеличение стока в высоких широтах и юго-восточной части Азии и снижение в центральной части Азии, в районе Средиземноморья, южной части Африки и Австралии в общем и целом соответствует экспериментам, проведенным Центром Хэдли, и прогнозам в области осадков, рассчитанным на основе других экспериментов AOGCM. В случае других районов мира изменения режима осадков и стока зависят от сценария используемой модели.

Таблица 3-4 Последствия изменения климата для водных ресурсов в случае отсутствия программных мер в области климата.*			
	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн.· ¹	445-640 млн.· ¹	540-970 млн.· ¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Последствия для водных ресурсов^b			
Водоснабжение [РГII ТДО, разделы 4.3.6 и 4.5.2]	Смещение пикового значения гидрологического режима рек с весны на зиму в тех бассейнах, где важным источником воды является выпадение снега (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Сокращение водных ресурсов во многих странах, страдающих дефицитом воды, и их увеличение в ряде других стран, страдающих дефицитом воды (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий для водных ресурсов (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Качество воды [РГII ТДО, раздел 4.3.10]	Снижение качества воды в результате повышения температуры. Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков. Увеличение масштабов интрузии соленой воды в прибрежные водоносные слои в результате повышения уровня моря (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Снижение качества воды в результате повышения температуры (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Изменение качества воды в результате изменения режима водных потоков (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий для качества водных ресурсов (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Спрос на водные ресурсы [РГII ТДО, раздел 4.4.3]	Изменение спроса на воду в целях орошения в связи с изменением климата; повышение температуры будет, как правило, приводить к повышению спроса (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий спроса на воду (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Обострение последствий спроса на воду (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Экстремальные явления [РГI ТДО РП; РГII ТДО РП]	Увеличение ущерба от наводнений в результате более интенсивного режима осадков (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Увеличение частоты засух (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Дальнейшее увеличение ущерба от наводнений (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Дальнейшее увеличение интенсивности засух и их воздействия.	Многократное увеличение ущерба от наводнений по сравнению со “сценариями, не предполагающими изменение климата”.

* См. сноски а-г в таблице 3-1.

Рыночные последствия

- 3.25 **Совокупное воздействие на рыночный сектор, измеренное в виде изменения валового внутреннего продукта (ВВП), будет, по оценкам, негативным для многих развивающихся стран в случае всех проанализированных масштабов повышения средней глобальной температуры (*низкий доверительный уровень*) и как негативным, так и позитивным для развитых стран в случае потепления на несколько (“a few”) °C (*низкий доверительный уровень*) и негативным в случае потепления на больше чем несколько (“a few”) градусов (*средний – низкий доверительный уровень*). Последствия изменения климата скажутся на рыночном секторе, что выразится в изменении объемов, качества и цен на продовольствие, волокнистые материалы, воду и другие товары и услуги (см. таблицу 3-5). Кроме того, изменение климата окажет определенное воздействие на рынок, которое выразится в изменении спроса на энергоносители, в нарушении снабжения гидроэлектроэнергией, в изменениях в транспорте, туризме и строительстве,**

→ РГII ТДО, разделы 6.5, 7.2-3, 8.3, 18.3.4, 18.4.3, 19.4.1-3 и 19.5

в увеличении материального ущерба и страховых убытков в результате экстремальных климатических явлений, в исчезновении прибрежной суши в результате повышения уровня моря, в необходимости принятия решений по размещению и перемещению объектов развития и населения, в изменении потребностей в ресурсах и в повышении стоимости мер по адаптации к изменению климата. Оценки чистого рыночного воздействия, сделанные на основании небольшого числа опубликованных исследований, суммированные по секторам и в национальном или региональном масштабе, свидетельствуют о том, что большинство подвергнутых анализу развивающихся стран и регионов будут терпеть убытки. Что касается развитых стран и регионов, то в случае повышения глобальной средней температуры на несколько ("a few") °C они будут в одних случаях получать выгоды, а в других – терпеть убытки. По оценкам, в случае большего повышения температуры развитые страны будут терпеть экономические убытки. В случае суммирования в глобальном масштабе мировой ВВП изменится на несколько процентов в ту или иную сторону при глобальном повышении средней температуры на несколько ("a few") °C, а в случае более сильного повышения температуры произойдет увеличение чистых убытков. Эти оценки разработаны, как правило, без учета воздействия изменений в системе изменчивости климата и экстремальных явлений, без учета воздействия различных темпов изменения климата, с учетом отчасти воздействия на товары и услуги, которые не являются объектом торговли, и на основе допущения, в соответствии с которым выгоды для одних компенсируются убытками для других. Поэтому доверительный уровень оценок рыночного воздействия для отдельных стран в целом *низок*, а различные неучтенные факторы могут привести к занижению экономических убытков и завышению экономических выгод.

Таблица 3-5 Последствия изменения климата для других рыночных секторов в случае отсутствия программных мер в области климата.*			
	2025	2050	2100
Концентрация CO ₂ ^a	405-460 млн. ⁻¹	445-640 млн. ⁻¹	540-970 млн. ⁻¹
Изменение глобальной средней температуры по сравнению с 1990 г. ^b	0,4-1,1°C	0,8-2,6°C	1,4-5,8°C
Глобальное повышение среднего уровня моря по сравнению с 1990 г. ^b	3-14 см	5-32 см	9-88 см
Прочие последствия для рыночного сектора^c			
Энергетика [РГП ТДО, раздел 7.3]	Снижение спроса на энергию для отопления зданий (<i>высокий доверительный уровень^c</i>). Повышение спроса на энергию для охлаждения зданий (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Повышение степени воздействия на спрос на энергию (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).
Финансовый сектор [РГП ТДО, раздел 8.3]		Повышение стоимости страхования и сокращение масштабов страхования (<i>высокий доверительный уровень^c</i>).	Повышение степени воздействия на финансовый сектор.
Суммарные рыночные последствия ^d [РГП ТДО разделы, 19.4-5]	Чистые убытки рыночного сектора во многих развивающихся странах (<i>низкий доверительный уровень^c</i>). Рыночные выгоды в одних случаях и убытки в других случаях в развитых странах (<i>низкий доверительный уровень^c</i>).	Увеличение убытков в развивающихся странах (<i>средний доверительный уровень^c</i>). Сокращение масштабов выгод и увеличение масштабов убытков в развитых странах (<i>средний доверительный уровень^c</i>).	Увеличение убытков в развивающихся странах (<i>средний доверительный уровень^c</i>). Чистые потери рыночного сектора в развитых странах в результате потепления более чем на несколько ("a few") °C (<i>средний доверительный уровень^c</i>).

* См. сноски а-г к таблице 3-1 и сноска д к таблице 3-2.

3.26 **Адаптация может привести к ослаблению отрицательных последствий изменения климата и зачастую может обеспечить вспомогательные выгоды, однако весь ущерб предотвратить не сможет.**

3.27 **В целях реагирования на изменение климата были определены многочисленные возможные варианты адаптации, которые могут привести к ослаблению отрицательных и усилению положительных последствий изменения климата, но которые связаны с расходами.** Качественная оценка выгод и расходов и их изменение по регионам и субъектам деятельности не завершена. Адаптация к изменению климата может производиться в самых различных формах, в том числе в форме мер, принимаемых людьми в целях ослабления воздействий или использования новых возможностей и структурных и функциональных изменений в природных системах, произведенных в порядке ответа на изменение воздействий. В настоящем докладе основное внимание уделяется мерам по адаптации, которые принимаются людьми. Различные варианты таких мер включают ответную адаптацию (меры, принимаемые в процессе изменения условий и без предварительной подготовки) и планируемую адаптацию (меры, принимаемые либо в процессе изменения условий, либо в порядке их предвосхищения, но с предварительной подготовкой). Меры по адаптации могут приниматься как частными субъектами деятельности (например отдельными лицами, домашними хозяйствами или коммерческими фирмами), так и государственными учреждениями (например ведомствами, действующими на местном уровне, на уровне штатов или на уровне национального правительства). Примеры предварительно определенных вариантов перечислены в таблице 3-6. Выгоды и расходы, связанные с вариантами адаптации, анализ которых не претендует на полноту, будут также варьироваться в зависимости от регионов и субъектов деятельности. Несмотря на неполноту знаний в области адаптации и с учетом их постоянного накопления, авторам настоящего доклада все же удалось разработать и кратко изложить целый ряд устойчивых выводов.



РГII ТДО, разделы 18.2.3 и 18.3.5

3.28 **Более существенное и более быстрое изменение климата может создать более значительные проблемы в плане адаптации и большую опасность ущерба, чем это может иметь место в случае менее значительного и более замедленного процесса изменения.** Основные особенности процесса изменения климата, подлежащего адаптации, включают масштабы и темпы изменений режима климатических экстремальных явлений, изменчивость и средние условия. Природные и антропогенные системы выработали соответствующий потенциал, позволяющий им противостоять изменчивости климата в определенном диапазоне, в пределах которого риск ущерба относительно невелик, а способность к восстановлению высока. Однако изменения в климатической системе, которые приводят к увеличению частотности явлений, не вписывающиеся в исторический диапазон, в пределах которого системы могли противостоять изменениям, увеличивают опасность нанесения серьезного ущерба и неполного восстановления или разрушения системы. Изменение средних условий (например повышение средней температуры), даже при отсутствии колебаний, может привести к увеличению частоты некоторых явлений (например более частые приливы жары), которое превышает адаптационную способность данной системы и приводит к снижению частоты других явлений (например менее частые периоды холода) (см. вопрос 4 и рисунок 4-1).



