

The background of the cover is a composite image. The top half shows a satellite view of Earth from space, with swirling white clouds and blue oceans. The bottom half shows a large, bright, orange-red sun with a glowing yellow-orange corona, set against a black background.

# Климат в опасности

Популярный путеводитель по докладам МГЭИК



MINISTRY FOR FOREIGN  
AFFAIRS OF FINLAND



Публикация на английском языке – совместное издание ГРИД-Арендал и SMI books, подготовленное при поддержке Агентства по контролю за загрязнением окружающей среды Норвегии и Агентства по охране окружающей среды Швеции.

Русское издание подготовлено Zoë environment network (Женева, Швейцария) в сотрудничестве с ЮНЕП / ГРИД-Арендал и международной инициативой “Окружающая среда и безопасность” (ENVSEC). Финансовую поддержку для подготовки русского издания предоставили правительства Финляндии и Швеции.

### Zoë Environment Network

Chemin de Balexert 9, Geneva, Switzerland - [www.zoinet.org](http://www.zoinet.org)

### UNEP/GRID-Arendal

Postboks 183, N-4802 Arendal, Norway - [www.grida.no](http://www.grida.no)

### United Nations Environment Programme (UNEP)

United Nations Avenue, P.O. Box 20552, Nairobi, Kenya  
[www.unep.org](http://www.unep.org)

Отпечатано на бумаге, полностью изготовленной из вторичного сырья, с использованием технологий минимизации воздействия на климат в типографии “GPS Publishing”, Сен-Марсель-ле-Валанс, Франция  
© ENVSEC, Zoë Environment Network, 2012  
ISBN: 978-2-940490-07-3

Выражаем особую благодарность Аудуну Гарбергу, Элисабет Эрвинг, Кристоферу Гренстаду и Марит Хосет Петерсен из Норвежского агентства по контролю за загрязнением за помощь в рецензировании предварительных вариантов публикации.

Допускается полное или частичное воспроизведение настоящей публикации в любой форме в образовательных или некоммерческих целях без специального разрешения правообладателей при условии ссылки на источник. ЮНЕП, SMI и ГРИД-Арендал будут признательны за копию любого материала, использующего настоящую публикацию в качестве источника. Не допускается использование публикации для перепродажи или в любых других коммерческих целях без предварительного письменного согласия правообладателей. Не допускается использование содержания данной публикации в целях рекламы упоминаемых в ней торговых марок.



Задача инициативы “Окружающая среда и безопасность” – преобразование проблем окружающей среды и безопасности в региональное сотрудничество. Инициатива проводит анализ проблем с участием широкого круга заинтересованных сторон, и поддерживает их совместные действия для уменьшения напряженности и расширения сотрудничества между странами и группами людей. В число членов Инициативы входят Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН), Организации по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ), Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Программа развития ООН (ПРООН), Региональный экологический центр для Центральной и Восточной Европы (РЭЦ) и – в качестве ассоциированного члена – Организация Североатлантического договора (НАТО). Организации – члены ENVSEC занимаются решением проблем окружающей среды и безопасности в четырех регионах: в Восточной и Юго-Восточной Европе, на Южном Кавказе и в Центральной Азии.

### Предупреждение:

использованные обозначения и способ представления материала в настоящей публикации не подразумевает выражения какого-либо мнения со стороны Программы ООН по окружающей среде или ГРИД-Арендал о правовом статусе каких-либо стран, территорий, городов и районов и их властей или о делимитации их границ. Упоминание коммерческих компаний или продукции не означает их поддержку со стороны организаций, участвовавших в подготовке издания. Мы выражаем сожаление по поводу любых упущений или ошибок, которые могли быть непреднамеренно допущены при подготовке настоящего документа. Выраженные в публикации взгляды не обязательно отражают решения или политику Программы ООН по окружающей среде или ГРИД-Арендал.

## Издание, не влияющее на климат

Производство и перевозка каждого экземпляра этой брошюры привела к выбросам в атмосферу примерно 1,31 килограмма углеродного эквивалента. Это количество примерно равно выбросам джипа-внедорожника за 3 километра пробега при расходе топлива 14 литров на 100 километров. При расчетах учитывались перевозка, поездки для координации работ и обеспечения финансирования, изготовление бумаги, печать, а также энергопотребление офисных помещений и компьютеров.

Для снижения воздействия на климат при печати использовалась бумага, произведенная экологически безопасным способом, а также краски на растительной основе.



Для компенсации всего объема выбросов, связанных с реализацией этого проекта (10,5 тонн углеродного эквивалента), мы приобрели соответствующее количество сертификатов компенсации выбросов через швейцарский фонд «myclimate». Уплаченные за сертификаты средства (253 евро) будут инвестированы в проект, отвечающий требованиям «Золотого стандарта».

ЮНЕП пропагандирует применение в мире и в собственной деятельности принципов экологически безопасного производства. Это издание напечатано чернилами на растительной основе на бумаге из вторичного сырья с применением других экологически чистых подходов и технологий. ЮНЕП целенаправленно снижает выбросы парниковых газов при распространении своих печатных изданий.

# Климат в опасности

## Популярный путеводитель по докладам МГЭИК

Предупреждение: составители стремились адекватно передать содержание выводов МГЭИК и, в частности, «Обобщенного доклада», входящего в состав четвертого аналитического доклада «Изменение климата, 2007 г.», упростив, однако, язык и структуру исходных документов. Всю полноту ответственности за точность информации, содержащейся в публикации, несут его составители. Возможно, читатель сочтет полезным предупреждение МГЭИК о том, что «хотя «Обобщенный доклад» в целом является самодостаточным документом, его следует рассматривать в контексте остальных томов доклада «Изменение климата, 2007 г.»; за дополнительными разъяснениями рекомендуется обращаться к материалам трех рабочих групп, опубликованным в томах «Физическая научная основа», «Последствия, адаптация и уязвимость» и «Смягчение воздействия на климата», а также к полному тексту «Обобщенного доклада»».

- 8 Неоспоримые выводы и основные факторы неопределенности**
- 10 Происходящие изменения, их причины и наблюдаемые последствия**
- 26 Прогнозируемое изменение климата и его последствия**
- 45 Адаптация к изменению климата и снижение воздействия на климат**
- 58 Устойчивое развитие, охрана окружающей среды и изменение климата**
- 59 Последствия и опасности изменения климата в долгосрочной перспективе**

### Текст

Алекс Кирби

### Редакционная группа

Кристина Штульбергер, Клаудиа Хеберлайн,  
Zoï Environment Network

### Главный консультант и инициатор публикации

Свейн Твейтдал, Klima 2020

### Карты и иллюстрации

Виктор Новиков, Матиас Байльштайн,  
Zoï Environment Network

### Перевод на русский язык

Вадим Виниченко

### Редактор русского текста

Марина Пронина

### Макет

ГРИД-Арендал  
Кэролин Дэниэл, Zoï Environment Network

### Подготовка русского издания

Леся Николаева, Николай Денисов,  
Zoï Environment Network

# Предисловие

В 2007 году Межправительственная группа экспертов по изменению климата и бывший вице-президент США Альберт Гор получили Нобелевскую премию мира за работу, которую они провели, чтобы предоставить политикам и широкой общественности во всем мире научную основу для понимания растущей угрозы изменения климата и борьбы с ней. Однако, несмотря на рост уверенности ученых в сделанных выводах, постоянно усиливается несоответствие между необходимостью принимать меры, которые вытекают из этих выводов, и политикой в области климата, которую проводят крупнейшие страны.

Один из примеров этого несоответствия – рост выбросов парниковых газов. Согласно оценкам МГЭИК, для стабилизации среднемирового увеличения температуры по сравнению с доиндустриальным уровнем в диапазоне 2,4°C необходимо, чтобы мировой объем выбросов достиг «пика» (максимума, за которым должно последовать снижение) между 2000 и 2015 годами. В 2007 году, когда выбросы в идеале должны были бы достичь этого пика, мир поставил новый рекорд годового увеличения объемов выбросов. Каждый день, на который мы откладываем переход к безопасной для климата модели развития, означает увеличение ущерба экосистемам планеты, а также рост затрат на снижение выбросов парниковых газов и адаптацию к последствиям изменения климата.

Основная цель этой небольшой публикации — способствовать преодолению разрыва между наукой и политикой и информировать широкую общественность о том, что необходимы срочные действия по борьбе с изменением климата и его последствиями. Эта брошюра адресована тем, кто не располагает необходимым временем – и, возможно, научными знаниями – для чтения «Обобщенного доклада» МГЭИК в полном объеме.

Мы выражаем особую благодарность Свейну Твейтдалу из организации «Klima 2020», бывшему директору ГРИД-Аренддал, за инициативу издания этой брошюры и ценный вклад в ее подготовку. Мы также хотели бы выразить благодарность Шведскому агентству по охране окружающей среды и компании «EarthPrint Ltd» за дополнительную финансовую поддержку.

Аренддал и Осло, 10 февраля 2009 г.



**Питер Прокош,**  
директор  
ГРИД-Аренддал



**Эллен Хамбру,**  
генеральный директор  
Норвежского агентства по  
контролю за загрязнением

## Как пользоваться этой книгой

Хотя цель этой книги — донести до читателя содержание и идеи Обобщенного доклада МГЭИК, она написана в форме связанного повествования, не требующего от читателя специальных научных знаний. Он написан упрощенным языком; там, где это казалось полезным, отдельным вопросам уделено больше или меньше внимания, чем в оригинальном докладе; текст сопровождается дополнительным иллюстративным материалом. Для всех дополнительных данных, взятых не из докладов МГЭИК, всегда указывается источник. Публикация охватывает все шесть основных тем, представленных в «Резюме для политиков» Обобщенного доклада МГЭИК, но здесь они представлены в другом порядке. Книга начинается с описания фактов, которые надежно установлены экспертами МГЭИК, и вопросов, которые, по их мнению, в первую очередь нуждаются в дальнейшем изучении.

Хотя эта публикация адресована широкой общественности, а не ученым-климатологам, в ней нельзя избежать использования некоторых специальных научных терминов. Читатель найдет разъяснение некоторых из них в кратком словаре в конце путеводителя; такие термины выделены в тексте курсивом. В своих докладах МГЭИК использует некоторые общеупотребительные слова и выражения в строго определенном специальном смысле. В целях ясности изложения подобные термины не используются в этом путеводителе. Кроме того, МГЭИК использует некоторые термины, не требующие специального разъяснения, например «высокая степень согласия» / «средняя степень согласия» или «большой объем доказательств» / «средний объем доказательств». Термин «согласие» в данном случае относится к согласию в научной литературе.

# Предисловие к русскому изданию

Публикуя на русском языке это уже ставшее популярным введение в глобальные проблемы изменения климата, мы хотим донести до русскоязычной аудитории главную мысль четвертого доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК): «Климат в опасности!». Доклад, опубликованный в 2007 году, до сих пор остается наиболее серьезным и всеобъемлющим международным источником знаний о проблеме изменения климата, его выводы и научные подходы по-прежнему широко используются, современны и актуальны. Пятый доклад МГЭИК будет опубликован в конце 2013 года.

Однако со времени публикации доклада и английского издания “Climate in Peril” произошло многое. Встречи в Познани, Копенгагене, Канкуне и Дурбане не принесли ожидаемого прорыва в международных переговорах, но помогли поддержать процесс поиска консенсуса. Появились новые аргументы в поддержку серьезности проблемы (доклад сэра Николаса Стерна «Экономика изменения климата») и против нее («сдувшийся» уже сегодня «климатгейт» в Университете Новой Англии). Изменился сам тон дискуссий – он стал более агрессивным, и точные данные все чаще интересуют людей, которые еще пять лет были далеки от проблем климата. Поэтому, сохранив содержание английского оригинала, мы постарались дополнить русское издание свежими цифрами из общедоступных баз данных МГЭИК, секретариата Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США.

Еще одно изменение в климатическом дискурсе последних лет состоит в том, что намного больше внимания стало уделяться анализу последствий изменения климата в различных областях человеческой жизни. «Адаптация» к климатическим изменениям, еще недавно скромная «падчерица» климатических форумов, вышла на первый план. Бывший и нынешний генеральные секретари ООН Кофи Аннан и Пан Ги Мун, председатель Европейской комиссии Жозе Мануэл Баррозу, руководители стран Западной и Восточной Европы с высоких трибун заявляют об опасности климатических изменений для благосостояния, здоровья и жизни людей и целых стран. Международную инициативу «Окружающая среда и безопасность», которая работает на стыке экологических и политических проблем, естественно, интересует, как климатические изменения повлияют на стабильность и безопасность общеевропейского региона, и в том числе стран бывшего СССР, и что можно сделать, чтобы уменьшить опасность. Делая доступной для граждан, специалистов и руководителей этих стран точку зрения мирового климатического сообщества, мы надеемся, что они примут активное участие в обсуждении и решении этих насущных проблем не только у себя дома, но и во всем мире.

**Николай Денисов**, Zoï environment network  
Координатор инициативы  
«Окружающая среда и безопасность»  
по Восточной Европе, ЮНЕП  
Женева, май 2012 г.

# Введение

В 2007 году Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) опубликовала свой Четвертый аналитический доклад (предыдущие доклады были выпущены в 1990, 1995 и 2001 годах). Этот доклад состоит из четырех частей, опубликованных под общим заглавием «Изменение климата, 2007 г.». Каждая часть посвящена результатам работы одной из трех Рабочих групп МГЭИК:

**Рабочая группа I (РГ I)** изучает научные аспекты функционирования климатической системы и изменения климата;

**Рабочая группа II (РГ II)** рассматривает вопросы уязвимости социально-экономических и природных систем по отношению к изменению климата, положительные и отрицательные последствия изменения климата, а также возможности адаптации к нему;

**Рабочая группа III (РГ III)** изучает возможности смягчения последствий изменения климата посредством ограничения или предотвращения выбросов парниковых газов (ПГ), а также расширения деятельности по удалению парниковых газов из атмосферы.

Четвертая часть – Обобщенный доклад. Он содержит обобщение выводов трех остальных частей и уделяет особое внимание вопросам, представляющим важность для лиц, ответственных за формирование политики; при этом используются материалы и других докладов МГЭИК. Важные в контексте формирования политики вопросы сгруппированы в Обобщенном докладе по шести темам:

1. наблюдаемые изменения климата и последствия изменений в прошлом;
2. природные и антропогенные причины изменения климата и их связь с наблюдаемыми изменениями;
3. прогнозируемое изменения климата в будущем и его последствия;
4. возможные варианты адаптации к изменению климата и его смягчения; меры, которые можно принять к 2030 году;
5. долгосрочная перспектива; насколько быстрым и существенным должно быть сокращение выбросов, чтобы ограничить повышение мировой температуры заданной величиной; почему проблемы климата вызывают все большую обеспокоенность;
6. надежные выводы и основные факторы неопределенности.

МГЭИК представляет собой межправительственный научный орган, учрежденный Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 1988 году. Группа была создана в качестве объективного источника информации для политиков и других лиц и организаций, проявляющих интерес к вопросам изменения климата. МГЭИК не ведет самостоятельных исследований. Ее роль состоит во всестороннем и объективном анализе на открытой основе современной научно-технической и социально-экономической литературы, связанной с изучением риска антропогенного изменения климата, его наблюдаемых и потенциальных последствий, а также возможных вариантов адаптации к ним и их смягчения. Доклады МГЭИК должны быть нейтральными с точки зрения политики, хотя в них рассматриваются научно-технические и социально-экономические факторы, значимые с точки зрения формирования политики, и их рассмотрение должно быть объективным. При подготовке докладов МГЭИК стремится к отражению различных существующих точек зрения и мнений, а также к обеспечению широкого географического охвата. МГЭИК остается важным источником информации для переговоров, ведущихся под эгидой Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН).