РГII ТДО, разделы 18.2.2, 18.3.3 и 18.3.5

3.29 **Укрепление способности к адаптации может привести к расширению или сдвигу диапазона приспособляемости к изменчивости климата и экстремальным явлениям и создать определенные выгоды на сегодняшний день и на будущее.** Многие из перечисленных в таблице 3-6 вариантов адаптации используются в настоящее время для решения проблем, возникающих в связи с нынешней изменчивостью климата и экстремальными климатическими явлениями, а их более широкое применение позволит повысить способность к адаптации как на нынешнем этапе, так и впоследствии. Однако такая работа может оказаться в



РГII ТДО, разделы 18.2.2 и 18.3.5

Таблица 3-6 Примеры вариантов адаптации для отдельных секторов	
<i>Сектор/Система</i>	<i>Варианты адаптации</i>
Водные ресурсы [РГП ТДО, разделы 4.6 и 7.5.4; РГП ВДО, разделы 10.6.4 и 14.4]	<p>Повышение эффективности водопользования на основе управления с ориентацией на спрос (например ценовые стимулы, правила, технические стандарты). Расширение системы водоснабжения или повышение надежности водоснабжения на основе управления, ориентированного на «предложение» (например строительство новых водоемов и инфраструктуры для отвода воды). Изменение институциональной и правовой базы в целях облегчения передачи водных ресурсов между пользователями (например создание рынков водных ресурсов). Сокращение сброса в реки питательных веществ и защита/расширение растительного покрова вдоль потоков в целях нейтрализации эффекта эвтрофикации в результате повышения температуры воды. Пересмотр планов борьбы с паводками в целях снижения пиковых расходов потоков вниз по течению; сокращение площади поверхности с твердым покрытием и использование растительности для снижения ливневого стока и повышения инфильтрации воды. Переоценка конструктивных параметров дамб, набережных и других объектов инфраструктуры, используемых для защиты от паводков.</p>
Продовольственные товары и волокнистые материалы [РГП ТДО разделы 5.3.4-5; РГП ВДО разделы 2.9, 4.4.4, 13.9 и 15.6; СДПТ, раздел 11.2.1]	<p>Изменение сроков посадки, сбора урожая и других организационных мер. Рыхление почвы на минимальную глубину и использование других видов практики в целях более эффективного задержания питательных веществ и влаги в почвах и предотвращения эрозии почвы. Изменение показателей выпаса скота на пастбищных угодьях. Переход на возделывание культур, которые являются менее водолюбивыми и более устойчивыми к жаре, засухе и вредителям. Проведение исследований в целях выведения новых культур. Содействие развитию агролесного хозяйства в засушливых районах, включая создание лесных посадок при сельских поселениях и использование кустарников и деревьев в качестве фуражи. Посадка различных видов деревьев в целях увеличения разнообразия и обеспечения большей гибкости. Поддержка инициатив по восстановлению растительного покрова и лесов. Содействие естественному распространению различных видов деревьев с созданием соединительных охраняемых районов и пересадкой деревьев. Повышение уровня подготовки и образования сельскохозяйственных рабочих. Разработка или расширение программ обеспечения надежных продовольственных поставок в качестве своего рода гарантов в случае перебоев с продовольствием на местах. Пересмотр политики, благоприятствующей неэффективным, неустойчивым или связанным с риском видам земледелия, выпаса скота или лесоустройства (например, субсидирование отдельных культур, страхование культур, водоснабжение).</p>
Прибрежные районы и морские рыбные промыслы [РГП ТДО, разделы 6.6 и 7.5.4; РГП ВДО, раздел 16.3; СДПТ, раздел 15.4]	<p>Предотвращение или сворачивание работ по освоению прибрежных районов, уязвимых к эрозии, затоплению и воздействию штормовых приливов. Использование «жестких» (насыпи, набережные, дамбы) или «мягких» (укрепление пляжей, восстановление дон и приливно-отливных зон, облесение) структур в целях защиты побережья. Реализация системы оповещения о штормах и планов эвакуации. Защита и восстановление приливно-отливных зон, эстuariev и пойм в целях сохранения необходимых мест обитания для рыбного промысла. Модификация и укрепление учреждений и программных мер по организации рыбных промыслов в целях содействия их сохранению. Проведение исследований и мониторинга в целях более эффективной поддержки комплексной системы управления рыбными промыслами.</p>
Здоровье людей [РГП ТДО, разделы 7.5.4 и 9.11; РГП ВДО, раздел 12.5; СДПТ, раздел 14.4]	<p>Реконструкция и модернизация инфраструктуры общественного здравоохранения. Улучшение системы готовности к эпидемиям и укрепление потенциала по прогнозированию и раннему оповещению в случае эпидемий. Мониторинг состояния окружающей среды, биологических условий и здоровья. Улучшение жилищных условий, санитарного состояния и качества воды. Использование комплексной системы градостроительства в целях снижения эффекта «тепловых островков» (например использование растительности и поверхностей, окрашенных в светлые тона). Проведение массово-просветительских компаний в целях стимулирования такого поведения, которое способствовало бы снижению рисков для здоровья.</p>
Финансовые услуги [РГП ТДО, раздел 8.3.4]	<p>Распределение рисков с помощью системы частного и государственного страхования и перестрахования. Снижение риска путем разработки кодексов и других стандартов по линии или при содействии финансового сектора в качестве обязательного условия страхования или предоставления кредитов.</p>

будущем не такой эффективной, поскольку масштабы и темпы изменения климата все время увеличиваются.

- 3.30 **Потенциальные прямые выгоды адаптации весьма существенны и выражаются в снижении неблагоприятных и укреплении благоприятных последствий изменения климата.** Результаты исследования будущих воздействий, обусловленных



РГП ТДО, разделы 5.3.4, 6.5.1 и 18.3.2

изменением климата, свидетельствуют о том, что потенциал в области адаптации позволяет существенно ослабить многие неблагоприятные последствия и укрепить благоприятные. Например, анализ вероятности затопления прибрежных районов в результате штормовых приливов дает основание предположить, что повышение уровня моря в результате изменения климата приведет к увеличению среднегодовой численности населения, которое будет подвержено многократному риску наводнений, если защита прибрежных районов от наводнений останется такой же, как и в настоящее время. Однако, если система защиты прибрежных районов от наводнений будет укрепляться пропорционально будущему росту ВВП, то прогнозируемое повышение этого риска будет снижено практически на две трети (см. рисунок 3-6). Вместе с тем такие оценки указывают лишь на потенциальные выгоды от адаптации, а не на вероятные выгоды, поскольку в анализах, как правило, используются произвольные допущения относительно вариантов адаптации и препятствий на пути их реализации, зачастую не учитываются изменения в режиме экстремальных климатических явлений и изменчивости и не вносятся поправки на неточность прогнозов.

- 3.31 **В настоящее время есть мало оценок расходов, связанных с адаптацией; имеющиеся оценки указывают на то, что расходы в значительной мере зависят от критерии отбора и времени реализации конкретных мер по адаптации, на основе которых принимаются соответствующие решения.** Расходы, связанные с мерами по защите прибрежных районов от повышения уровня моря, на сегодняшний день, судя по всему, изучены лучше всего. Меры, подвергнутые анализу, включают строительство “жестких структур”, таких, как насыпи, набережные и дамбы, а также использование “мягких структур”, таких, как укрепление пляжей с помощью песка и восстановление дюн. Оценки расходов, связанных с защитой побережья, варьируются в зависимости от допущений относительно того, какие будут приняты решения по масштабам защиты береговой линии, вида используемых структур, времени их реализации (с учетом воздействия степени повышения уровня моря) и коэффициентов дисконтирования. Различные допущения по поводу этих факторов позволяют сделать вывод о том, что расходы по защите побережья США от повышения уровня моря на 0,5 м к 2100 году составят 20-150 млрд. долл. США в нынешних ценах.

→ РГII ТДО, разделы 6.5.2 и 18.4.3

Адаптация и среднегодовая численность населения, которое подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов, прогноз на 2080-е годы



→ РГII ТДО, раздел 6.5.1

Рисунок 3-6. Адаптация и среднегодовая численность населения, которое подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов, прогноз на 2080-е годы. Два левых столбика показывают среднегодовую численность населения, которое, по прогнозам, подвергается риску наводнения в результате прибрежных штормовых приливов в 2080 году в случае сохранения нынешнего уровня моря и в случае повышения уровня моря приблизительно на 40 см при предположении, что система защиты побережья остается такой же, как и в настоящее время, и что численность населения увеличивается умеренными темпами. Правые два столбика показывают то же самое, но при предположении, что защита побережья укреплена пропорционально росту ВВП.