# Неоспоримые выводы и основные факторы неопределенности

## Неоспоримые выводы

Наблюдаемые изменения климата, их причины и следствия

- ➔ Потепление является несомненным фактом, что подтверждается такими наблюдениями, как:
  - повышение среднемировых температур воздуха и океана, а также повышение среднего уровня моря,
  - широкомасштабное таяние снега и льдов.
- ➔ Наблюдаемые изменения во многих биологических и физических системах согласуются с фактом потепления:
  - затронуты многие природные системы на всех континентах и в океанах.
- ➔ Увеличение выбросов парниковых газов с 1970 по 2004 год на 70 процентов с точки зрения потенциала глобального потепления.
- ➔ В настоящее время концентрации метана ( $\text{CH}_4$ ), углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) в атмосфере значительно выше, чем их естественный диапазон на протяжении многих тысячелетий до начала индустриализации (до 1750 года).
- ➔ «Весьма вероятно», что большая часть потепления, наблюдаемого за последние 50 лет, вызвана антропогенным увеличением концентрации парниковых газов.

Причины и прогнозы будущих изменений климата, а также их последствия

- ➔ Мировые выбросы ПГ продолжают расти на протяжении десятилетий, если не будут приняты новые политические меры по смягчению воздействия на климата и поддержке устойчивого развития.
- ➔ Ожидаемые темпы потепления в следующие два десятилетия составят около  $0,2^\circ\text{C}$  за десятилетие (по нескольким сценариям МГЭИК).
- ➔ «Весьма вероятно», что изменения в этом тысячелетии будут существеннее, чем в XX веке.
- ➔ Ожидается более интенсивное потепление на суше, чем в зоне океанов; более сильное потепление в высоких широтах Северного полушария.
- ➔ Чем сильнее будет нагреваться планета, тем меньше окажется ее способность к естественному поглощению углекислого газа.
- ➔ Потепление и повышение уровня моря будут продолжаться несколько веков даже в случае снижения выбросов ПГ и стабилизации концентраций в атмосфере вследствие обратных связей и запаздывания последствий по отношению к причинам климатических изменений.
- ➔ Если концентрация ПГ в атмосфере удвоится по сравнению с доиндустриальным уровнем, «весьма маловероятно», что повышение среднемировой температуры по сравнению с этим периодом составит менее  $1,5^\circ\text{C}$ .

Реагирование на изменение климата

- ➔ Некоторые запланированные меры по адаптации к изменению климата уже реализуются, однако для снижения уязвимости требуются гораздо более масштабные действия.
- ➔ При отсутствии мер изменение климата в долгосрочной перспективе «вероятно» превзойдет потенциал адаптации человечества и природных систем.
- ➔ Многие технологии смягчения воздействия на климат уже доступны или, вероятно, будут доступны к 2030 году. Однако для повышения их эффективности и снижения затрат необходимы стимулы и продолжение исследований.
- ➔ Для компенсации прогнозируемого роста мировых выбросов или их сокращения до величины ниже современного уровня к 2030 году достаточно реализации экономических мер стоимостью от нуля и меньше (чистая прибыль) до 100 долларов США на тонну углеродного эквивалента.
- ➔ Чем раньше будут приняты меры по смягчению воздействия на климат, тем больше будет времени, чтобы стабилизировать концентрации ПГ в атмосфере, а также уменьшить, отсрочить или предотвратить другие изменения. Меры в области устойчивого развития, а также адекватные политические решения в областях деятельности, непосредственно не связанных с климатом, способны внести вклад в стабилизацию концентраций ПГ. Отсрочка снижения выбросов повышает опасность более серьезных последствий изменений климата.



## Основные факторы неопределенности

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➔ Некоторые районы недостаточно охвачены климатическими наблюдениями.</li><li>➔ Вести мониторинг экстремальных погодных явлений, таких как засухи, тропические циклоны, экстремально высокие и низкие температуры, интенсивные осадки (дождь, снег с дождем, снег), и анализировать их изменение гораздо труднее, чем определить средние климатические показатели, так как для этого требуются подробные метеорологические данные за более длительный период.</li><li>➔ Сложно определить воздействие изменения климата на людей и некоторые природные системы, так как они могут адаптироваться к изменениям, а также испытывать на себе влияние других явлений.</li><li>➔ Трудно быть уверенным (в масштабе меньше континента) в том, какие именно причины – природные или антропогенные – влияют на изменение температуры, поскольку к нему могут быть причастны, например, загрязнение и изменения в землепользовании.</li><li>➔ По-прежнему невозможно точно определить уровень выбросов CO<sub>2</sub> в результате изменения структуры землепользования, а также уровень выбросов метана из индивидуальных источников</li></ul> | <p>Наблюдаемые изменения климата, их причины и следствия</p>                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>➔ Точно неизвестно, к какой величине потепления приведет в долгосрочной перспективе конкретный уровень концентрации ПГ. Поэтому точно неизвестно, какие темпы и масштабы сокращения выбросов необходимы для обеспечения заданной концентрации ПГ в атмосфере.</li><li>➔ Существует большой разброс в оценках воздействия аэрозолей, а также параметров обратных связей, в особенности связанных с облаками, поглощением тепла океанами и углеродным циклом.</li><li>➔ Важный источник неопределенности в отношении повышения уровня Мирового океана – возможные изменения в будущем размеров гренландского и антарктического ледяных щитов.</li><li>➔ Существенная зависимость прогнозов последствий изменения климата после 2050 года от конкретных сценариев и моделей.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Причины и прогнозы будущих изменений климата, а также их последствия</p> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>➔ Не до конца понятно, как климат учитывается при планировании социально-экономического развития.</li><li>➔ Эффективные меры адаптации зависят от конкретных политических, финансовых и географических условий, что затрудняет оценку возможностей их применения и связанных с ними затрат.</li><li>➔ Оценки возможностей смягчения воздействия на климат и соответствующих затрат основываются на предположениях о социально-экономическом и технологическом развитии и моделях потребления в будущем.</li><li>➔ Недостаточность знаний о влиянии политических решений, непосредственно не связанных с изменением климата, на объем выбросов.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Реагирование на изменение климата</p>                                    |

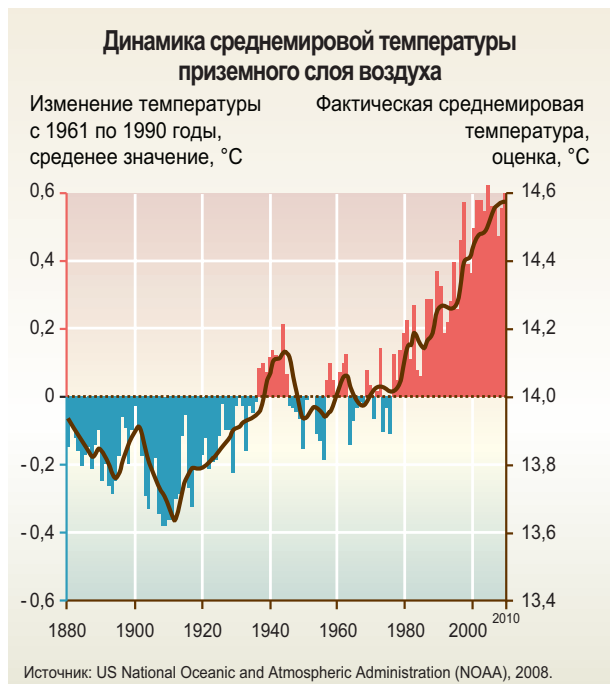
# Происходящие изменения, их причины и наблюдаемые последствия

## Наблюдаемые изменения климата и их последствия

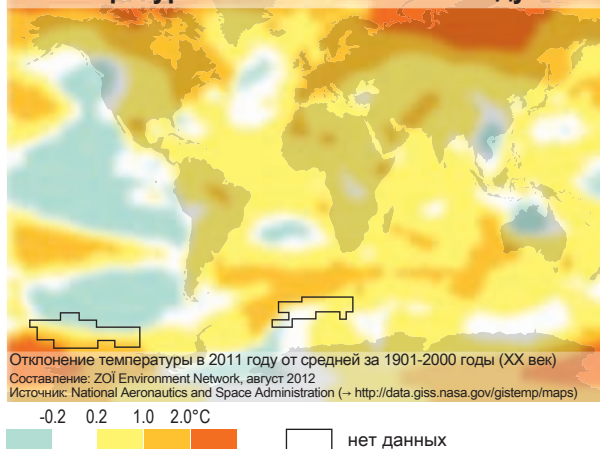
Потепление климата является неоспоримым фактом, который подтверждается наблюдаемым повышением среднемировых температур воздуха и океанов, широкомасштабным таянием снега и льдов, а также повышением уровня Мирового океана. В этом разделе речь пойдет о некоторых из наиболее впечатляющих изменений, происходящих в настоящее время; описание этих явлений дополняют карты, графики и диаграммы.

### Повышение температуры

Из двенадцати лет между 1995 и 2006 годами одиннадцать относятся к числу наиболее теплых с момента начала систематических наблюдений в 1850 году. Согласно Третьему аналитическому докладу МГЭИК, опубликованному в 2001 году, среднее повышение температуры в прошлом веке составило  $0,6^{\circ}\text{C}$ ; приведенная в Четвертом докладе цифра составляет уже  $0,74^{\circ}\text{C}$ . Повышение температуры происходит во многих регионах мира, однако оно наиболее существенно в северных приполярных областях. Потепление климата наблюдается около поверхности Земли и в более высоких слоях атмосферы, а также в верхних слоях океана толщиной несколько сот метров. Суша теплеет быстрее, чем океаны. В Северном полушарии средняя температура за период с 1950 года была выше, чем за любой другой пятидесятилетний период в течение последних пятисот лет. Повышение температуры влияет на самые разные явления природы, которые нас окружают.



### Температурные аномалии в 2011 году



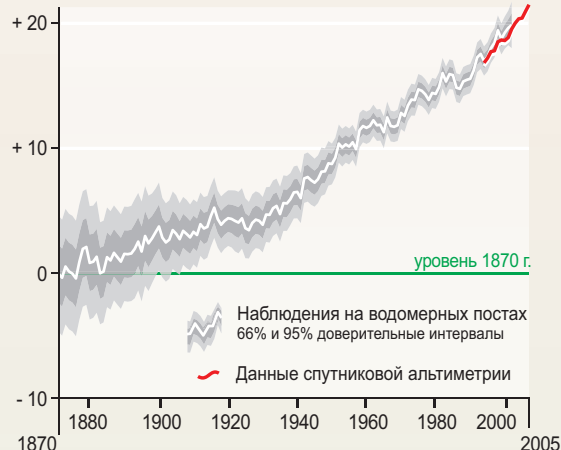
К признакам глобального потепления относятся, в частности, сокращение продолжительности ледостава на реках и озерах, уменьшение площади многолетней мерзлоты, а также повышение температуры почвы. При этом наиболее резкие изменения не только регистрируются учеными, но и все больше становятся заметны людям во всем мире. Такие изменения кратко охарактеризованы ниже.

### Повышение уровня моря

Темпы повышения среднего уровня Мирового океана соответствуют наблюдаемой картине потепления. Между 1961 и 1993 годами они составляли в среднем 1,8 мм в год, а с 1993 года — 3,1 мм в год. Пока ученые не могут точно сказать, является ли такое ускорение в последнее десятилетие результатом естественной изменчивости природных процессов или отражением долгосрочной тенденции. В целом уровень Мирового океана повысился в двадцатом веке на 17 см. Повышение уровня происходит за счет расширения воды в океанах при ее потеплении, а также в результате таяния ледников, ледниковых шапок и ледяных щитов.

### Уровень мирового океана

Изменение уровня  
Мирового океана, см



Источник: Хьюго Алениус, ГРИД-Арендаль 2008, уточнено по Church and White 2006.



## Таяние снега и льда

Сокращение снежного и ледового покрова также согласуется с потеплением. По данным спутниковых наблюдений, ведущихся с 1978 года, среднегодовая площадь льдов в Северном Ледовитом океане уменьшается каждые десять лет на 2,7 процентов, особенно сильно летом. В обоих полушариях сокращается площадь горных ледников и ежегодного снежного покрова.

## Экстремальные погодные явления

С 1900 по 2005 годы количество осадков (дождя, снега и града) существенно увеличилось в некоторых районах Северной и Южной Америки, Северной Европы, Северной и Центральной Азии, но

снизилось в Сахеле, Средиземноморском регионе, на юге Африки и в некоторых районах Южной Азии. МГЭИК полагает, что с 1970-х годов во всем мире увеличилась площадь территорий, подверженных засухе.

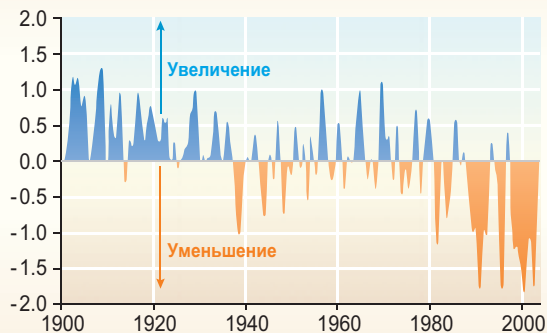
За последние 50 лет холодные дни и ночи, а также заморозки стали менее частыми в большинстве районов суши, тогда как частота жарких дней и ночей увеличилась. По оценке МГЭИК, в большинстве районов суши участились периоды сильной жары и интенсивных осадков (например сильных гроз), а с 1975 года на фоне общего повышения уровня Мирового океана во всем мире возросло количество случаев сильного подъема уровня моря.



## Сокращение многолетней мерзлоты

Изменение площади почвенной мерзлоты в Северном полушарии,

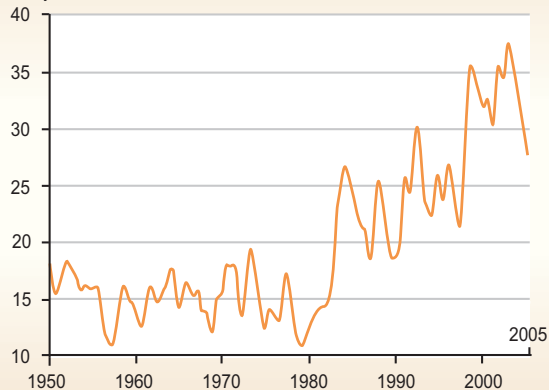
млн кв. км



Источник: МГЭИК, 2007.