3.32 **Изменение климата, как ожидается, окажет негативное воздействие на развитие, устойчивость и справедливость.**

3.33 **Воздействия, обусловленные изменением климата, лягут непропорционально тяжелым бременем на развивающиеся страны и неимущие группы населения во всех странах и, тем самым, приведут к усилению неравенства с точки зрения охраны здоровья и доступа к адекватным продуктам питания, чистой воде и другим ресурсам.** Как уже говорилось, население развивающихся стран, как правило, подвержено относительно высокой опасности воздействий, обусловленных изменением климата, на здоровье людей, водоснабжение, производительность сельского хозяйства, материальные ценности и другие ресурсы. Нищета, отсутствие подготовки и образования, отсутствие инфраструктуры, отсутствие доступа к технологиям, отсутствие разнообразных возможностей получения дохода, деградация базы природных ресурсов, неправильная система стимулов, неадекватная правовая база и конкурентная борьба между государственными и частными учреждениями, создают в большинстве развивающихся стран условия слабой способности к адаптации. Подверженность воздействиям и низкая способность к адаптации приводят к тому, что население развивающихся стран, как правило, более уязвимо, нежели население развитых стран.

→ РГII ТДО, разделы
18.5.1-3

3.34 **Неустойчивое использование ресурсов усугубляет уязвимость к изменению климата.** Превращение природной среды обитания в объект удовлетворения человеческих потребностей, высокий уровень эксплуатации ресурсов окружающей среды, практика земледелия и выпаса скота, которые отнюдь не способствуют защите земельных угодий от деградации, и загрязнение воздуха и воды могут снизить способность систем адаптироваться к колебаниям или изменению климата и их стойкость к восстановлению после ослабления своих функций. Такие воздействия приводят к тому, что системы и население, которые получает за счет их товары, услуги и средства к существованию, становятся весьма уязвимыми к изменению климата. Такие воздействия обнаруживаются как в развитых, так и в развивающихся странах, но достижение целей развития такими способами, которые не оказывали бы неустойчивого воздействия на эти системы, ставит перед развивающимися странами особую дилемму.

→ РГII ТДО, разделы 1.2.2,
4.7.5.1, 6.3.4 и 6.4.4

3.35 **Опасности, связанные с изменением климата, могут затормозить прогресс на пути к устойчивому развитию.** Более частые и более интенсивные засухи могут ускорить деградацию земельных ресурсов. Увеличение частоты и интенсивности выпадения сильных осадков может привести к расширению масштабов наводнений, оползней и селевых потоков, а вызванные ими нарушения могут в некоторых случаях свести на нет многолетние усилия в области развития. Воздействие, обусловленное изменением климата, на здоровье людей и сельское хозяйство, может привести к регрессу в области здравоохранения и питания. Такие опасности могут еще больше увеличиться в результате дальнейшего освоения районов, для которых характерно динамичное и неустойчивое состояние (например поймы рек, огорожденные пляжи, низинные побережья и крутые склоны с вырубленным лесом).

→ РГII ТДО, раздел 18.6.1

3.36 **Изменение климата, если оно не будет приниматься во внимание, может привести к снижению эффективности проектов в области развития.** Проекты в области развития зачастую предполагают осуществление инвестиций в инфраструктуру, учреждения и человеческий капитал в целях рационального использования таких чувствительных к климату ресурсов, как вода, гидроэнергетика, сельскохозяйственные земли и леса. Реализация этих проектов может быть поставлена под угрозу в результате изменения климата и увеличения его изменчивости, и тем не менее этим факторам уделяется мало внимания при разработке проектов. Анализы показывают, что компонент гибкости, который допускал бы возможность эффективной работы в более разнообразных климатических условиях, может быть в некоторых случаях включен в проекты за счет небольших дополнительных затрат и что большая

→ РГII ТДО, раздел 18.6.1

гибкость обеспечивает незамедлительный эффект в силу рисков, сопряженных с нынешней изменчивостью климата.

- 3.37 **Многие из условий, необходимых для укрепления способности адаптироваться к изменению климата, аналогичны условиям, которые необходимы для содействия устойчивому развитию.** Примеры общих условий, необходимых для укрепления способности к адаптации и устойчивого развития, включают более широкий доступ к ресурсам и сглаживание неравенства в таком доступе, сокращение масштабов нищеты, улучшение системы образования и подготовки, вложение средств в инфраструктуру, привлечение соответствующих сторон к организации рационального использования местных ресурсов и повышение институционального потенциала и эффективности. Кроме того, снизить степень уязвимости к изменению климата в процессе перехода на более устойчивые формы использования ресурсов могут помочь меры, направленные на замедление процесса конверсии мест обитания, организацию рациональной практики эксплуатации ресурсов для их более эффективной защиты, применение методов культивации и выпаса скота в целях защиты земельных угодий и на более эффективное регулирование выброса загрязняющих веществ.



РГII ТДО, раздел 18.6.1

B9

Вопрос 9

Каковы наиболее устойчивые выводы и ключевые неопределенности, касающиеся объяснения климатических изменений и прогнозов с помощью моделирования:

- будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей;
- будущих концентраций парниковых газов и аэрозолей;
- будущих изменений регионального и глобального климата;
- региональных и глобальных воздействий, связанных с изменением климата;
- издержек и выгод, связанных с вариантами смягчения последствий и адаптации?

Введение

- 9.1 **Понимание механизма изменения климата, его воздействий, а также вариантов по смягчению последствий и адаптации углубляется в результате проведения общих и междисциплинарных исследований и мониторинга в рамках соответствующей комплексной оценки.** С углублением понимания некоторые выводы становятся более устойчивыми, а некоторые неопределенности – исключительно важными для обоснования разработанной стратегии. Некоторые неопределенности возникают вследствие отсутствия данных и понимания ключевых процессов, а также разногласий по поводу того, что уже известно, и даже того, что возможно познать. Другие неопределенности связаны с предсказанием социального и индивидуального поведения в порядке реагирования на ту или иную информацию или события. С увеличением сложности рассматриваемой проблемы эти неопределенности, как правило, приобретают еще большую расплывчатость, по мере того как вводятся дополнительные элементы в целях включения более полной совокупности физических, технических и социальных воздействий, а также воздействий и ответных мер, обусловленных проводимой политикой. В ответной реакции климата на антропогенное воздействие нет ни “обдуманности”, ни “разборчивости”, в то время как человеческое общество может подходить к решению проблемы изменения климата сознательно и выбирать те или иные варианты. Целью ТДО и других докладов МГЭИК является исследование, оценка, определение и снижение, по мере возможности, имеющихся неопределенностей.
- 9.2 **В настоящем докладе устойчивый вывод в отношении изменения климата определяется как вывод, который верен в рамках разнообразных подходов, методов, моделей и допущений и который должен быть относительно устойчивым к воздействию неопределенностей.** В литературе по данной тематике устойчивый вывод может быть отнесен и к категории *надежно установленных* (высокий уровень согласованности и подтверждения), и *установленных, но неполных* (высокий уровень согласованности, но не полностью подтвержденные). Надежность и вероятность здесь являются различными понятиями: вывод о том, что то или иное событие является «исключительно маловероятным», может быть так же надежен, как и «фактически точный» вывод. Основной разработкой ТДО является множественность альтернативных сценариев выбросов и концентраций парниковых газов, что как раз и нашло отражение в СДСВ. Под устойчивыми выводами понимаются те выводы, которые верны в широком диапазоне этих “вероятных миров”.
- 9.3 **Под ключевыми неопределенностями в этом контексте понимаются те неопределенности, которые, в случае их уменьшения, могут дать возможность сделать новые и устойчивые выводы в отношении вопросов, поднятых в настоящем докладе.** Эти выводы, в свою очередь, могут способствовать получению лучшей или большей информации, лежащей в основе любой разработки стратегии. Неопределенности никогда нельзя полностью устраниить, однако их зачастую можно ограничить путем достижения большего понимания и получения большего количества подтверждений, в особенности в процессе поиска согласующихся результатов или устойчивых выводов.
- 9.4 **Устойчивые выводы и ключевые неопределенности могут быть объединены в контексте единой комплексной оценки.**
- 9.5 **Единая комплексная оценка, описанная в этом докладе, применяется для объединения всех устойчивых выводов и ключевых неопределенностей в рамках прогнозов, построенных на основе моделей.** Такая оценка может объединять в себе все научные дисциплины, причастные к процессу изучения климата, биосферы и человеческого общества. Она подчеркивает наличие взаимосвязей между системами, описанными в различных докладах рабочих групп в ТДО, а также

включает анализ взаимосвязей между изменением климата и другими экологическими последствиями и помогает идентифицировать “пробелы” в области человеческих знаний. Она позволяет сделать предположение по поводу того, каким образом неопределенности могут повлиять на общую картину событий. Рисунок 1-1 показывает, как можно объединить процессы адаптации и смягчения последствий в контексте единой оценки. Социально-экономические и природные системы будут вынуждены адаптироваться к изменению климата, что скажется и на общем развитии. Адаптация будет проходить как на самостоятельной основе, так и по инициативе правительства, и принятые меры по адаптации приведут к снижению некоторых воздействий, вызванных изменением климата, на эти системы и общее развитие в целом, но полностью устранить эти воздействия они не смогут. Деятельность по адаптации обеспечит определенную выгоду, но также повлечет за собой и расходы. Деятельность по смягчению последствий отличается от деятельности по адаптации тем, что она позволяет сократить выбросы на самом начальном этапе цикла, снизить уровень концентрации (в сравнении с тем, который мог бы иметь место в случае непринятия данных мер), ослабить процесс изменения климата и снизить степень рисков и неопределенностей, связанных с изменением климата. Кроме того, она позволяет уменьшить необходимость в адаптации, а также ослабить воздействия, вызванные изменением климата, и влияние на социально-экономическое развитие. Деятельность по смягчению последствий отличается и тем, что она нацелена на ослабление воздействий на климатическую систему в целом, в то время как адаптация в первую очередь ориентирована на ослабление локальных воздействий, вызванных изменением климата. Основной выгодой, вытекающей в результате деятельности по смягчению последствий, является предотвращение изменения климата, но и она имеет свою цену. Помимо всего прочего, деятельность по смягчению последствий приводит к дополнительным выгодам (например к сокращению загрязнения воздуха, что положительно сказывается на здоровье населения). Единый комплексный подход в оценке изменения климата мог бы позволить динамически рассмотреть полный цикл, отраженный на рисунке 1-1, с учетом всех обратных связей, однако сделать это в рамках ТДО оказалось невозможным.