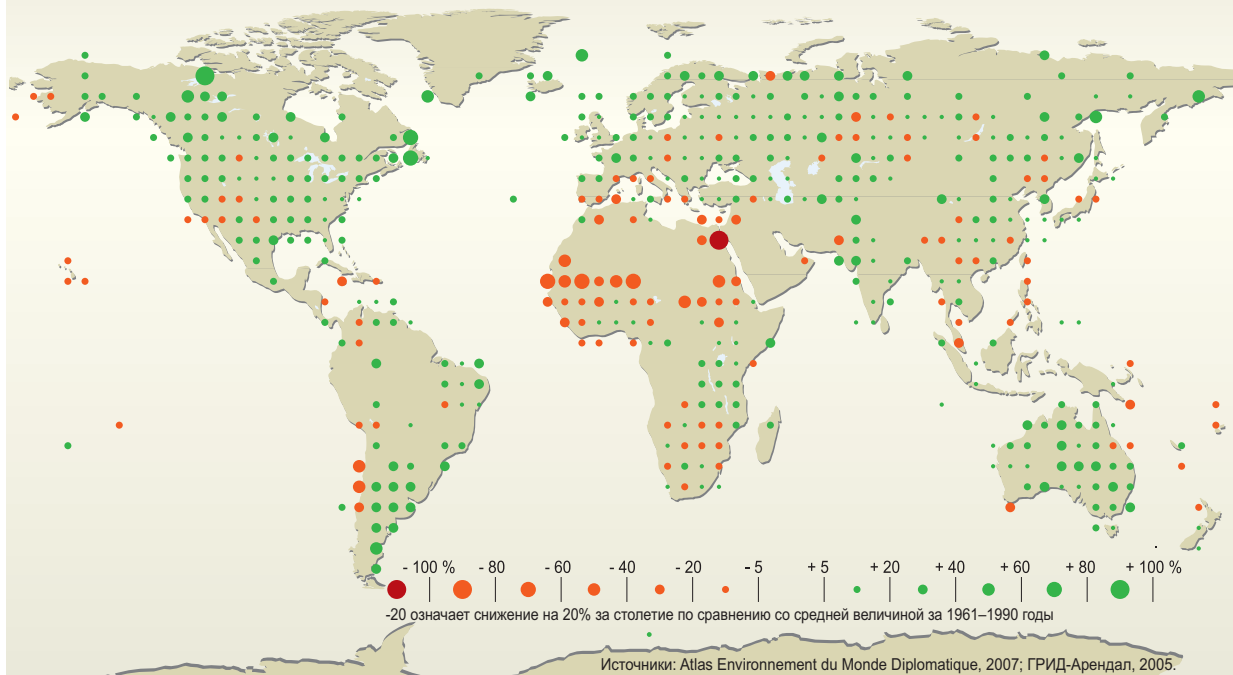
## Увеличение доли засушливых территорий в мире

Площадь засушливых территорий между 75° с.ш. и 60° ю.ш., %



Источник: МГЭИК, 2007.

## Изменение годового количества осадков с 1901 по 2004 годы



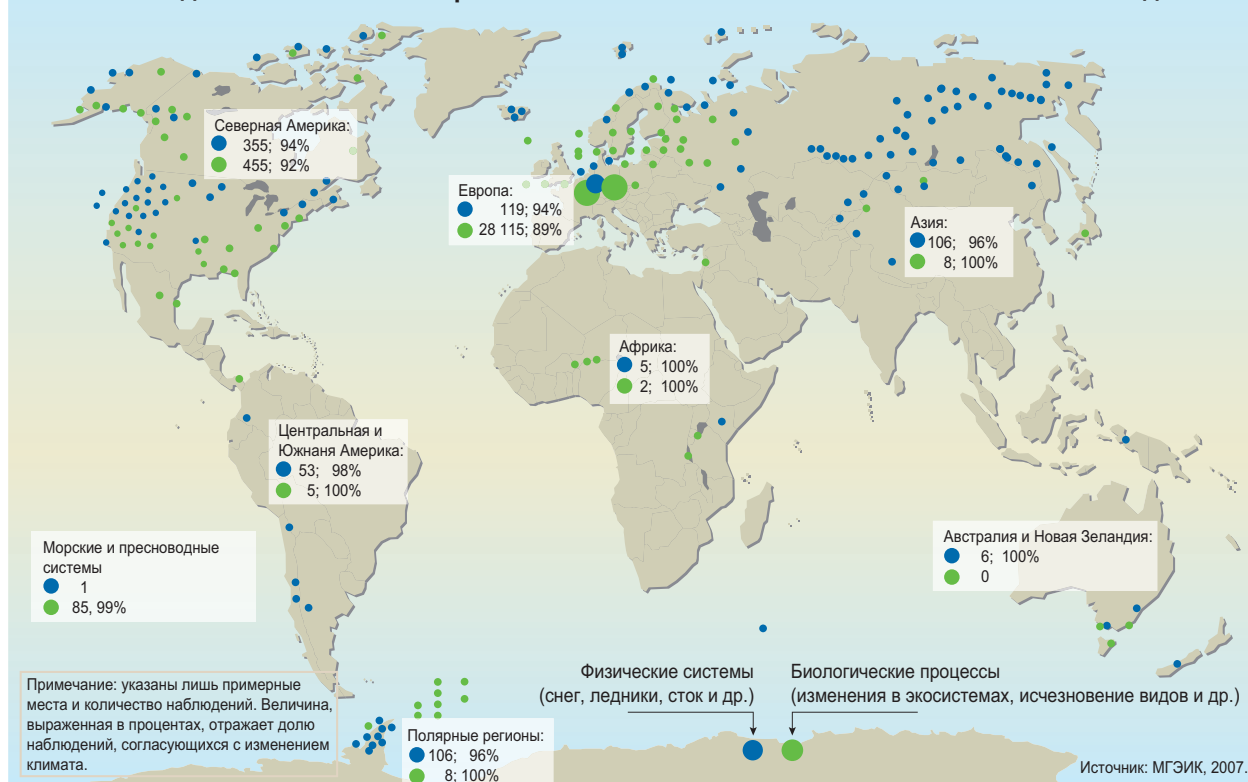
Источники: Atlas Environnement du Monde Diplomatique, 2007; ГРИД-Арендал, 2005.

На графике видно, что, хотя количество регистрируемых во всем мире стихийных бедствий увеличилось, частично это можно объяснить развитием средств связи: бедствия происходили и раньше, но тогда о них узнавало меньше людей. Однако наблюдаются ярко выраженные различия между изменением частоты стихийных бедствий, связанных с климатом (например тропических ураганов), и всех остальных (например

землетрясений): частота землетрясений меняется незначительно, в то время как количество наводнений и ураганов на протяжении последних 30 лет неуклонно растет. Однако, хотя сильные тропические ураганы участились примерно с 1970 года, их естественная высокая многолетняя изменчивость и недостаток надежных систематических данных до начала спутниковых наблюдений затрудняют выявление долгосрочных тенденций.



## Наблюдаемые изменения в физических и биологических системах с 1970 по 2004 годы



### Воздействие на природные системы

Наблюдения во всем мире показывают, что многие природные системы испытывают влияние региональных климатических изменений, в особенности повышения температур.

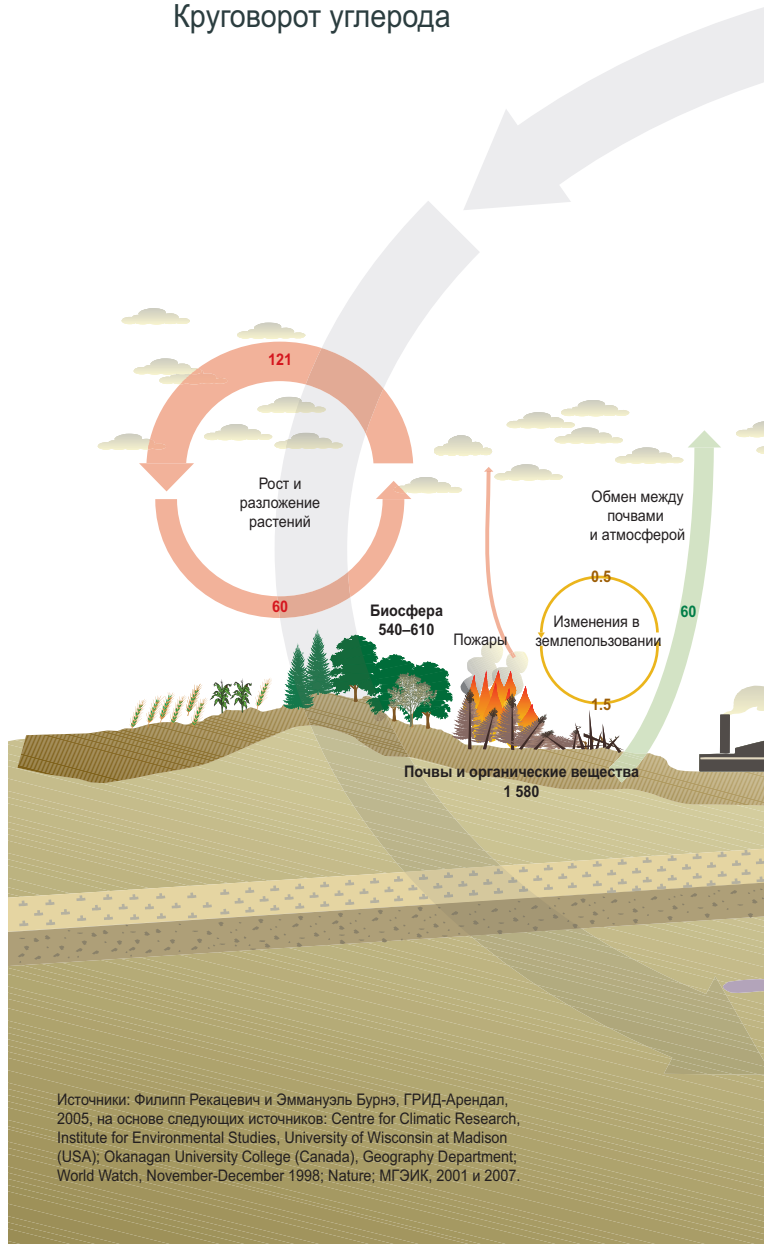
Региональные климатические изменения приводят не только к описанным выше последствиям для человека и экосистем, но и к другим. Выявление многих из них сопряжено с трудностями как вследствие

попыток приспособиться к изменению климата, так и из-за воздействия других факторов, не связанных с климатическими изменениями. Последствия изменения климата включают такие разные явления, как более раннее начало весеннего сева, изменения в распространении аллергенной пыльцы в Северном полушарии и ареалов распространения инфекционных заболеваний, а также влияние на виды деятельности, которые зависят от снега и льда, например горнолыжный спорт.

# Причины изменений

## Круговорот углерода





Практически не остается сомнений, что повышение средней температуры с середины прошлого века является, в основном, следствием увеличения выбросов в атмосферу парниковых газов в результате человеческой деятельности. Представляется вероятным, что за последние 50 лет из-за деятельности человека произошло значительное потепление на всех континентах, за исключением Антарктиды. Воздействие только естественных колебаний солнечной радиации и извержений вулканов в этот период должно было бы привести к снижению, а не к повышению температуры. К тому же охлаждающее действие на атмосферу оказывали аэрозоли, которые попадали в нее как в ходе естественных процессов (например извержений вулканов), так и в результате деятельности человека (прежде всего из-за выбросов сульфатов, нитратов, соединений углерода и пыли). Эти аэрозоли отражают часть солнечного излучения в космическое пространство, а еще часть поглощают и таким образом уменьшают количество тепла, которое достигает земной поверхности.

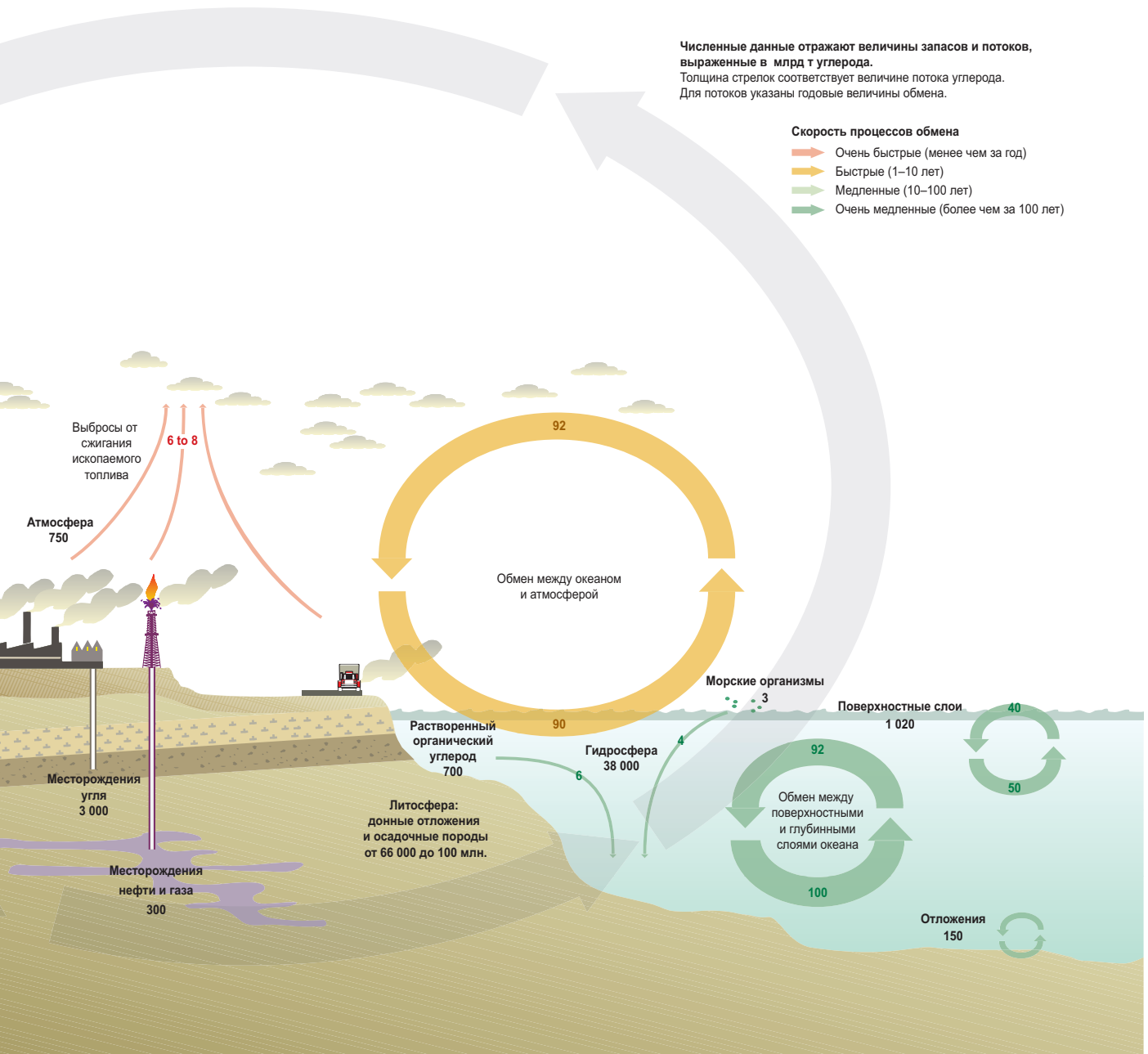




Численные данные отражают величины запасов и потоков, выраженные в млрд т углерода.  
Толщина стрелок соответствует величине потока углерода.  
Для потоков указаны годовые величины обмена.

**Скорость процессов обмена**

-  Очень быстрые (менее чем за год)
-  Быстрые (1–10 лет)
-  Медленные (10–100 лет)
-  Очень медленные (более чем за 100 лет)

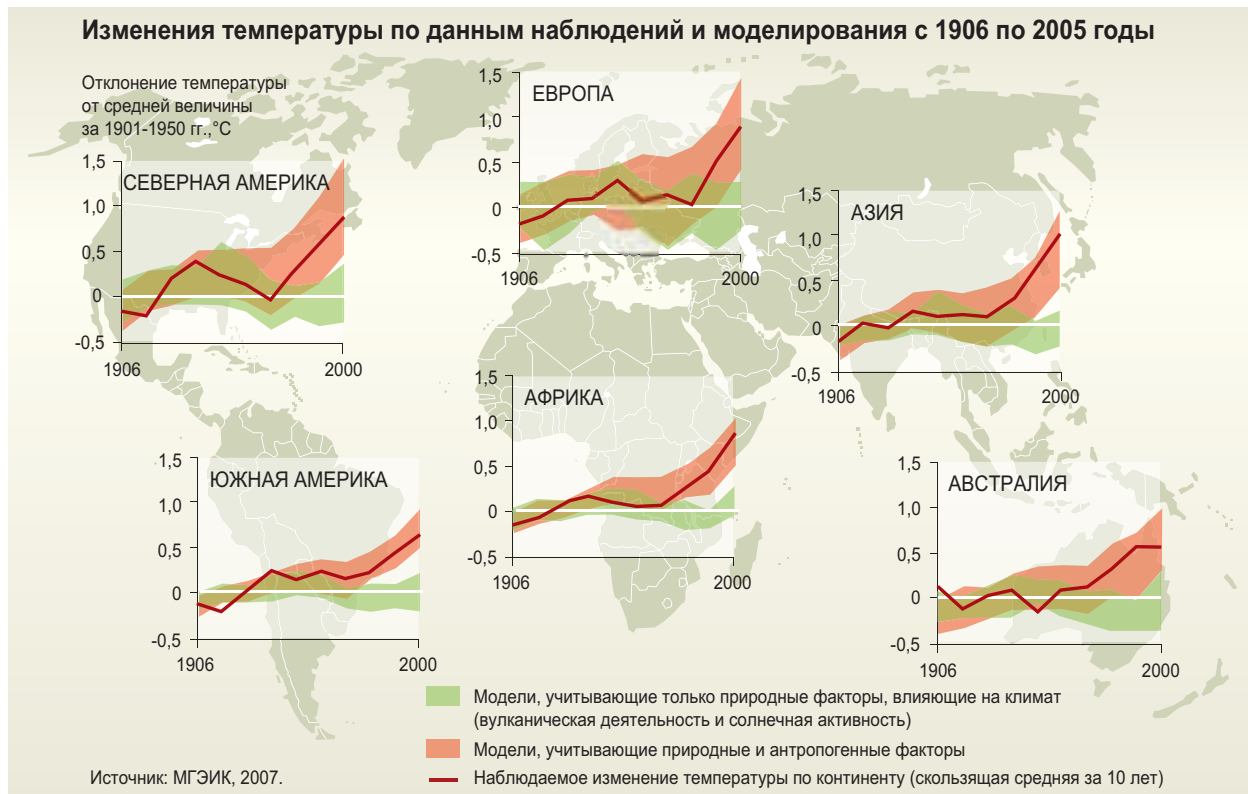


## Деятельность человека

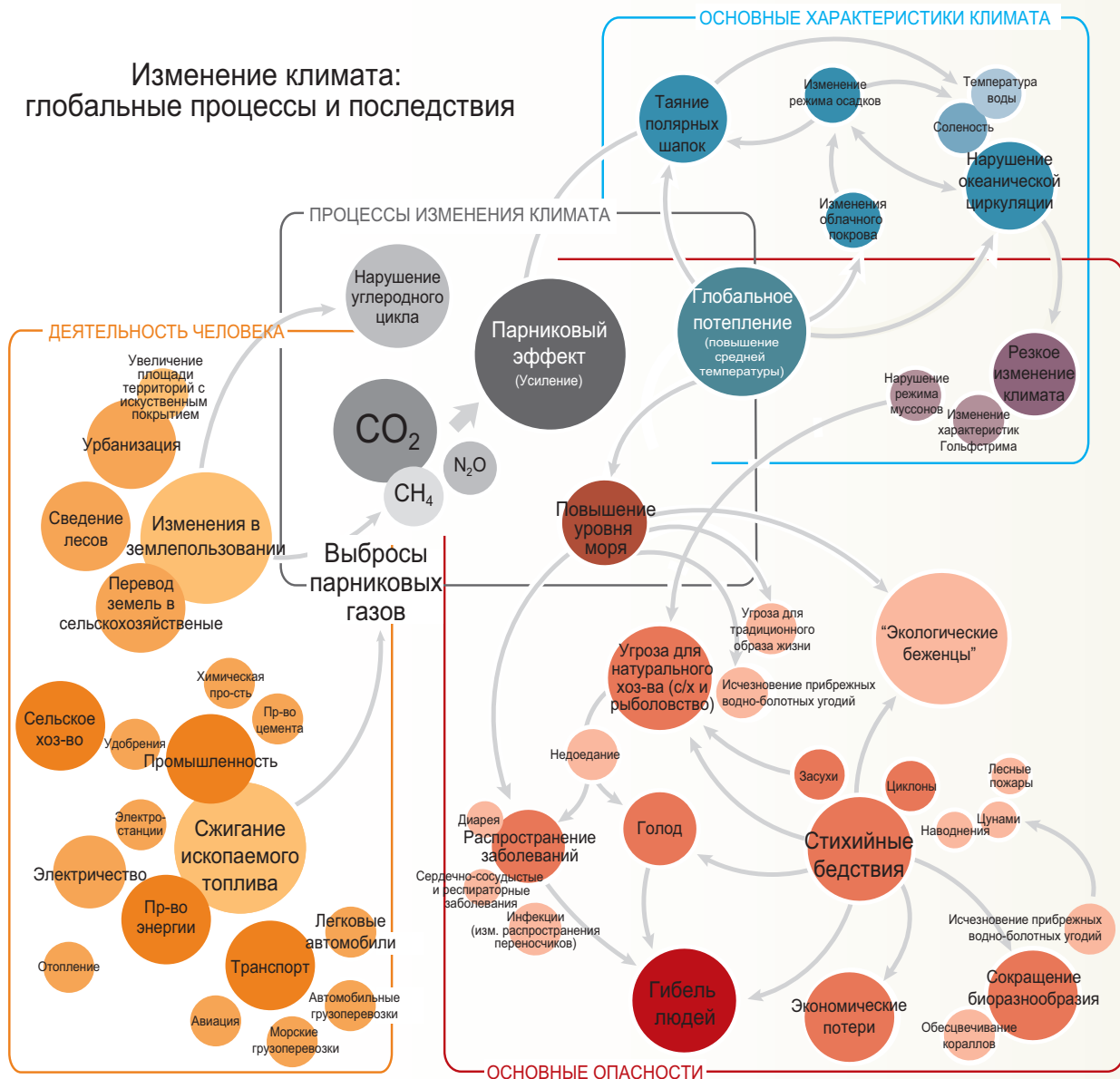
Сравнивая воздействие на климат различных природных и антропогенных факторов, ученые доказали, что часть повышения температуры вызвана деятельностью человека. Компьютерные модели, учитывающие влияние антропогенных факторов на климат, показывают заметное повышение температуры, которое достаточно точно соответствует реально произошедшему потеплению. Напротив, температуры, рассчитанные с помощью моделей, учитывающих только естественные факторы, оказались значительно ниже наблюдаемых в действительности.

Деятельность человека приводит не только к повышению температуры, но и к изменению других

характеристик климата. Так, антропогенные факторы способствовали повышению уровня моря во второй половине двадцатого века; вероятно, они повлияли и на изменение ветрового режима, повышение экстремальных ночных температур в жаркие периоды, а также дневных и ночных температур в холодное время года. Возможно, наша деятельность также способствовала учащению периодов сильной жары и случаев выпадения необычно большого количества осадков и увеличению с 70-х годов прошлого века площадей, пораженных засухами. Потепление последних трех десятилетий, вызванное деятельностью человека, оказало заметное влияние на многие физические и биологические системы Земли в масштабах всей планеты.

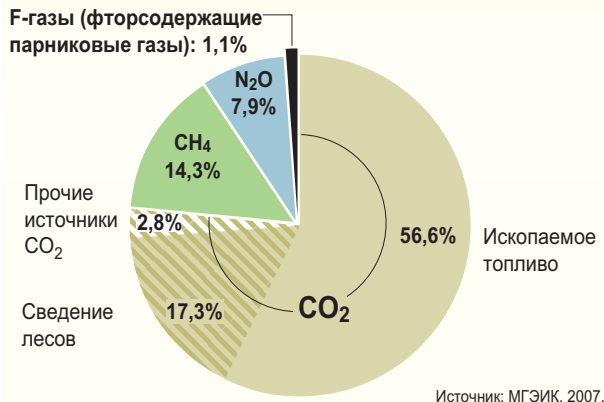


# Изменение климата: глобальные процессы и последствия



Источники: UNEMG/UNEP/GRID-Arendal, Kick the Habit, A UN guide to climate neutrality, 2008.

### Мировые выбросы парниковых газов в 2004 году



### Парниковые газы

Стороны Киотского протокола, международного соглашения по борьбе с изменением климата, договорились сократить выбросы шести парниковых газов (или групп газов). Существуют и другие парниковые газы, не подпадающие под действие Протокола. Однако именно на эти шесть приходится львиная доля антропогенных выбросов, и именно они являются наиболее важными с точки зрения непосредственного вклада человечества в изменение климата:

- углекислый газ (CO<sub>2</sub>),
- метан (CH<sub>4</sub>),
- закись азота (N<sub>2</sub>O),
- гексафторид серы (SF<sub>6</sub>),
- гидрофторуглероды (ГФУ),
- перфторуглероды (ПФУ).

Для фторсодержащих парниковых газов (SF<sub>6</sub>, ГФУ и ПФУ) иногда по-английски используется собирательный термин «F-gases» (F-газы).

### Мировые выбросы парниковых газов по видам деятельности в 2004 году



Общие выбросы парниковых газов в результате деятельности человека возросли по сравнению с эпохой до начала промышленной революции, причем с 1970 по 2004 годы увеличение составило 70 процентов. Концентрации углекислого газа (CO<sub>2</sub>), метана (CH<sub>4</sub>) и закиси азота (N<sub>2</sub>O) в атмосфере значительно выросли с 1750 года, который традиционно считается временем начала промышленной революции. В настоящее время они значительно превышают доиндустриальные

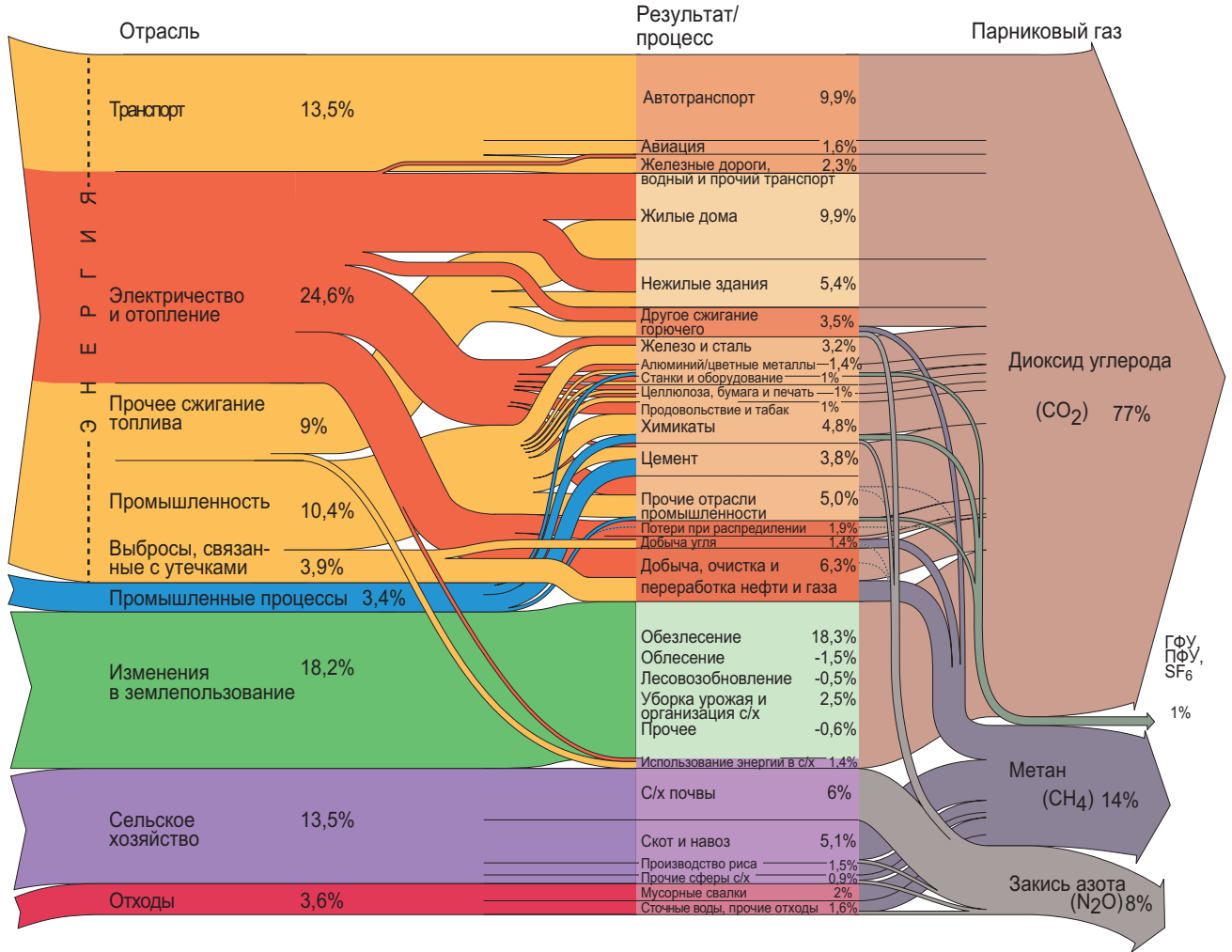
1. Киотский протокол определяет правила и процедуры, необходимые для достижения конечной цели РКИК ООН, которая состоит в том, чтобы «добиться (...) стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». 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.

## Основные парниковые газы

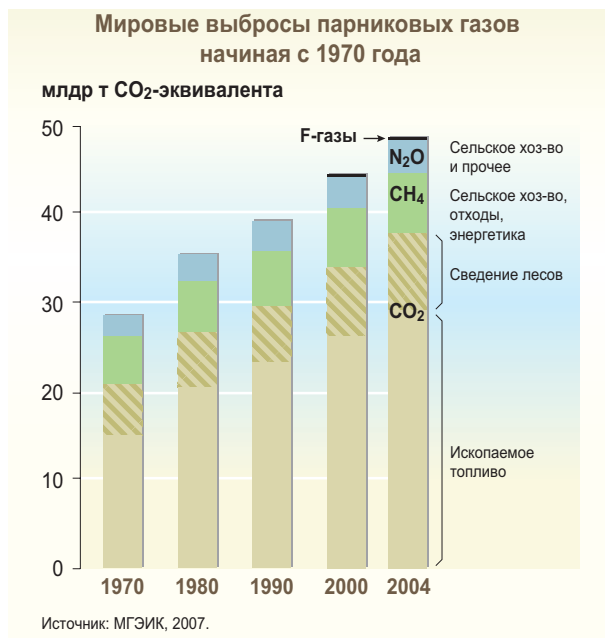
Название газа	Доиндустр. концентрация ( мг/м <sup>3</sup> * )	Концентрация в 1998 г. ( мг/м <sup>3</sup> )	Время жизни в атмосфере (лет)	Основные антропогенные источники	ПГП**
Водяной пар	1 до 3	1 до 3	неск. дней	-	-
Диоксид углерода (CO <sub>2</sub> )	280	365	различные величины	Иск. топливо, пр-во цемента, изменения в землепользовании	1
Метан (CH <sub>4</sub> )	0.7	1,75	12	Иск. топливо, рисоводство, свалки, скотоводство	21
Закись азота (N <sub>2</sub> O)	0.27	0,31	114	Удобрения, сжигание, пром. процессы	310
ГФУ-23 (CHF <sub>3</sub> )	0	0,000014	250	Электроника, хладагенты	12 000
ГФУ-134 а (CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F)	0	0,0000075	13.8	Хладагенты	1 300
ГФУ-152 а (CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )	0	0,0000005	1,4	Промышленные процессы	120
Перфторметан (CF <sub>4</sub> )	0,0004	0,00008	>50 000	Пр-во алюминия	5 700
Перфторэтан (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> )	0	0,000003	10 000	Пр-во алюминия	11 900
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )	0	0,0000042	3 200	Диэлектрик	22 200

\* мг/м<sup>3</sup> = объемных частей на миллион    \*\* ПГП = потенциал глобального потепления (для периода сто лет)

## Мировые выбросы парниковых газов по отраслям хозяйства



Все данные приведены по состоянию на 2000 год. Все расчеты сделаны в эквиваленте CO<sub>2</sub> в соответствии с потенциалом глобального потепления за 100 лет по данным МГЭИК (1996), при учете общей глобальной оценки, равной 41755 Мт CO<sub>2</sub>-экв. Изменения в землепользовании включает в себя также выбросы и абсорбцию. Пунктирными линиями обозначены потоки, составляющие менее 0,1 процента всех выбросов парниковых газов.  
 Источники: World Resources Institute, Climate Analysis Indicator Tool (CAIT), Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy, December 2005; МГЭИК (данные на 2000 г.).