- 9.6 В примерах, содержащихся в таблице РП-3, многие *устойчивые выводы* имеют отношение к *наличию* реакции климатической системы на деятельность человека и знаку этой реакции. Многие *ключевые неопределенностии* касаются *количественного определения* масштабов и/или сроков проявления реакции и потенциального влияния улучшенных методов и ослабленных допущений.

Установление причин изменения климата

- 9.7 **На сегодняшний день несомненен тот факт, что человек влияет на глобальный климат Земли.**

- 9.8 **Все большее и большее количество данных, полученных в результате наблюдений, дают возможность нарисовать общую картину потепления климата Земли, а проводимые на основе моделей исследования свидетельствуют о том, что наблюдавшееся в течение последних 50 лет потепление большей частью обусловлено деятельностью человека.** В глобальном плане можно с весьма высокой степенью уверенности утверждать, что 90-е годы были самым теплым десятилетием, как об этом свидетельствуют данные регистрации, полученные с помощью приборов (т.е. с 1861 года). Масштабы потепления за сто последних лет в северном полушарии были, скорее всего, большими, чем в течение любого другого века за последнюю тысячу лет. Данные, полученные в результате наблюдений и на основе моделей, имитирующих изменение климата, надежно свидетельствуют в пользу того, что наблюдавшееся в течение последних 50 лет потепление большей частью обусловлено увеличением концентраций парниковых газов. Полученные в результате наблюдений данные также вселяют уверенность в возможность построения моделей, способных прогнозировать будущее изменение

→ B2.7 и B2.10-11

климата. Более точное количественное определение степени антропогенного воздействия зависит от сокращения числа *ключевых неопределенностей*, относящихся к масштабам и характеру изменчивости природы и масштабам климатических воздействий, обусловленных природными факторами и аэрозолями антропогенного происхождения (в особенности косвенные последствия), и от установления связи между изменением климата, вызванным антропогенными воздействиями, и региональными тенденциями в целом.

Будущие выбросы и концентрации парниковых газов и аэрозолей

9.9 **Деятельность человека обуславливает повышение концентраций парниковых газов в атмосфере.**

9.10 **С 1750 года (т.е. с начала промышленной революции) в результате деятельности человека концентрация CO₂ (основной газ, обуславливающий антропогенное радиационное воздействие) в атмосфере увеличилась на 31%, и, согласно всем прогнозам, составленным на основе сценариев, содержащихся в СДСВ, ожидается значительное повышение его концентрации и в будущем (рисунок 9-1а).** С 1750 года также увеличились концентрации других парниковых газов (например, CH₄ на 150%, N₂O на 17%). Имеющаяся на сегодняшний день концентрация CO₂ никогда не превышалась в течение последних 420 тыс. лет (промежуток времени, измеренный по керну льда) а также, вероятно, и за все последние 20 млн. лет. По сравнению со всеми другими устойчивыми глобальными изменениями, по меньшей мере за последние 20 тыс. лет, эта степень увеличения концентраций беспрецедентна. Согласно прогнозам, основанным на ряде сценариев СДСВ (см. таблицу 3-1), до 2100 года концентрации CO₂ будут продолжать расти. Большинство сценариев, содержащихся в СДСВ, предполагают сокращение выбросов SO₂ (прекурсора сульфат-аэрозолей) к 2100 году по сравнению с 2000 годом. Если некоторые парниковые газы (например CO₂, N₂O, перфтоглериды) имеют длительный жизненный цикл в атмосфере (около столетия или больше), то время полураспада аэрозолей измеряется всего лишь несколькими днями. **Ключевые неопределенностии** являются неотъемлемой частью допущений, лежащих в основе широкого круга сценариев будущих выбросов, содержащихся в СДСВ, а следовательно, и количественного определения будущих концентраций. Эти неопределенностии относятся к увеличению численности населения, технологическому прогрессу, экономическому росту и структурам управления, плохо поддающимся количественному определению. Кроме того, существующие сценарии взаимодействия озона и аэрозолей в нижних слоях атмосферы неадекватны. В связи с недостаточным пониманием всевозможных факторов, присущих процессу моделирования круговорота углерода и учета влияния обратных реакций климата, возникают меньшие неопределенностии. Учет всех этих неопределенностей приводит нас к выводу о том, что концентрация CO₂ в 2100 году будет варьироваться в примерных пределах от 490 млн.⁻¹ до 1260 млн.⁻¹ (против приблизительно 280 млн.⁻¹ в доиндустриальную эпоху и приблизительно 368 млн.⁻¹ в 2000 году).

→ B2.4, B3.3, B3.5 и B5.3

9.11 **Повышение концентрации CO₂ в XXI веке будет, вне всякого сомнения, преимущественно обусловлено выбросами CO₂ в результате сжигания ископаемых видов топлива.** Это подразумевается рядом сценариев, содержащихся в СДСВ, согласно которым выбросы в результате сжигания ископаемых видов топлива будут преобладать над возможными биосферными источниками и поглотителями CO₂. По расчетам, даже если бы можно было восстановить весь углерод в биосфере Земли (например путем лесовозобновления), который высвобождался на протяжении долгого времени вследствие изменений в землепользовании, то концентрация CO₂ снизилась бы в пределах от 40 до 70 млн.⁻¹. Здесь существуют **ключевые неопределенностии**, относящиеся к влиянию изменений в землепользовании и ответным реакциям биосферы на поглощение, аккумулирование и высвобождение углерода, который, в свою очередь, влияет на концентрации CO₂.

→ B4.11 и B7.4

Будущие изменения регионального и глобального климата

- 9.12 **В течение ХХ века климат изменился; согласно прогнозам, еще большие изменения ожидаются в ХХI веке.**
- 9.13 Прогнозы, рассчитанные во всех сценариях, содержащихся в СДСВ, свидетельствуют о дальнейшем повышении средней температуры поверхности Земли в глобальном масштабе в течение ХХI века, причем прогнозируемые темпы потепления вполне могут оказаться, если исходить из палеоклиматических данных, беспрецедентными за последние 10 000 лет (рисунок 9-1b). Весьма вероятно, что температура практически во всех континентальных районах будет повышаться быстрее, нежели средняя глобальная температура, в особенности в тех, которые расположены в высоких северных широтах, и, преимущественно, в зимний период времени. Также вероятно увеличение числа жарких дней, сокращение числа холодных дней, волн холода и морозных дней, а также уменьшение дневного диапазона температур.
- 9.14 **В более теплом мире гидрологический цикл станет интенсивней.** Согласно прогнозам, ожидается общее увеличение числа экстремальных явлений в глобальном масштабе. Более интенсивные экстремальные явления (и, как следствие,