уровни, что подтверждается данными бурения льда, отражающими состояние атмосферы на протяжении многих тысячелетий.

Концентрации двух первых газов существенно превышают диапазон их естественного содержания в атмосфере за последние 650 тысяч лет. До начала промышленной революции средняя мировая концентрация углекислого газа составляла 280 мг/м<sup>3</sup>, а к 2005 году она достигла 379 мг/м<sup>3</sup>. При этом темпы ее роста тоже увеличиваются: средний годовой прирост с 1995 по 2005 годы был выше, чем в любой другой период с тех пор, как в 1950-х годах были начаты систематические наблюдения.

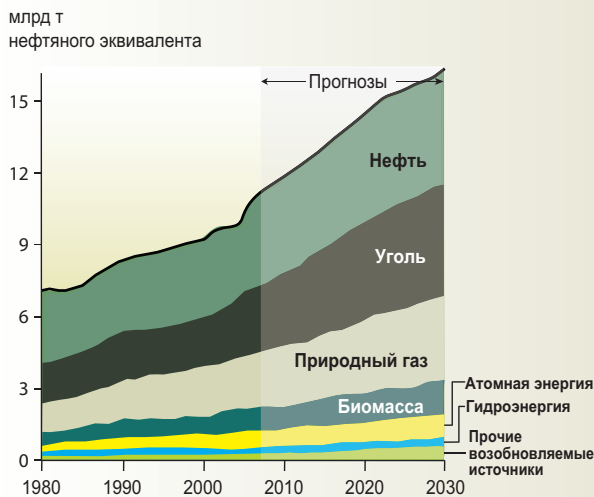
### Потенциал глобального потепления и углеродный эквивалент

Различные парниковые газы влияют на атмосферу в разной степени и имеют разное время жизни. Величину вклада каждого конкретного парникового газа в глобальное потепление климата называют его «потенциалом глобального потепления» (ПГП). Потенциал, призванный привести действие различных газов к общему знаменателю, показывает, во сколько раз вклад данного газа в парниковый эффект больше (или меньше) вклада той же массы углекислого газа за определенный промежуток времени. Таким образом, ПГП диоксида углерода всегда равен 1. При этом газы, которые способствуют потеплению существенно сильнее, чем углекислый газ, могут распадаться значительно быстрее его и поэтому представляют серьезную проблему в течение первых нескольких лет, но существенно меньшую — в долгосрочной перспективе. Другие газы, напротив, могут распадаться медленнее, создавая проблемы на протяжении длительного времени.

Углеродный эквивалент выбросов помогает выразить выбросы любого газа через количество диоксида углерода, которое повлияло бы на потепление на протяжении заданного промежутка времени так же, как данное количество того или иного парникового газа.

Например, ПГП метана за сто лет составляет 25, а закиси азота — 298. Это означает, что выбросы одной тонны метана или закиси азота эквивалентны выбросам соответственно 25 и 298 тонн диоксида углерода. Действие одного из F-газов, ГФУ-23, в 12 тысяч раз сильнее, чем действие углекислого газа, за двадцатилетний период, и еще сильнее (и, следовательно, «опаснее» для климата) за сто лет, когда его ПГП достигает 14 800.

## Фактическое и прогнозируемое энергопотребление



**Примечание:** все данные относятся к первичным формам энергии (уголь и т.п.) до ее преобразования в потребляемые формы (электроэнергия и т. п.).



Источник: International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook 2008.

## Обратные связи

Одним из факторов, которые затрудняют климатические исследования и вносят в них существенную неопределенность, является наличие обратных связей. Это сложная взаимосвязь между различными компонентами климатической системы, которая приводит к тому, что сами изменения могут оказывать влияние на вызывающий их исходный процесс, усиливая или ослабляя его. Пример такой обратной связи – сокращение снежного или ледового покрова на суше и в океане. Поскольку лед белый, он отражает в космос до 90 процентов падающего на его поверхность солнечного излучения, тем самым не давая ему сильнее нагревать атмосферу. Когда он тает, обнажаются почвы, породы, растительность или вода. Все они темнее снега и льда и поэтому скорее поглощают, чем отражают солнечное излучение. То есть начавшееся таяние вызывает процесс, который его же и ускоряет. Другой пример обратной связи связан с таянием многолетней мерзлоты в высоких широтах Северного полушария. Этот процесс может привести к высвобождению больших объемов диоксида углерода и метана, пока находящегося под промерзшим слоем почвы, что еще больше ускорит глобальное потепление. Еще один вид ожидаемой обратной связи – снижение поглощения углекислого газа сушей и океанами в результате их потепления, что приведет к росту концентрации этого газа в атмосфере. Во всех приведенных примерах речь идет о положительных обратных связях, то есть способствующих усилению исходных процессов. Отрицательные обратные связи – это, напротив, изменения в окружающей среде, которые вызывают процесс компенсации и смягчения исходных изменений.



## Обратные связи в климатических процессах

-  Положительные
-  Отрицательные



Положительные обратные связи усиливают исходный процесс.

Отрицательные обратные связи вызывают процесс компенсации исходных изменений.

Источник: Хьюго Алениус, ГРИД-Арендал,  
*Global Outlook for Ice and Snow, 2008.*

# Прогнозируемое изменение климата и его последствия

В предыдущих разделах были описаны изменения и последствия, наблюдаемые в настоящее время. Остальная часть этой брошюры посвящена тому, что нас ждет в будущем.

Если современные стратегии борьбы с изменением климата и перехода к устойчивому развитию не претерпят существенных изменений, на протяжении следующих десятилетий выбросы парниковых газов в мире продолжают расти. И этот рост будет существенным: по прогнозам МГЭИК к 2030 году объем мировых выбросов парниковых газов увеличится на 25-90 процентов по сравнению с 2000 годом (такие большие расхождения в прогнозах связаны с тем, что эксперты исследовали целый ряд сильно различающихся сценариев социально-экономического развития). МГЭИК полагает, что, независимо от конкретного сценария, ископаемые виды топлива — нефть, уголь и природный газ — продолжают играть ведущую роль в топливно-энергетическом балансе человечества и после 2030 года.

Сохранение выбросов парниковых газов на современном или более высоком уровне приведет к дальнейшему потеплению и многочисленным изменениям в климатической системе, которые окажутся в нынешнем столетии более масштабными, чем на протяжении двадцатого века.

## **Современные выбросы влияют на состояние атмосферы в будущем**

Даже если бы человечеству удалось удержать концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере на современном уровне (2000 года), некоторое антропогенное потепление климата и повышение уровня Мирового океана все равно наблюдалось бы на протяжении многих веков.

Реакция климатической системы на любое воздействие носит долгосрочный характер и многие парниковые газы, выброшенные в атмосферу, сохраняются в ней на протяжении тысячелетий.

Новейшие данные и результаты позволили МГЭИК повысить точность прогнозов общей картины потепления и различных его последствий на уровне регионов по сравнению с Третьим аналитическим докладом. Они касаются изменений ветрового режима, атмосферных осадков, экстремальных характеристик погодных явлений и морских льдов.

Прогнозируемые изменения в региональном масштабе включают:

- наиболее интенсивное потепление на суше и в северных приполярных районах, наименее интенсивное — в южной части Мирового океана и некоторых районах Северной Атлантики;
- сокращение снежного покрова, увеличение глубины оттаивания большей части многолетней мерзлоты и уменьшение площади морских льдов;
- рост повторяемости экстремально высоких температур, периодов жары и интенсивных осадков;
- вероятное увеличение силы тропических циклонов;
- смещение к полюсам зон штормов за пределами тропиков;
- увеличение количества осадков в высоких широтах и его вероятное уменьшение в большинстве субтропических районов суши.

Сценарии МГЭИК (часто называемые сценариями СДСВ по названию «Специального доклада по сценариям выбросов», опубликованного МГЭИК в 2000 году) описывают различные варианты возможного развития событий. Они учитывают демографические, экономические и научно-технические факторы, а также обусловленные этими факторами выбросы парниковых газов. Оценки

будущих выбросов на основе этих предположений широко используются при прогнозировании изменения климата, его последствий и уязвимости различных систем. Поскольку МГЭИК предпочла не оценивать, насколько вероятно то, что реализуется тот или иной сценарий, каждый вправе самостоятельно решать, какие сценарии представляются наиболее реалистичными.

## Сценарии

*Сценарий — правдоподобное и во многих случаях упрощенное описание возможного будущего, основанное на ряде взаимно согласованных предположений; система рабочих гипотез относительно возможного развития общества и последствий этого развития для климата.*

Сценарий А1 отличают очень высокие темпы экономического роста, достижение максимума населения планеты к середине столетия с последующим снижением численности, а также быстрое внедрение новых и эффективных технологий. Различия между регионами постепенно стираются вследствие интенсивного культурного взаимодействия. Различия между регионами в уровне доходов на душу населения существенно уменьшаются. Существуют три варианта сценария А1, описывающие различные варианты развития энергетики: интенсивное использование ископаемого топлива (А1F), использование неископаемых источников энергии, или их сочетание (А1В).

### ГЛОБАЛИЗАЦИЯ

Сценарий В1 описывает мир с постепенно стирающимися различиями, население которого, как и в сценарии А1, достигает максимума к середине столетия, а затем сокращается. При этом происходит быстрый переход к экономике, основанной на сфере услуг и информационных технологиях. Этот сценарий предполагает сокращение потребления, а также внедрение более чистых и технологий, основанных на эффективном использовании ресурсов. Приоритетом является выработка глобальных решений в области устойчивого развития, в т.ч. направленных на более справедливое распределение, но без специальных усилий по борьбе с изменением климата.

### РЫНОЧНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ

Сценарий А2 описывает чрезвычайно разнородный мир, для которого характерно сохранение местных особенностей. Региональные типы прироста населения сближаются медленно, и население планеты продолжает расти. Экономическое развитие основано на возможностях и потребностях регионов, а различия между ними в экономическом росте на душу населения и скорости внедрения достижений научно-технического прогресса существенно, чем в сценарии А1.

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ

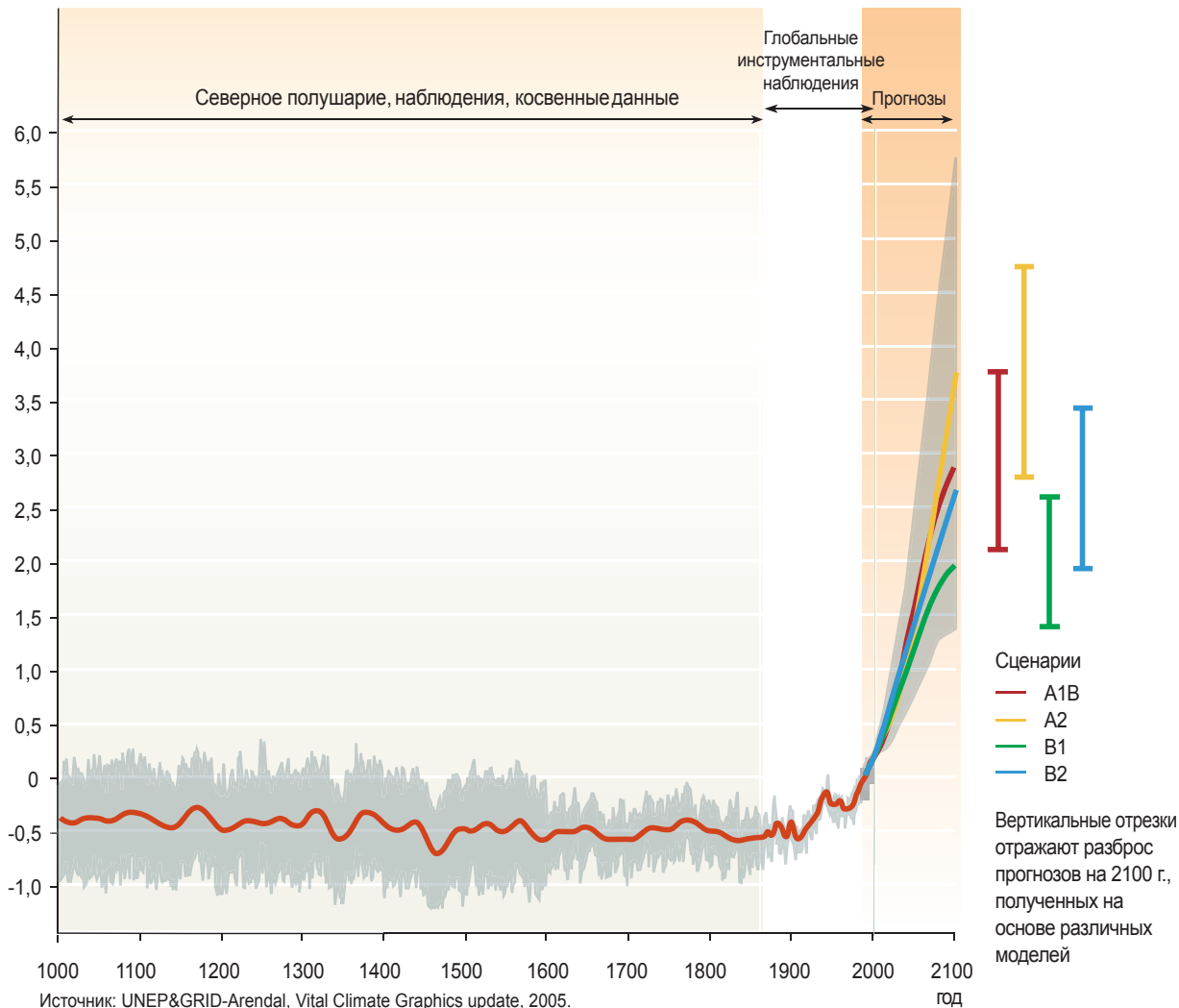
Сценарий В2 описывает мир, в котором приоритет отдается локальным решениям в области экономической, социальной и экологической устойчивости, в отличие от глобального подхода, характерного для сценария В1. Этот сценарий отличается от других более медленным ростом населения, средним уровнем экономического роста и медленными, но разнообразными процессами технологического развития. Общество отдает приоритет охране окружающей среды и обеспечению социальной справедливости и ориентировано на развитие на региональном и местном уровнях.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОРИЕНТАЦИЯ

Источник: ГРИД-Арендаль по материалам МГЭИК, 2001.

# Изменение температуры приземного слоя воздуха с 1000 по 2100 годы

Отклонение от уровня 1990 г., °C



## Повышение уровня Мирового океана

Поскольку современная наука не до конца понимает действие некоторых важных факторов, влияющих на уровень Мирового океана, МГЭИК осторожна в своих прогнозах и не предлагает наиболее вероятного значения или верхнего предела повышения его уровня. Ожидается, что к 2090–2099 годам повышение уровня океана составит по сравнению с 1980–1999 годами 18–59 см. Однако эта величина не учитывает возможного усиления таяния полярных льдов и поэтому не может считаться верхней границей. К другим факторам неопределенности относятся обратные связи между климатом и углеродным циклом, а также расширение вод океана при повышении температуры («тепловое расширение»).

По прогнозам, таяние льдов Гренландии будет способствовать повышению уровня океана до 2100 года и далее. Модели предсказывают практически полное исчезновение гренландского ледяного щита.

Температура антарктического ледяного щита, согласно прогнозам, будет сохраняться слишком низкой для масштабного поверхностного таяния. Более того, ожидается, что ледяной щит вырастет за счет увеличения осадков. Тем не менее, возможно, что общая масса антарктических льдов уменьшится; это будет зависеть от масштабов и скорости сползания льда в океан.

---

2. Экосистема - природная система, представляющая собой совокупность всех животных, растений и микроорганизмов, находящихся на определенной области и территории, взаимодействующих между собой, а также со всеми абиотическими (неживыми) факторами окружающей среды.

## Экосистемы<sup>2</sup>

В настоящее время можно с большей, по сравнению с Третьим аналитическим докладом МГЭИК, уверенностью утверждать, что увеличение среднемировой температуры на 1–2°C по отношению к уровню 1990 года (на 1,5–2,5°C по сравнению с доиндустриальным уровнем) сопряжено с существенной опасностью для многих уникальных и хрупких экосистем, включая районы высокого биоразнообразия.

Изменения в экосистемах будут сопровождаться смещением ареалов обитания животных и растений. Это в большинстве случаев приведет к отрицательным последствиям для природной среды, а также снизит способность экосистем обеспечивать потребности человека, например в воде и продовольствии. Многие экосистемы, «вероятно», исчерпают свои возможности приспособления к изменению климата и связанным с ним потрясениям.

Способность экосистем поглощать углерод, возможно, достигнет максимума к середине столетия, после чего процессы поглощения замедлятся или даже сменятся выделением углерода, что приведет к дальнейшему изменению климата (положительная обратная связь).

Рост среднемировой температуры более чем на 1,5–2,5°C увеличит риск исчезновения примерно 20–30 процентов биологических видов. Если же увеличение среднемировой температуры достигнет 3,5°C, опасности исчезновения, согласно результатам моделирования, подвергнутся 40–70 процентов видов. Это одно из необратимых последствий изменения климата<sup>3</sup>.

---

3. Многие виды в процессе своей эволюции адаптировались к вполне определенным условиям окружающей среды. По всей вероятности, изменение климата и его последствия изменят условия обитания слишком быстро для того, чтобы эти виды успели приспособиться к изменениям или переселиться в районы с более благоприятными условиями.

### **Продовольственная безопасность и здоровье населения**

Рост частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений приведет к возникновению чрезвычайных ситуаций и отбросит назад развитие многих регионов. Ожидается, что экстремальные погодные явления в сочетании с повышением уровня моря будут оказывать преимущественно негативное влияние на условия жизни человека. Одной из наиболее очевидных является проблема продовольственной безопасности. В высоких широтах повышение температуры в пределах 3°C может сопровождаться некоторым повышением урожайности сельскохозяйственных культур, но при дальнейшем росте температуры урожайность в ряде районов снизится. В более низких широтах даже незначительное повышение температуры может привести к снижению урожайности.

Здоровье миллионов людей может оказаться под угрозой из-за недоедания, экстремальных погодных условий, распространения кишечных и других инфекций, нарушений сердечной деятельности и болезней органов дыхания из-за повышения концентрации приземного озона. Однако возможны и некоторые благоприятные последствия, например для тех, кто живет в особенно холодных районах. В некоторых отношениях последствия будут неоднозначными. В отдельных регионах ареал распространения малярии может сократиться, тогда как в других областях он увеличится; могут также сдвинуться начало и конец ежегодного периода распространения малярии. В целом ожидается, что отрицательные последствия потепления перевесят, особенно в развивающихся странах.

Последствия глобального изменения климата	Изменение глобальной среднегодовой температуры по сравнению с 1980 - 1999 годами				
	+1°	+2°	+3°	+4°	+5°
<b>ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ</b>	Увеличение объема водных ресурсов во влажных тропиках и в высоких широтах Уменьшение объема ресурсов и усиление засух в средних широтах и полусухих районах низких широт  Затронутое население: 0,4–1,7 млрд чел.	1,0–2,0 млрд чел.	1,1–3,2 млрд чел.	Дополн. группы населения, затронутые обострением “водного стресса”,	
<b>ЭКО- СИСТЕМЫ</b>	Исчезновения отдельных видов земноводных Усиление обесцвечивания кораллов	Увеличение риска исчезновения для 20–30% видов  Обесцв. большинства кораллов	Широкомасштабное исчезновение видов во всем мире  Массовая гибель кораллов		
	Усиление процессов смещения границ ареалов и рост опасностей лесных пожаров	Экосистемы суши становятся нетто-источником углерода затронуто ~15% экосистем		затронуто ~40% экосистем	
<b>ПРОДОВОЛЬСТВИЕ</b>		Низкие широты: Снижение продуктивности некоторых зерновых  Средние и высокие широты: Повышение продуктивности некоторых зерновых	Снижение прод-ти всех зерновых  Снижение в некоторых регионах		
<b>ПРИБРЕЖНЫЕ РАЙОНЫ</b>	Увеличение ущерба от наводнений и штормов Доп. население, подверженное риску наводнений в прибрежных районах (в год, в дополнение к современному состоянию):	0–3 млн чел.	2–15 млн чел.	Потеря примерно 30% прибрежных водно-болотных угодий	
<b>ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ</b>	Усиление нагрузки, связанной с недоеданием, желудочно-кишечными, серд.-сосудистыми и респираторными и инфекционными заболеваниями Повышение заболеваемости и смертности в связи с периодами аномальной жары, наводнениями и засухами Изменение распространения некоторых переносчиков заболеваний	Значительная нагрузка на систему здравоохранения			
<b>ЕДИНИЧНЫЕ СОБЫТИЯ</b>	Локальное отступление льдов в Гренландии и Западной Антарктиде	Долгосрочная тенденция повышения уровня моря на несколько метров вследствие таяния ледяных щитов Изменения в экосистемах вследствие ослабления океанической циркуляции		Изменение береговой линии во всем мире и затопление низколежащих территорий	

Параметры последствий могут меняться в зависимости от мер по адаптации, темпов потепления и пути социально-экономического развития

### **Обеспеченность пресной водой**

Ожидается, что изменение климата окажет существенное влияние на все регионы и сферы жизни. Усугубится уже существующий дефицит водных ресурсов<sup>4</sup>, вызванный ростом населения и изменениями в экономике и характере землепользования.

Во многих регионах важнейшими источниками пресной воды служат ледники и снежники. В последнее время эти запасы воды сильно сокращаются из-за интенсивного таяния, которое, по прогнозам, в этом столетии лишь усилится. В результате снизится доступность пресной воды и объем гидроэнергетических ресурсов (гидроэнергетика часто представляет собой реалистичную альтернативу использованию ископаемого топлива и позволяет снизить выбросы углекислого газа). Также ожидается, что изменение климата нарушит сезонное распределение стока в регионах, где реки во многом питаются за счет таяния ледников и снега в горах: например в Гиндукуше, Гималаях и в тропической части Анд. В таких регионах проживает более одной шестой населения планеты. Только семь крупных рек Азии, берущих начало в Гималаях, обеспечивают водой два миллиарда человек.

Изменения температуры и распределения осадков также непосредственно влияют на поверхностный сток и доступность водных ресурсов. К середине

---

4. Согласно одному из определений, дефицит («водный стресс») наступает, когда страна расходует более 20% имеющихся у нее возобновляемых водных ресурсов.

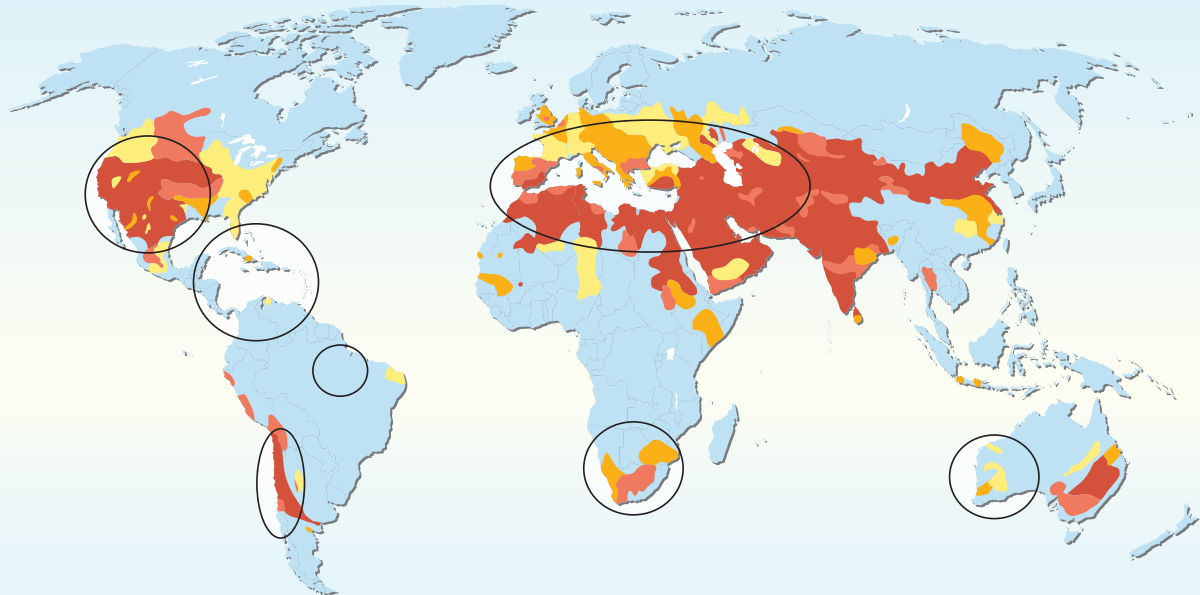
5. Выпадающая на земную поверхность вода, которая не впитывается в почву и не испаряется, стекая по поверхности и пополняя запасы поверхностных и подземных вод.

столетия поверхностный сток в высоких широтах и вблизи экватора увеличится на 10–40 процентов на фоне снижения стока на 10–30 процентов в некоторых засушливых регионах средних широт и тропиков. Снизится обеспеченность водой ряда полупустынных районов, например в Средиземноморье, на западе США, юге Африки и северо-востоке Бразилии. Ожидается рост площадей, поражаемых засухами, что осложнит положение в области продовольственной безопасности, обеспеченности водой, производства энергии и здоровья людей (из-за недоедания и распространения инфекций и заболеваний органов дыхания). Во многих регионах вероятен значительный рост потребностей в воде для орошения.

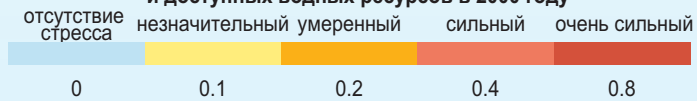
Отрицательное воздействие на поверхностные воды перевесит положительные последствия изменения климата. По данным современных исследований, в будущем во многих регионах ожидается учащение случаев выпадения сильных осадков, причем в отдельных регионах – на фоне уменьшения их общего количества. Это повысит опасность наводнений: ожидается, что к 80-м годам нынешнего столетия до 20 процентов населения мира будет проживать в районах с высоким риском наводнений. Более частые и сильные наводнения и засухи будут мешать устойчивому развитию, рост температуры снизит качество поверхностных вод, а повышение уровня моря приведет к загрязнению подземных вод в прибрежных районах соленой морской водой.



## Дефицит пресной воды и изменение климата



«Водный стресс»: отношение объемов забираемых  
и доступных водных ресурсов в 2000 году



○ Регионы мира, где изменение климата, согласно прогнозам, приведет к снижению годового стока и обеспеченности водными ресурсами

Источник: МГЭИК, 2007.

### Рост кислотности океанских вод

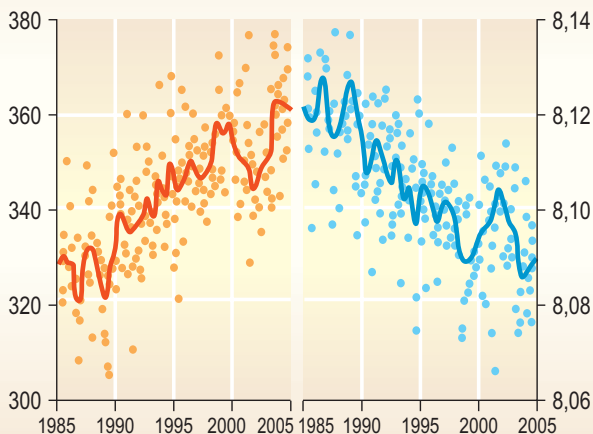
Поглощение океанами из атмосферы диоксида углерода, образующегося в результате деятельности человека с середины XVIII века, привело к повышению уровня их кислотности: величина pH (показателя, отражающего кислотные или щелочные характеристики раствора) снизилась в океанах в среднем на 0,1. Продолжающийся рост концентрации углекислого газа в атмосфере вызывает дальнейшее окисление океанских вод. В настоящее время среднее значение pH в приповерхностном слое составляет около 8,1. Согласно прогнозам, в ближайшие сто лет ожидается дальнейшее снижению среднемирового значения pH в приповерхностном слое океана на 0,14–0,35. Это продолжающееся окисление негативно скажется на морских организмах, образующих известковые раковины и скелеты (например кораллы), а также на зависящих от них видах.

Результаты исследований, проведенных после публикации Третьего аналитического доклада МГЭИК в 2001 году, позволяють составить более полное представление о временных характеристиках и масштабах последствий при различных темпах изменения климата.

### Глобальное окисление океанов

Концентрация CO<sub>2</sub>  
в водах Мирового океана,  
атм.

Кислотность  
океанской воды,  
pH



Источник: МГЭИК, 2007.