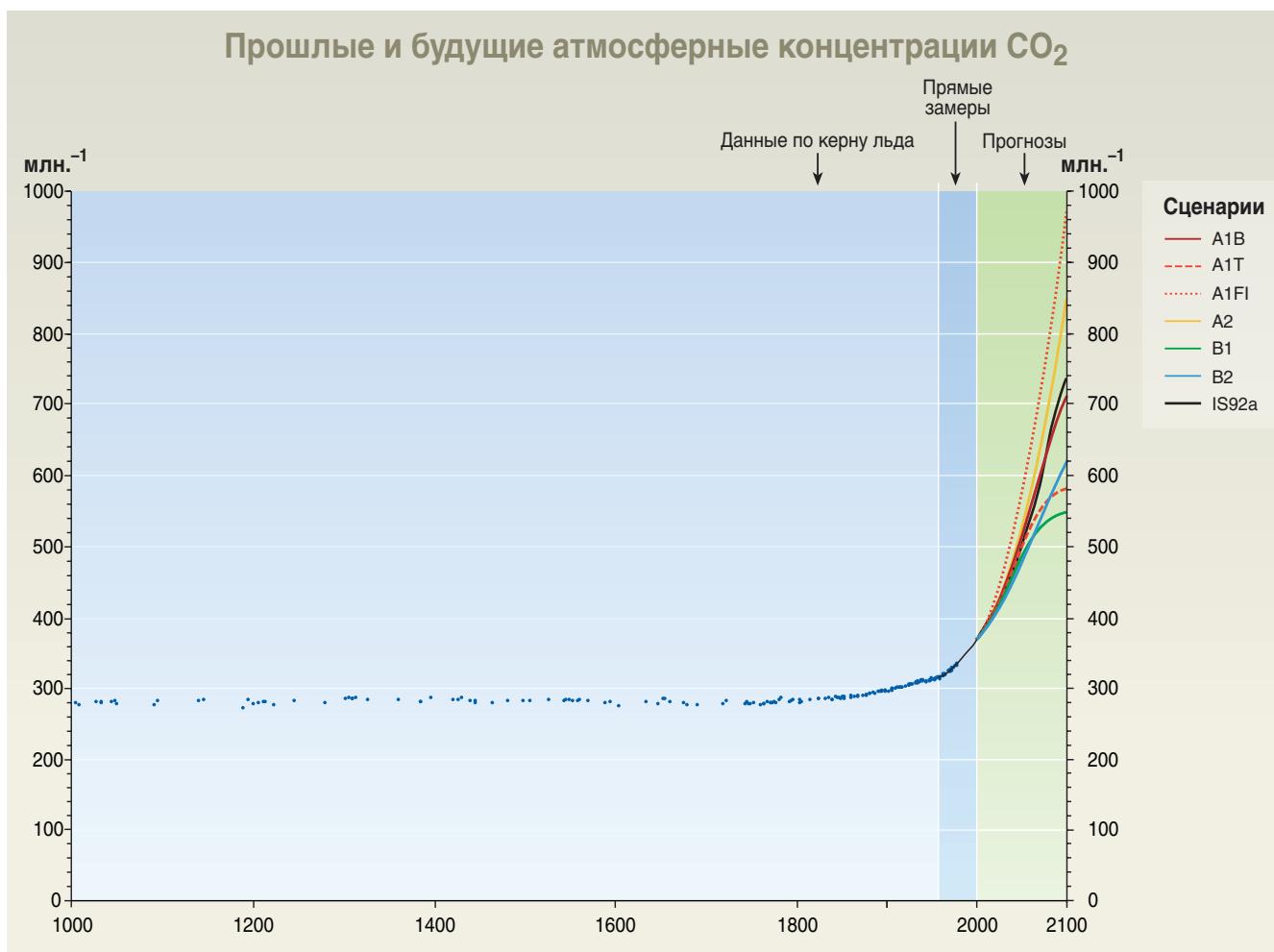


Рисунок 9-1а. Атмосферная концентрация CO₂ в период с 1000 по 2000 год, определенная на основании данных по керну льда и прямых атмосферных замеров в течение нескольких прошлых десятилетий. Прогнозы концентрации CO₂ на период 2000-2100 годов основаны на шести иллюстративных сценариях СДСВ и IS92a (для сопоставления с ВДО).

→ РГИДО РП, рисунки 2а и 5б

наводнения) весьма вероятны во многих районах, впрочем, как и усиление обезвоживания в летнее время и связанный с этим вероятный риск возникновения засух во внутренних континентальных районах, расположенных в средних широтах. При незначительных изменениях масштабов явления Эль-Ниньо и даже при их

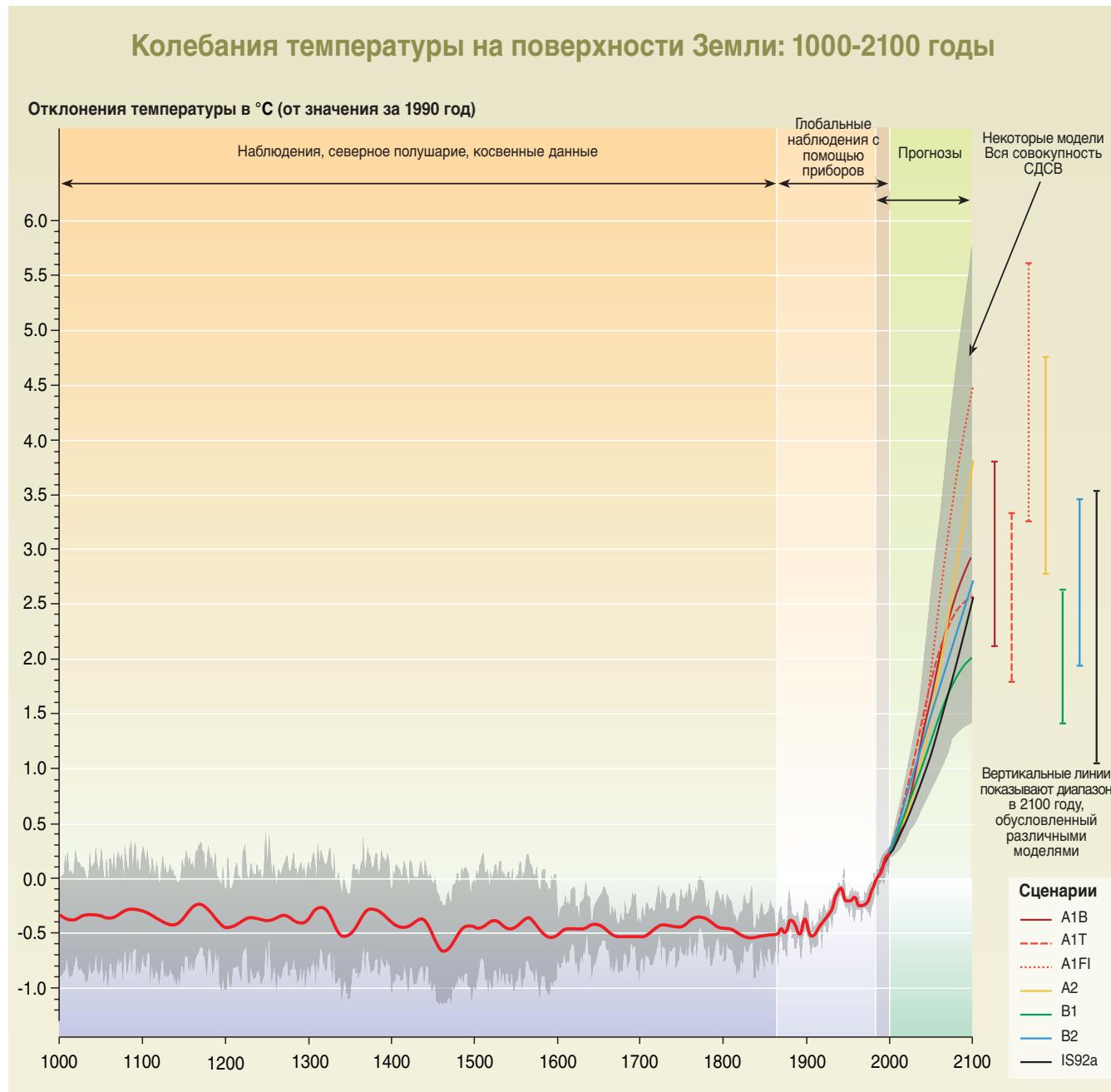


Рисунок 9-1б. Колебания температуры на поверхности Земли: 1000-2100 годы. На рисунке показаны колебания средней температуры на поверхности Земли в северном полушарии за период с 1000 по 1860 год, рассчитанные на базе косвенных данных (годовые кольца деревьев, кораллы, керны льда и регистрация данных за прошлый период) (соответствующих данных по южному полушарию нет). Линия на графике показывает среднюю температуру за 50 лет, а серая затененная зона – 95-процентный доверительный уровень годовых данных. На участке с 1860 по 2000 год показаны колебания глобальной и среднегодовой температуры на поверхности на основе регистрации с помощью приборов; линия на этом участке показывает среднюю величину за 10 лет. За период с 2000 по 2100 год прогнозируемая глобальная средняя температура на поверхности показана по шести иллюстративным сценариям СДСВ и IS92a с использованием модели средней чувствительности климата. Серый затененный участок, помеченный “некоторые модели, вся совокупность СДСВ”, показывает диапазон результатов, полученных с помощью полного набора 35 сценариев СДСВ, в дополнение к результатам, полученным на основании моделей с иной чувствительностью климата.



РГТДО РП, рисунок 1б
и 5д

отсутствии увеличение глобальной средней температуры, вероятнее всего, повлечет за собой экстремальные явления больших масштабов в виде обезвоживания и ливней и повысит опасность возникновения засух и наводнений, которые происходят в результате воздействия Эль-Ниньо в разных районах мира.

- 9.15 **В более теплом мире уровень моря будет повышаться, преимущественно вследствие теплового расширения и общей потери массы ледников и ледяных шапок, причем повышение уровня моря будет продолжаться в течение сотен лет даже после стабилизации концентраций парниковых газов.** Это обуславливается длительным временем реагирования глубоководных слоев океана на изменение климата. Ледяной покров же будет и впредь продолжать реагировать на изменение климата в течение целых тысячелетий. Согласно прогнозам, основанным на моделях, локальное (среднегодовое) потепление более чем на 3°C, сохраняющееся в течение многих тысячелетий, приведет к фактически полному таянию ледникового покрова Гренландии, в результате чего уровень моря повысится приблизительно на 7 метров.
- 9.16 **Ключевые неопределенности**, влияющие на количественное определение и детализацию будущих прогнозов изменения климата, включают неопределенности, относящиеся к сценариям СДСВ и к прогнозированию изменения климата на основе моделей, которые, в частности, касаются понимания ключевых процессов обратных реакций в климатической системе и особенно механизмов, обуславливаемых облаками, водными парами и аэрозолями (включая их косвенные воздействия). Согласно ряду прогнозов, учитывающих эти неопределенности, температура поверхности Земли, как ожидается, возрастет в период с 1990 по 2100 год на 1,4 - 8 °C, а уровень моря повысится на 0,09 - 0,88 метров. Другая неопределенность касается понимания распределения вероятности наступления тех или иных событий, связанной с прогнозированием температуры и уровня моря в ряде сценариев, содержащихся в СДСВ. **Ключевые неопределенности** также оказывают влияние на детализацию прогнозов региональных изменений климата и его воздействий, что обусловлено ограниченными возможностями региональных моделей и их зависимостью от глобальных моделей, а также противоречивостью выводов, полученных на основе различных моделей, описывающих, главным образом, изменение климата в некоторых районах и экстремальные явления. Еще одна ключевая неопределенность связана с механизмами, количественной оценкой, временными масштабами и вероятностью наступления крупномасштабных внезапных/нелинейных изменений (например таких, как термохалинная циркуляция вод океанов).

Региональные и глобальные воздействия, вызванные изменением климата

- 9.17 **Прогнозируемое изменение климата будет оказывать в одних случаях благотворное, а в других отрицательное влияние как на экологические, так и на социально-экономические системы, однако чем больше будут изменения и темпы изменений климата, тем сильнее будут проявляться отрицательные последствия.**
- 9.18 **Изменения в региональном климате, главным образом повышение температуры, уже сказались и будут сказываться и впредь на различных совокупностях физических и биологических систем в разных частях света.** Можно, например, наблюдать следующие изменения: сокращение площади ледников, уменьшение толщины выпавшего за сезон снежного покрова, подтаивание вечной мерзлоты, позднее замерзание и раннее таяние льда на реках и озерах, исчезновение льда в арктических морях, увеличение продолжительности периодов роста в средних и высоких широтах, сдвиг ареалов распространения животных и растений в сторону полюсов и вверх по высоте над уровнем моря, изменения в сезонном развитии некоторых растений и животных, вымирание некоторых популяций животных и

→ B3.9, B3.14, B4.15 и B5.4

→ B3.6, B3.9 и B4.9-19

растений и разрушение коралловых рифов. Согласно любому сценарию, содержащемуся в СДСВ, для которого тенденции потепления на ХХI век в два-девять раз превышают среднюю величину потепления, отмеченную в течение ХХ века, наблюдаемые темпы изменений в будущем, как ожидается, увеличиваются. Многие физические системы весьма уязвимы к изменению климата. Например, вследствие повышения уровня моря усиливается воздействие штормовых волн на прибрежные районы, а ледники и вечная мерзлота будут продолжать отступать. В некоторых районах, расположенных в средних и высоких широтах, небольшое повышение температуры вызовет увеличение продуктивности растений (деревьев и некоторых сельскохозяйственных культур). Однако, в целом, с повышением температуры на несколько °C в большинстве районов Земли она снижается. Согласно прогнозам, в большей части тропических и субтропических районов практически любое небольшое повышение температуры на несколько ("a few") °C также повлечет за собой уменьшение сбора урожая.

- 9.19 **Экосистемы и виды уязвимы к изменению климата и другим стрессам (как это подтверждается наблюдаемыми воздействиями в результате региональных изменений температуры в последнее время), причем некоторые из них подвергнутся необратимым разрушениям или гибели.** В группу риска входят следующие природные системы: коралловые рифы и атоллы, мангровые заросли, boreальные и тропические леса, полярные и высокогорные экосистемы, водно-болотистые угодья в степных районах и оставшиеся естественные пастбища. Если в результате изменения климата численность и ареал обитания некоторых видов может увеличиться, то в целом оно приведет к увеличению существующей опасности исчезновения некоторых наиболее уязвимых видов и к сокращению биоразнообразия. В настоящее время точно установлено, что географические масштабы общего ущерба или потерь, а также число затронутых систем будет увеличиваться по мере увеличения масштабов и темпов изменения климата.
- B3.18
- 9.20 **Неблагоприятные воздействия, обусловленные изменением климата, лягут непропорционально тяжелым бременем на развивающиеся страны и неимущие группы населения во всех странах.** Прогнозируемые изменения климатических экстремальных явлений могут серьезно сказаться, главным образом, на водных ресурсах, на продовольственной безопасности и здоровье людей. Ущерб, невзгоды и гибель людей, вызванные такими явлениями, как засухи, наводнения, волны тепла, лавины, оползни и штормы, наглядно показывают уязвимость человеческого общества и природных систем к экстремальным климатическим явлениям, количество которых, согласно наблюдениям, в течение последних десятилетий имеет тенденцию к увеличению. Если по прогнозам в будущем уровень осадков в целом увеличится, то их интенсивность и частота, вероятно, увеличится намного больше, что приведет в течение ХХI века к повышению вероятности экстремальных явлений обезвоживания и ливней и, как следствие, к засухам и наводнениям. Все эти изменения в сочетании с дефицитом водных ресурсов (который уже проявляется в связи с повышением спроса) окажут негативное воздействие, в особенности на продовольственную безопасность и здоровье населения в развивающихся странах. Напротив, частота и масштабы экстремальных низкотемпературных явлений, например заморозков, будут, согласно прогнозам, уменьшаться, оказывая в одних случаях благотворное, в других отрицательное влияние.
- B3.17, B3.21-22 и B3.33
- 9.21 **Население, проживающее на небольших островах и/или в низинных прибрежных районах, подвержено особой опасности проявления отрицательных социально-экономических воздействий в результате повышения уровня моря и штормовых приливов.** Десятки миллионов людей, проживающих в дельтах, низинных прибрежных районах и на небольших островах столкнутся с угрозой выселения. Дальнейшие негативные воздействия будут обусловлены интрузией соленых вод и наводнениями, вызванными штормовыми приливами, исчезновением приливно-отливных зон побережья и уменьшением расхода речных стоков.
- B3.23-24

- 9.22 Возникновение **ключевых неопределенностей** в процессе идентификации и количественного определения климатических воздействий обуславливается недостатком надежных данных о местных и региональных изменениях климата, в особенности при прогнозировании экстремальных явлений; неадекватным учетом последствий изменения параметров экстремальных явлений и стихийных бедствий при оценках их воздействия; нехваткой знаний для понимания некоторых нелинейных процессов и ответных реакций; неопределенностями в калькуляции ущерба, обусловленного климатическими воздействиями; нехваткой соответствующих данных и недостаточным пониманием ключевых процессов, происходящих в различных районах; неопределенностями в оценке и прогнозировании ответной реакции экологических и социальных систем (например воздействие заболеваний, передаваемых посредством воды и переносчиками инфекций), а также экономических систем на воздействия, вызываемые изменением климата и другими стрессами, такими, как изменения в землепользовании, локальные загрязнения и тому подобное.
- Расходы и выгоды, связанные с адаптацией, и возможные варианты смягчения последствий.**
- 9.23 **Адаптация является необходимостью; связанные с ней расходы можно снизить путем упреждения, анализа и планирования.**
- 9.24 Так как изменение климата и связанные с ним воздействия уже происходят, то адаптация является уже не всего лишь одной из возможностей, а настоятельной необходимостью. Упреждающая и ответная адаптация, различные формы которой будут варьироваться в зависимости от местоположения и сектора, обладает необходимым потенциалом для уменьшения отрицательных последствий, вызванных изменением климата, усиления благотворных воздействий и получения незамедлительных дополнительных выгод, однако предотвратить весь ущерб она не может. Впрочем ее потенциал намного более ограничен по отношению к природным системам, нежели к социально-экономическим. Способность различных районов адаптироваться к изменению климата сильно зависит от их нынешнего и будущего уровня социально-экономического развития и их подверженности климатическим стрессам. Поэтому развивающиеся страны обладают намного более ограниченным потенциалом к адаптации и, согласно прогнозам, будут больше всего подвержены отрицательным последствиям. Адаптация, как представляется, проходит легче, если изменение климата умеренно и/или постепенно, нежели велико и/или внезапно. Если изменение климата в каком-либо районе происходит быстрей, чем ожидалось (особенно в том, что касается климатических экстремальных явлений), то способность к адаптации в целях снижения степени уязвимости социально-экономических систем будет снижена.
- 9.25 **Расходы, связанные с адаптацией, могут быть сокращены за счет упреждения и планомерной деятельности, причем многие расходы могут оказаться сравнительно небольшими, особенно в том случае, если стратегия и меры по адаптации способствуют достижению других целей устойчивого развития.**
- 9.26 **Ключевые неопределенностии**, относящиеся к адаптации, обусловлены неадекватным отражением в моделях локальных изменений; недальновидностью; недостаточным знанием выгод и издержек; возможными побочными последствиями, в том числе приемлемостью и оперативностью осуществления соответствующих программ; различными барьерами на пути реализации мер по адаптации и ограниченными возможностями и способностями к адаптации развитых стран.
- 9.27 **Основной экономической выгодой, обусловленной деятельностью по смягчению последствий, является упреждение затрат, связанных с отрицательными последствиями изменения климата.**