## Примеры значительных прогнозируемых воздействий в различных сферах

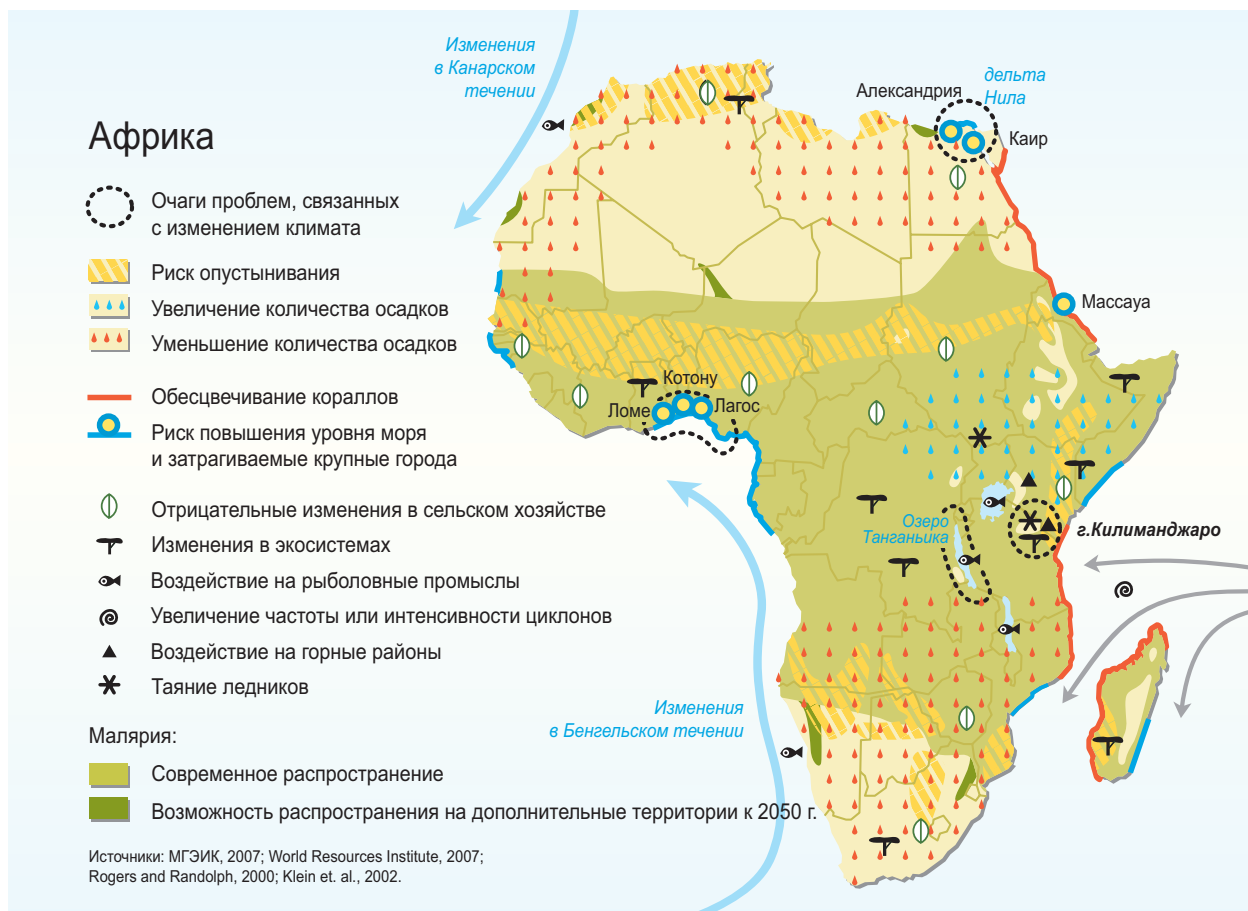
Явления, связанные с изменением климата	Сельское и лесное хозяйство и экосистемы	Водные ресурсы	Здоровье людей	Промышленность, населенные пункты и общество в целом
<p><b>Изменение температуры</b></p> <p>Меньше холодных и больше теплых дней и ночей, более высокая их температура в большинстве районов суши</p>	<p>Повышение урожайности в холодных районах</p> <p>Снижение урожайности в теплых районах</p> <p>Учащение нашествий вредителей</p>	<p>Воздействие на сток рек снегового питания</p> <p>Воздействие на некоторые источники водоснабжения</p>	<p>Снижение смертности от переохлаждения</p>	<p>Снижение потребления энергии на отопление, рост — на вентиляцию и кондиционирование</p> <p>Ухудшение качества воздуха в городах</p> <p>Меньше случаев нарушения работы транспорта из-за снега и льда</p> <p>Воздействие на зимний туризм</p>
<p><b>Периоды жары/ аномально теплые периоды</b></p> <p>Увеличение частоты в большинстве районов суши</p>	<p>Снижение урожайности в теплых районах из-за жары</p> <p>Повышение опасности лесных пожаров</p>	<p>Рост потребностей в воде</p> <p>Проблемы качества воды, например «цветение» водоемов</p>	<p>Увеличение смертности от жары среди пожилых людей, больных хроническими заболеваниями, детей и социально незащищенных групп</p>	<p>Снижение качества жизни не обеспеченного качественным жильем населения жарких районов</p> <p>Воздействие на пожилых людей, детей и бедное население</p>
<p><b>Интенсивные осадки</b></p> <p>Увеличение частоты в большинстве районов суши</p>	<p>Ущерб сельскохозяйственным культурам</p> <p>Эрозия почв</p> <p>Невозможность земледелия из-за подтопления почв</p>	<p>Ухудшение качества поверхностных и подземных вод</p> <p>Загрязнение источников водоснабжения</p> <p>Возможное сокращение дефицита воды</p>	<p>Рост смертности, травматизма, инфекций, заболеваний органов дыхания и кожи</p>	<p>Нарушение жизнедеятельности населенных пунктов, торговли, транспорта из-за наводнений</p> <p>Усиление нагрузки на городскую и сельскую инфраструктуру</p> <p>Материальный ущерб</p>
<p><b>Засухи</b></p> <p>Увеличение охваченных площадей</p>	<p>Ухудшение состояния земель</p> <p>Повреждение или гибель урожая</p> <p>Рост падежа скота</p> <p>Повышение опасности лесных пожаров</p>	<p>Распространение дефицита воды на большие территории</p>	<p>Повышение риска недоедания</p> <p>Повышение риска инфекционных заболеваний, передающихся через воду и продукты питания</p>	<p>Нехватка воды для населенных пунктов и промышленности</p> <p>Сокращение гидроэнергетического потенциала</p>
<p><b>Циклоны и штормовые нагоны</b></p> <p>Увеличение частоты</p>	<p>Повреждение урожая</p> <p>Ветровал (выкорчевывание деревьев)</p> <p>Повреждение коралловых рифов</p>	<p>Нарушения водоснабжения из-за перебоев с электроэнергией</p>	<p>Рост смертности, травматизма, инфекционных заболеваний, передающихся через воду и продукты питания</p> <p>Посттравматический стресс</p>	<p>Отказ частных компаний от страхования соответствующих рисков на территориях, подверженных стихийным бедствиям</p> <p>Вынужденная миграция населения</p> <p>Материальный ущерб</p>
<p><b>Повышение уровня моря</b></p> <p>Более частые случаи экстремального повышения уровня моря (без учета цунами)</p>	<p>Засоление вод для орошения, речных устьев и поверхностных вод</p>	<p>Снижение обеспеченности пресной водой из-за засоления пресных вод</p>	<p>Повышение смертности и травматизма из-за наводнений</p> <p>Ухудшение здоровья в связи с миграцией</p>	<p>Затраты на защиту побережья или на освоение новых земель</p> <p>Необходимость переселения людей и переноса инфраструктуры</p>

## Какие районы и группы населения могут пострадать в наибольшей степени?

Повсюду, независимо от среднего уровня дохода людей в регионе, некоторые группы населения, в том числе пожилые люди, маленькие дети и население с низким уровнем доходов, а также некоторые системы и виды деятельности пострадают в большей степени, чем другие. Есть также системы, сферы деятельности и регионы, для которых последствия могут быть особенно серьезными. Они перечислены ниже.

## На суше:

Наибольшей опасности, связанной с потеплением, подвергнутся тундра, таежные леса и горные районы. Другие территории, в особенности ландшафты средиземноморского типа и влажные экваториальные леса, в большей степени пострадают из-за уменьшения количества осадков и изменения характера их выпадения.



### На побережье:

Мангровые леса и соленые болота испытывают разнообразные неблагоприятные последствия изменения климата.

### В океане:

Экосистемы коралловых рифов чрезвычайно чувствительны к повышению температуры и располагают лишь ограниченными возможностями адаптации. Увеличение температуры воды в поверхностном слое на 1–3°C приведет к учащению случаев обесцвечивания кораллов и их массовой гибели, если они не смогут приспособиться к новым условиям. Морские экосистемы сталкиваются и с другими проблемами, как связанными с изменением климата (рост кислотности океанов), так и не связанными с ним (перевылов рыбы). Сообщества организмов, жизнь которых связана со льдом, также очень чувствительны к небольшим изменениям температуры, например вызывающим таяние льда.

Другие территории и системы, которым грозит опасность, включают прибрежные районы, расположенные на небольшой высоте над уровнем моря; водные ресурсы в ряде засушливых районов и там, где наличие воды зависит от таяния снега и льдов; сельское хозяйство в низких широтах; здоровье населения в странах с низким уровнем доходов. Считается «весьма вероятным», что увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений усугубит воздействие прочих факторов.

Ожидается, что наибольшее воздействие изменения климата испытают следующие регионы:

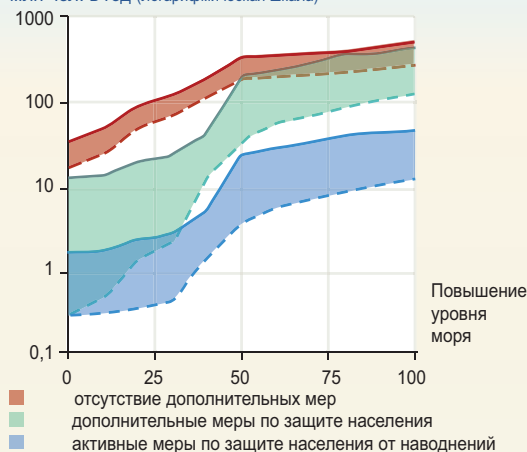
**Арктика** — вследствие высоких прогнозируемых темпов потепления и его влияния на людей и окружающую среду в регионе. Ожидается, что толщина и площадь ледников будут сокращаться, таяние затронет также ледяные щиты и морские льды. Может обостриться и проблема проникновения в регион чужеродных видов;

**Африка** — вследствие масштаба ожидаемых последствий изменения климата на фоне недостаточных возможностей континента к адаптации. В частности, урожайность в богарном (неполивном) земледелии некоторых стран к 2020 году может сократиться наполовину;

**малые острова**, население и инфраструктура которых могут серьезно пострадать от прогнозируемых последствий изменения климата, включая основную проблему – повышение уровня моря, а также от ожидаемого сокращения количества осадков в летний период. Это приведет к снижению запасов пресной воды, которой на некоторых островах не хватит для удовлетворения потребностей населения. «Маловероятно», что ожидаемое увеличение количества осадков зимой позволит компенсировать этот дефицит, поскольку

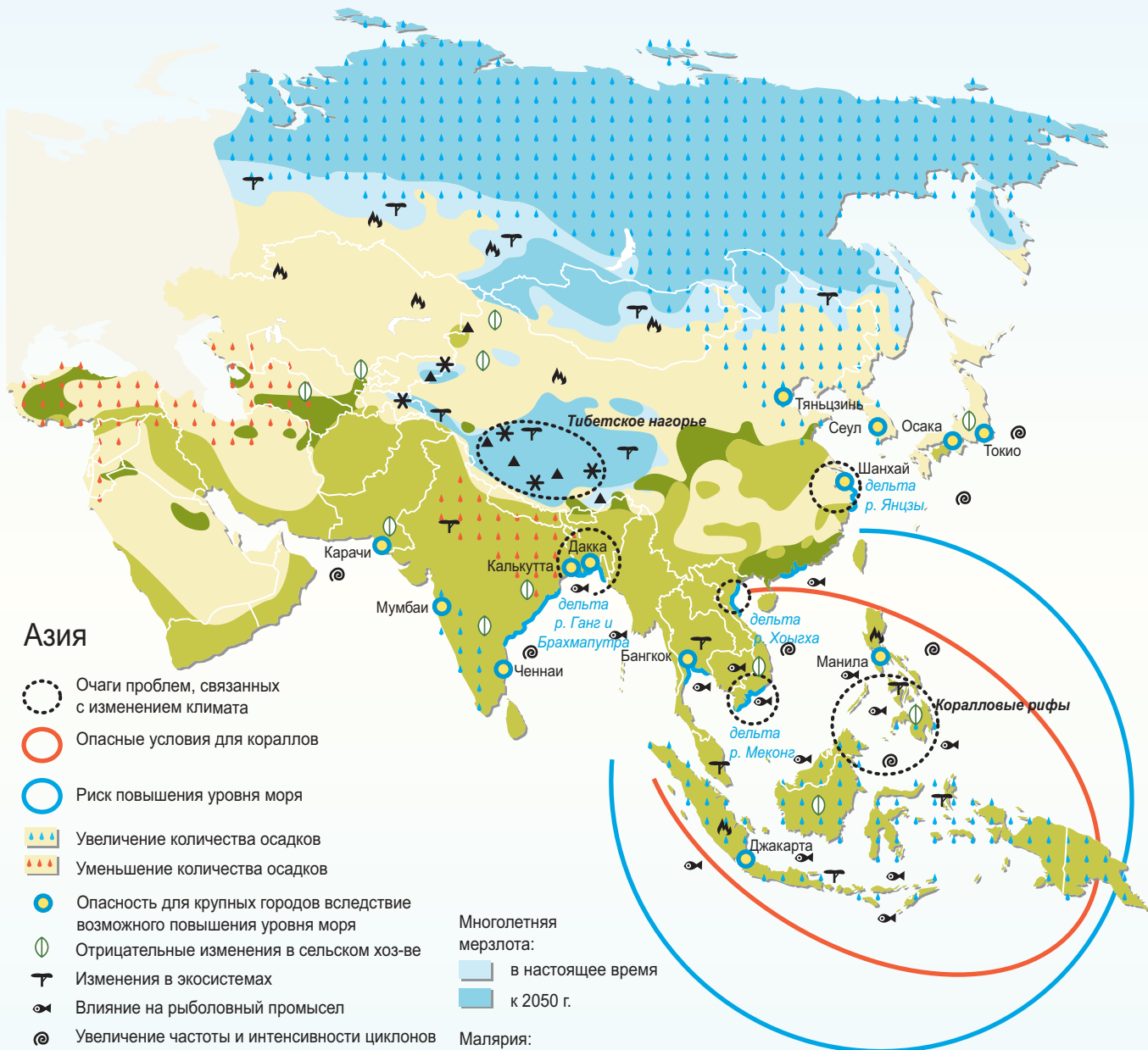
### Население прибрежных районов, которые будут затоплены к 2080 году

млн чел. в год (логарифмическая шкала)



Примечание: верхняя граница каждого диапазона представляет количество затронутого населения по сценарию A2 (население Земли 14 млрд. чел. к 2080 г., самый низкий уровень ВВП среди всех сценариев МГЭИК). В этом случае потенциал адаптации ограничен и наводнения затрагивают больше людей. Нижняя граница каждого диапазона соответствует сценарию A1/B1 (самый высокий доход на душу населения, население 8 млрд. чел.), которые позволяют более значительные вложения в меры по защите населения.

Источник: H. Ahlenius, GEO Ice and Snow, 2007, по данным Nicholls, R.J. and Lowe, J.A., 2006.



## Азия

- Очаги проблем, связанных с изменением климата
- Опасные условия для кораллов
- Риск повышения уровня моря
- Увеличение количества осадков
- Уменьшение количества осадков
- Опасность для крупных городов вследствие возможного повышения уровня моря
- Отрицательные изменения в сельском хозяйстве
- Изменения в экосистемах
- Влияние на рыболовный промысел
- Увеличение частоты и интенсивности циклонов
- Лесные пожары
- Таяние ледников
- Воздействие на горные районы

Многолетняя мерзлота:

- в настоящее время
- к 2050 г.