- 9.28 **Сокращение выбросов парниковых газов (смягчение последствий) приведет к снижению нагрузки на природные и социально-экономические системы, обусловленной изменением климата.** Всесторонней количественной оценки основных глобальных выгод, обусловленных деятельностью по смягчению последствий, не существует. Вследствие увеличения средней температуры на несколько ("а few") °C по сравнению с 1990 годом, Земля подвергается воздействиям преимущественно отрицательного характера, следовательно основная чистая выгода от деятельности по смягчению последствий носит позитивный характер. **Ключевая неопределенность** здесь обуславливается чистым балансом между негативными и благотворными воздействиями, вызванными изменением климата при увеличении температуры менее чем на несколько ("а few") °C. Вместе с тем за этими усредненными данными скрываются существенные региональные колебания.
- 9.29 **Меры по смягчению последствий требуют затрат и обеспечивают дополнительные выгоды.**
- 9.30 **Для достижения стабилизации концентраций парниковых газов в глобальном масштабе необходимо обеспечить значительное сокращение их выбросов.** Например, для большинства важнейших парниковых газов антропогенного происхождения модели изменения круговорота углерода показывают, что стабилизация атмосферных концентраций CO₂ на уровнях 450, 650 или 1000 млн.⁻¹ предполагает необходимость снижения глобальных антропогенных выбросов CO₂ до уровней, которые были бы ниже уровней 1990 года, в течение нескольких десятилетий, приблизительно одного столетия или примерно двух столетий соответственно и дальнейшего их устойчивого снижения по прошествии этих периодов. Выбросы достигнут своих пиковых величин примерно через 1-2 десятилетия (450 млн.⁻¹) и приблизительно через столетие (1000 млн.⁻¹), считая с сегодняшнего дня. Со временем для стабилизации концентраций выбросы CO₂ должны будут снизиться до очень небольшой доли от нынешнего уровня выбросов. **Ключевые неопределенности** здесь относятся к вероятности возникновения ответных реакций, вызванных изменением климата, и различными путями социально-экономического развития, а также к тому, как эти факторы влияют на сроки сокращения выбросов.
- 9.31 **Расходы и выгоды, связанные со смягчением последствий, варьируются в широких пределах в зависимости от сектора и страны, а также от схемы социально-экономического развития.** В общем и целом, проще дать оценку по таким секторам, как угольная промышленность, возможно нефтегазовая промышленность и некоторые другие энергоемкие отрасли, зависящие от энергии, вырабатываемой за счет сжигания ископаемых видов топлива, которые, весьма вероятно, испытают экономические затруднения вследствие принятия мер по смягчению последствий. Причиненный им экономический ущерб будет более быстрым, более сосредоточенным и более определенным. Однако сектора, которые используют возобновляемые источники энергии, а также различные службы и новые отрасли промышленности, развитию которых способствует спрос на те виды топлива и производственные технологии, которые обеспечивают низкий уровень выбросов, окажутся, вероятно, в более выгодном положении. Различные страны и схемы социально-экономического развития характеризуются широким спектром разнообразных энергетических структур, поэтому для каждой страны и для каждой схемы будут характерны свои выгоды и свои издержки, связанные с принятием мер по смягчению последствий. Налоги на углерод могут оказать негативное воздействие на группы с низким уровнем дохода, если только налоговые поступления не будут использоваться прямо или косвенно для компенсации такого рода воздействий.
- 9.32 **Нагрузка, связанная с ограничением выбросов, на страны, включенные в приложение I, влечет за собой точно установленные, хотя и неодинаковые "побочные" последствия для стран, не включенных в приложение I.** Анализы воздействий, обусловленных нагрузками, связанными с ограничением выбросов,

на страны, включенные в приложение I, свидетельствуют о вероятности снижения как прогнозируемого ВВП, так и прогнозируемых поступлений от нефти стран – экспортёров нефти, не включенных в приложение I, ниже уровней, которые имели бы место в ином случае.

- 9.33 **Сценарии с более низкими уровнями выбросов предполагают необходимость наличия иных схем развития энергоресурсов и активизации НИОКР в области энергетики в целях содействия ускоренной разработке и внедрению передовых экологически безопасных технологий в области энергетики.** Можно практически с уверенностью утверждать, что выбросы CO₂ в результате сжигания ископаемых видов топлива будут оказывать доминирующее влияние на тенденции в атмосферной концентрации CO₂ в течение XXI века. Данные о ресурсах, проанализированные в ТДО, могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Ресурсы ископаемых видов топлива не позволяют ограничить выбросы углерода в течение XXI века. Что касается количества углерода, содержащегося в разведанных традиционных запасах нефти и газа, то оно гораздо меньше количества суммарных выбросов углерода, связанных со стабилизацией CO₂ на уровнях от 450 млн.⁻¹ и выше²⁵. Эти данные о ресурсах могут предполагать необходимость изменения комбинации энергоресурсов и внедрения новых источников энергии в течение XXI века. Выбор комбинации энергоресурсов и связанных с этим технологий и инвестиций – либо в большей степени в направлении эксплуатации нетрадиционных ресурсов нефти и газа, либо в направлении использования иных источников энергии, помимо ископаемых видов топлива, или же в направлении технологий производства энергии на базе ископаемых видов топлива, но с рекуперацией и хранением углерода – позволит определить, могут ли быть стабилизированы концентрации парниковых газов, и, если могут, то на каком уровне и за счет каких издержек. **Ключевые неопределённости здесь обуславливаются будущей относительной стоимостью энергии и видов топлива на основе углерода и относительной технической и экономической привлекательностью альтернативных методов производства энергии, основанных на использовании неископаемых видов топлива по сравнению с эксплуатацией нетрадиционных ресурсов нефти и газа.**
- 9.34 **С момента подготовки ВДО в 1995 году достигнут существенный прогресс в областях энергосбережения и технологий, обеспечивающих низкий выброс углерода, и этот прогресс оказался более быстрым, чем предполагалось.** Чистое сокращение выбросов может быть, в частности, достигнуто путем улучшения технологий производства и потребления энергоресурсов, перехода к технологиям с низким или нулевым выбросом парниковых газов, рекуперации CO₂ и его хранения, совершенствования системы землепользования и практики лесного хозяйства и перехода к более устойчивым формам жизнедеятельности. Значительный прогресс наблюдается в развитии ветряных турбин, солнечной энергетики, автомобилей с “гибридным” двигателем, топливных батарей и подземного хранения CO₂. **Ключевыми неопределенностями здесь являются:** (а) вероятность технологического прорыва, который вызовет значительное уменьшение стоимости энергии и видов топлива на углеродной основе, и (б) будущие масштабы частных и государственных расходов на исследования и разработку этих технологий.
- 9.35 **Исследования, рассмотренные в ВДО, предполагают значительные технологические и другие возможности для снижения затрат, связанных со смягчением последствий. Меры реагирования на изменение климата на национальном уровне могут быть более эффективными, если они представляют собой своего рода набор программных инструментов, нацеленных на ограничение или сокращение чистых выбросов парниковых**

→ B7.27

→ B7.3

→ B7.6-7, B7.14-15, B7.20, B7.23 и B7, вставка 7-1

²⁵ Ссылка на конкретный уровень концентрации не предполагает установленной на согласованной основе целесообразности стабилизации именно на этом уровне.

газов. На повышение затрат, связанных со смягчением последствий, значительное влияние оказывают схемы социально-экономического развития, в том числе те схемы, которые предполагают значительное увеличение выбросов парниковых газов, требующих принятия более существенных мер по смягчению последствий для достижения задач стабилизации, а следовательно, и связанных с более существенными затратами. Эти затраты могут быть значительно сокращены или даже обращены в чистые прибыли в случае применения комплекса программных мер реагирования (в том числе и тех, которые могут содействовать преодолению барьеров) в таких масштабах, которые позволили бы в рамках различных стратегий воспользоваться «беспрогрышными» возможностями в следующих областях:

- **Технологические варианты.** Технологические варианты могут обеспечить глобальное сокращение выбросов в размере 1,9-2,6 Гт С_{эк} в год к 2010 году и 3,6-5,0 Гт С_{эк} в год к 2020 году. Половина этого сокращения выбросов может быть достигнута при помощи лишь одного из компонентов экономических издержек (чистый капитал, эксплуатационные расходы и расходы на техническое обслуживание) в условиях превышения прямых выгод над прямыми расходами, а другая половина – за счет другого компонента экономических издержек в пределах от 0 до 100 долл. США на т С_{эк}²⁶. В зависимости от сценария выбросов, за период времени с 2010 по 2020 год глобальные выбросы можно было бы сократить до уровней, ниже уровней 2000 года. **Ключевые неопределенности** здесь заключаются в идентификации, масштабах и характере барьеров, которые препятствуют внедрению перспективных технологий, обеспечивающих низкий уровень выбросов, а также в оценках затрат, необходимых для преодоления этих барьеров.
- **Дополнительные выгоды.** В зависимости от ряда факторов (таких, как местоположение источника выбросов парниковых газов, господствующий местный климат, плотность населения, его состав и состояние здоровья) масштабы дополнительных выгод, вызванных смягчением последствий, могут быть сопоставимы с затратами по реализации мер и стратегий в области смягчения последствий. **Ключевыми неопределенностями** здесь являются масштабы и локализация выгод, связанных с научной оценкой и стоимостным определением опасностей для здоровья людей, вызванных загрязнением воздуха, главным образом тех из них, которые обусловлены тонкодисперсными аэрозолями и частицами;
- **Двойные дивиденды.** Некоторые инструменты (такие, как налоги или продажа лицензий) обеспечивают поступления в государственную казну. Если эти поступления используются для обеспечения сокращения существующих налогов, для которых характерны рыночные перекосы (“рециклирование” налоговых поступлений), то они позволяют снизить экономические издержки, связанные с сокращением выбросов парниковых газов. Масштабы этой компенсации зависят от существующей налоговой системы, вариантов снижения налогов, условий на рынке труда и методов “рециклирования”. При определенных обстоятельствах, возможен вариант, при котором экономические выгоды могут превысить издержки, связанные со смягчением последствий. **Ключевые неопределенности**, касающиеся общих чистых затрат на деятельность по смягчению последствий, варьируются в зависимости от страны и зависят от налоговой системы, масштаба перекосов и допустимых вариантов снижения налогов.

9.36 **Исследования, проведенные на основе моделей, показали, что торговля выбросами приведет к снижению расходов по смягчению последствий для участников этой торговли.** Глобальные исследования с помощью моделирования, результаты которых в значительной мере зависят от допущений, показывают, что расходы на деятельность по смягчению последствий с учетом выполнения киотских целей, вероятно, снизятся в условиях беспрепятственной торговли разрешениями на



B7.18-19

²⁶ Эти оценки расходов получены с использованием коэффициентов дисконтирования в пределах 5-12% по ценам за 1998 год, что соответствует коэффициентам дисконтирования, используемым в государственном секторе. Внутренние коэффициенты окупаемости в частном секторе варьируются в весьма широких пределах и зачастую значительно выше.

выбросы углерода в рамках группы стран, включенных в приложение B²⁷. В случае стран ОЭСР, включенных в приложение I²⁸, их суммарные расходы, как можно ожидать, в условиях беспрепятственной торговли разрешениями на выбросы снизятся наполовину. Что касается стран с переходной экономикой, включенных в приложение I, то, согласно прогнозам, их расходы останутся на том же уровне, причем в некоторых случаях может произойти увеличение их ВВП на несколько процентов. Расходы стран – экспортёров нефти, не включенных в приложение I, могут также сократиться в условиях такого рода торговли. Ожидается, что общий эффект от торговли будет благотворным и для других стран, не включенных в приложение I. В тех странах, в которых в условиях отсутствия торговли со странами, включенными в приложение I, могут иметь место выгоды и убытки, такая торговля может привести лишь к незначительным изменениям. Ключевые неопределенности здесь обуславливаются порядком базовых расходов, варьирующихся в широких пределах в зависимости от страны и от того, каким образом стоимость этих затрат будет изменяться (а) с улучшением применяемых методов и (б) с ослаблением допущений, на которых строятся модели. Такого рода допущения касаются:

- степени освобождения от налогов в связи со свободной торговлей разрешениями на выбросы на согласованной основе с другими стратегиями и мерами;
- оценки различных рыночных перекосов;
- степени освобождения от налогов в связи с вынужденными техническими изменениями;
- включения дополнительных выгод;
- возможностей получения двойных дивидендов;
- включения стратегий в области ограничения выбросов парниковых газов, помимо CO₂, и ненеэнергетических источников всех парниковых газов (например CH₄ в сельском хозяйстве);
- компенсации за счет поглотителей.

9.37 Хотя прогнозы по результатам моделирования показывают, что глобальная тенденция роста ВВП в долгосрочном плане не слишком подвержена влиянию мер по смягчению последствий посредством стабилизации, они, тем не менее, ничего не говорят о возможности более крупных колебаний, которые могут произойти в течение более коротких промежутков времени и в пределах секторов или регионов.

→ B7.25

9.38 Неожиданная государственная политика (“непредвиденные затруднения”) с внезапными краткосрочными последствиями может обойтись экономике страны гораздо дороже, нежели прогнозируемые стратегии, предусматривающие последовательные действия. Ключевая неопределенность масштабов этих затрат определяется наличием хорошо разработанных проектов на случай чрезвычайных обстоятельств, обуславливающих изменение стратегий (например в результате внезапного переосмысливания общественностью проблемы изменения климата). Другие **ключевые неопределенности** этих затрат определяются вероятностью быстрых краткосрочных воздействий, которые включают резкое сокращение стоимости неуглеродоемких видов продукции и процессов; переход к технологиям, обеспечивающим низкий уровень выбросов; переход к более устойчивому образу жизни – или ведут к ним.

→ B7.24 и B7.31

9.39 Краткосрочные действия по смягчению последствий и адаптации приведут к ослаблению рисков. Вследствие длительных интервалов запаздывания, связанных

→ B7.24 и B7.31

²⁷ Страны, включенные в приложение B – группа стран, включенных в приложение B к Киотскому протоколу, которая согласилась взять на себя обязательство по достижению соответствующей цели сокращения выбросов парниковых газов; в нее входят все страны, включенные в приложение I (с изменениями 1998 года), кроме Турции и Беларуси.

²⁸ Страны, включенные в приложение I – группа стран, включенных в приложение I к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата; в нее входят все развитые страны – члены Организации экономического сотрудничества и развития и страны с переходной экономикой.

как с климатической системой (например, ~ 100 лет для атмосферного CO₂), так и с ответными мерами со стороны людей, краткосрочные действия по смягчению последствий и адаптации приведут к снижению рисков. Инерция взаимодействия климатических, экологических и социально-экономических систем является основной причиной, по которой упреждающие меры по адаптации и смягчению последствий носят благотворный характер.

- 9.40 **Меры по адаптации могут дополнять меры по смягчению последствий в рамках затратоэффективной стратегии в области снижения рисков, связанных с изменением климата; вместе они могут способствовать достижению целей устойчивого развития.** Одни схемы, которые сосредоточены на социальных, экономических и экологических элементах устойчивого развития, могут обуславливать меньшие выбросы парниковых газов, чем другие схемы, поэтому уровень дополнительных стратегий и мер, необходимых для достижения определенного уровня стабилизации и связанные с ними затраты также могут быть ниже. **Ключевой неопределенностью** здесь является нехватка соответствующих знаний в области взаимодействия изменения климата и других экологических и связанных с ними социально-экономических последствий, а также темпы изменений в процессе интеграции основных глобальных конвенций и протоколов, имеющих отношение к климату (например тех, которые затрагивают вопросы мировой торговли, трансграничного загрязнения, биоразнообразия, опустынивания, истощения стрatosферного озона, здравоохранения и продовольственной безопасности). Кроме того, в отдельных странах весьма неопределенны темпы интеграции концепций устойчивого развития в процессы разработки политики.
- 9.41 **Схемы развития, соответствующие целям устойчивого развития, могут обеспечить более низкие уровни выбросов парниковых газов.** На сегодняшний день ключевой выбор в вопросе будущих схем развития и климата уже делается как в развитых, так и в развивающихся странах. В целях оказания помощи в оценке выгод и затрат, связанных с адаптацией и смягчением последствий, лица, определяющие политику, могут воспользоваться имеющейся информацией по целому ряду вариантов и устойчивых схем развития. Затраты на упреждающую адаптацию могут быть намного меньшими, нежели на ответные меры по адаптации. Смягчение последствий, вызванных изменением климата, может привести к ослаблению и отсрочке воздействий, снизить ущерб и дать человечеству, а также животному и растительному миру больше времени для адаптации.

Дальнейшая работа

- 9.42 **В ТДО был достигнут значительный прогресс по многим аспектам знаний, необходимых для понимания механизма изменения климата и мер реагирования на него со стороны людей.** Однако до сих пор существует много важных областей, в которых необходимо провести дополнительную работу, в частности:
- обнаружение и объяснение изменений климата;
 - понимание и предсказание региональных изменений климата и экстремальных климатических явлений;
 - количественное определение воздействий, обусловленных изменением климата, на глобальном, региональном и местном уровнях;
 - анализ деятельности по адаптации и смягчению последствий;
 - интеграция всех аспектов проблемы изменения климата в стратегии устойчивого развития;
 - всестороннее и комплексное исследование в порядке аргументированного подтверждения суждения о том, что представляет собой «опасное антропогенное воздействие на климатическую систему».

→ B1.9 и B8.21-28

→ B5.22, B7.25 и B8.26

→ РГ I ТДО РП, РГ II ТДО РП
и РГ III ТДО РП