Малярия:

- современное распространение
- возможное расширение распространения к 2050 г.

Источники: МГЭИК, 2007; World Resources Institute, 2007; Klein et al., 2002.

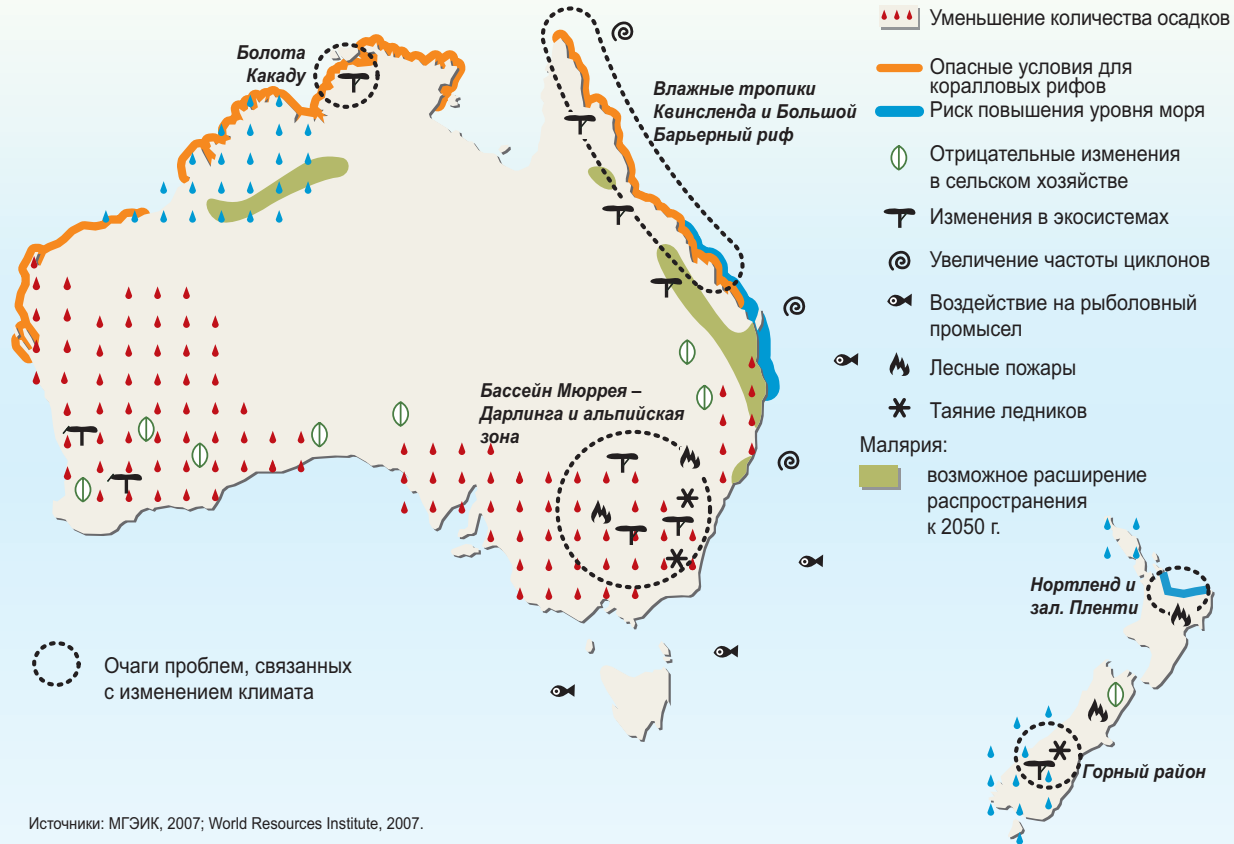
на островах ограничены возможности для хранения воды, а сток в период зимних штормов слишком велик. Например, сокращение среднегодового количества осадков на 10 процентов приведет к 2050 году к сокращению пресноводных ресурсов тихоокеанского атолла Тарава (Кирибати) на 20 процентов.

Кроме того, потепление климата может облегчить проникновение на некоторые острова чужеродных видов, представляющих угрозу для местных экосистем;

**крупные дельты в Азии и Африке**, многочисленному населению которых угрожает повышение уровня моря, штормовые нагоны и разливы рек. В Восточной, Южной и Юго-Восточной Азии ожидается рост частоты острых кишечных заболеваний, связанных с наводнениями и засухами, и смертности от них.

**Австралия и Новая Зеландия** столкнутся с проблемами в результате снижения продуктивности сельского хозяйства, а также ущерба районам с большим разнообразием флоры и фауны, включая Большой Барьерный риф.

## Австралия и Новая Зеландия



# Европа

○ Очаги проблем, связанных с изменением климата



Увеличение количества осадков



Уменьшение количества осадков



Возможное повышение уровня моря и связанная с ним опасность для крупных городов

Малярия:

возможное расширение распространения к 2050 г.

Многолетняя мерзлота:

в настоящее время  
в 2050 г.



Отрицательные изменения в сельском хозяйстве



Изменения в экосистемах



Лесные пожары



Воздействие на горные р-ны



Таяние ледников



Воздействие на рыболовный промысел



Воздействие на горные р-ны



Таяние ледников



Резкое ускорение процесса исчезновения видов млекопитающих, птиц, бабочек, лягушек и пресмыкающихся к 2050 г.

## Центральная и Южная Америка

○ Очаги проблем, связанных с изменением климата

☔ Увеличение количества осадков

☔ Уменьшение количества осадков

▨ Значительная опасность для флоры и фауны в настоящее время и в будущем

▨ Риск опустынивания

▨ Опасные условия для коралловых рифов

⊕ Возможное повышения уровня моря и связанная с ним опасность для крупных городов

⊖ Отрицательные изменения в сельском хозяйстве

⊖ Изменения в экосистемах

▲ Воздействие на горные районы

✱ Таяние ледников

☾ Снижение обеспеченности водными ресурсами вследствие сокращения ледников

🔥 Лесные пожары

🐟 Воздействие на рыболовный промысел










Малярия:

▨ Современное распространение



▨ Возможное расширение распространения к 2050 г.




## Северная Америка

-  Увеличение количества осадков
-  Уменьшение количества осадков
-  Возможное повышение уровня моря и связанная с ним опасность для крупных городов
-  Отрицательные изменения в сельском хозяйстве
-  Изменения в экосистемах
-  Влияние на рыболовный промысел
-  Увеличение частоты или интенсивности циклонов
-  Воздействие на горные районы
-  Лесные пожары

Многолетняя мерзлота:


-  в настоящее время
-  в 2050 г.

Малярия:

-  возможное расширение распространения к 2050 г.



Источники: МГЭИК, 2007; World Resources Institute, 2007; Rogers and Randolph; 2000; Klein et. al., 2002.

 Очаги проблем, связанных с изменением климата

На юге **Европы** может снизиться обеспеченность водными ресурсами. Отступление ледников и сокращение площади снежного покрова в горных районах по всему континенту могут усугубить дефицит воды. Периоды сильной жары и лесные пожары могут привести к увеличению угрозы здоровью людей.

В **Латинской Америке** из-за уменьшения количества осадков и отступления ледников может сократиться количество водных ресурсов. Кроме того, может исчезнуть значительное количество видов растений и животных, а к середине столетия в восточной части Амазонии экваториальные леса могут быть постепенно вытеснены саваннами. Урожайность продовольственных культур может снизиться, что вызовет голод среди населения.

**Северной Америке** угрожают дефицит водных ресурсов, более частые периоды сильной жары, проявление неблагоприятных последствий изменения климата в прибрежных районах, а также ухудшение условий произрастания некоторых культур.

#### **Опасность резких или необратимых изменений**

В зависимости от темпов и масштаба изменений, часть последствий глобального потепления может носить резкий или необратимый характер. Считается, что резкое изменение климата примерно за десять лет может привести к изменению характера океанической циркуляции (см. врезку). Более долговременные изменения могут существенно изменить состояние ледяных щитов и экосистем.

Последствия резких крупномасштабных изменений климата могут быть очень значительны. В долгосрочной перспективе частичная утрата ледяных щитов приполярных областей или тепловое расширение океанских вод способны на несколько метров повысить уровень Мирового океана. Это скажется, прежде всего, на прибрежных районах, речных дельтах и островах – береговая линия может значительно измениться, а низко расположенные

участки будут затоплены. В пределах 100 км от морского побережья и на высоте не выше 100 м над уровнем моря проживает от 600 миллионов до 1,2 миллиарда человек или 10–23 процентов всего населения планеты. Однако, по расчетам современных моделей, изменения такого рода возможны лишь в отдаленном будущем (через тысячелетия), если температура будет держаться на 1,9–4,6°C выше уровня доиндустриального периода. Полное таяние гренландского ледяного щита приведет к повышению уровня океана на 7 метров и может оказаться необратимым.

### **Океаническая циркуляция**

Один из сценариев резкого изменения обстановки на Земле, продолжающий привлекать внимание прессы, связан с термохалинной циркуляцией океанских вод (встречным движением холодных и теплых вод на разных глубинах в меридиональном направлении). Направление и распределение океанических течений определяются различиями в плотности воды. Результаты моделирования позволяют предположить, что на протяжении ближайшего столетия весьма вероятно замедление циркуляции в Атлантическом океане (частью ее является течение Гольф-стрим, несущее теплые воды к берегам Северной Европы); несмотря на это, в регионе ожидается повышение температуры. Значительное резкое изменение характера циркуляции в течение XXI века представляется крайне маловероятным, а достоверное моделирование ее динамики на более длительные периоды пока невозможно. К вероятным последствиям серьезных и устойчивых изменений в характере океанической циркуляции относятся изменения продуктивности морских экосистем, условий рыболовства, поглощения океанами углекислого газа и содержания в них кислорода, а также состояния наземной растительности.<sup>6</sup>

6. Предполагается, что около трети антропогенных выбросов CO<sub>2</sub> поглощается Мировым океаном, который является крупнейшим поглотителем парниковых газов на планете.

## Региональные последствия глобального изменения климата

Параметры последствий могут меняться в зависимости от мер по адаптации, темпов потепления и пути социально-экономического развития

Изменение глобальной среднегодовой температуры по сравнению с 1980–1999 гг.

	+1°	+2°	+3°	+4°	+5°
<b>АФРИКА</b>	<b>Опасность исчезновения видов к югу от Сахары:</b> 10–15% (1°–2°), 25–40% (2°–3°)				
	<b>Население территорий с дефицитом пресной воды:</b> 75–250 млн чел.	350–600 млн чел.	Увеличение площади пустынь и полупустынь на 5–8% Более		
<b>АЗИЯ</b>	<b>Урожайность:</b> Снижение урожайности пшеницы и кукурузы в Индии на 2–5% Снижение урожайности риса в Китае на 5–12%				
	<b>Население, подверженное риску наводнений в прибрежных районах (в год, в дополнение к современному состоянию):</b> Население территорий с дефицитом пресной воды: 0,1–1,2 млрд чел.	до 2 млн чел.	до 7 млн чел. Более		
<b>АВСТРАЛИЯ / НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ</b>	На 3000–5000 больше смертельных случаев, связанных с жарой (в год)				
	<b>Сток рек Мюррея и Дарлинг:</b> - 10%	Снижение уровня водной безопасности на юге и востоке Австралии, а также в некоторых районах Новой Зеландии			- 50%
<b>ЕВРОПА</b>	<b>Объем доступных водных ресурсов:</b> Северная Европа: увеличение на 5–15% Южная Европа: сокращение на 0–25%				
	<b>Потенциал урожайности пшеницы:</b> Северная Европа: увеличение на 2–10% Южная Европа: увеличение на 3–4%	увеличение на 10–25% сокращение на 10% и увеличение на 20%		увеличение на 10–30% сокращение на 15% и увеличение на 30%	
<b>ЦЕНТРАЛЬНАЯ И ЮЖНАЯ АМЕРИКА</b>	<b>Вероятность исчезновения примерно:</b> 25% видов деревьев в саваннах Центральной Бразилии 45% видов деревьев в Амазонии				
	<b>Исчезновение многих тропических ледников</b> Население территорий с дефицитом пресной воды: 10–80 млн чел.	80–180 млн чел.	<b>Исчезновение многих ледников в средних широтах</b> Более		
<b>СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА</b>	<b>Возможное повышение урожайности культур на 5–20%</b>				
	<b>Сокращение потребности в отоплении помещений и увеличение – в охлаждении</b>	Увеличение кол-ва дней с опасным уровнем озона примерно на 70%		Увеличение площади лесных пожаров в Канаде на 70–120% Увеличение общей продолжительности периодов аномальной жары в некоторых городах в 3–8 раз	
<b>ПОЛЯРНЫЕ РЕГИОНЫ</b>	<b>Сокращение площади многолетней мерзлоты в Арктике на 20–35%</b>				
	<b>Увеличение глубины сезонного протаивания многолетней мерзлоты в Арктике:</b> 10–15%	15–25%	30–50%	Замещение 10–50% площади арктической тундры лесами Замещение 15–25% площади полярных пустынь тундрами	
<b>МАЛЫЕ ОСТРОВА</b>	<b>Затопление прибрежных районов и ущерб инфраструктуре вследствие повышения уровня моря</b>				
	<b>Внедрение чужеродных видов на острова в средних и высоких широтах</b> Потери в сельском хозяйстве до 1% ВВП на островах со значительной высотой над уровнем моря, до 20% ВВП – на островах с незначительной высотой над уровнем моря				

# Адаптация к изменению климата и снижение воздействия на климат

Ни адаптация к изменению климата (смягчение потенциальных неблагоприятных последствий), ни снижение воздействия на климат (замедление самого процесса его изменения) по отдельности не способны полностью решить проблему. Однако в совокупности эти меры могут существенно уменьшить опасности, связанные с изменением климата.

Адаптация необходима как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе для уменьшения неблагоприятных последствий потепления, которое все равно произойдет даже в случае значительного сокращения выбросов. Как уже отмечалось в главе 2, парниковые газы, уже выброшенные в атмосферу, продолжат влиять на климат независимо от того, с какой интенсивностью человечество продолжит выбрасывать парниковые газы в будущем. Однако мы располагаем некоторыми возможностями повлиять на масштабы будущих изменений и их последствий.

## Способы снижения воздействия на климат

Меры по снижению воздействия направлены на уменьшение темпов и масштабов изменения климата. Замедление процессов изменения климата позволит избежать многих отрицательных последствий или, по крайней мере, отсрочить их. Согласно прогнозам МГЭИК, если уровень углеродного эквивалента в атмосфере вдвое превысит доиндустриальный уровень, достигнув примерно  $550 \text{ мг/м}^3$ , вероятно повышение среднемировой температуры, по крайней мере, на  $1,5^\circ\text{C}$ . При этом не исключается возможность повышения температуры и более чем на  $4,5^\circ\text{C}$ . Ближайшие двадцать тридцать лет будут критическими с точки зрения стабилизации концентрации парниковых газов, то есть прекращения роста их концентрации в атмосфере. Если мы не осуществим необходимые меры и инвестиции, отложив сокращение выбросов на будущее, воз-

растет вероятность более серьезных последствий изменения климата. Для стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере необходимо, чтобы объемы выбросов начали снижаться. Чем более низкий уровень концентраций мы хотим обеспечить, тем скорее должно начаться снижение выбросов. Если не принимать мер по замедлению изменения климата, весьма вероятно, что в долгосрочной перспективе природные и даже общественные системы не смогут адаптироваться и, как следствие, не смогут нормально функционировать. С разными системами и регионами это может произойти через разное время. Чем раньше начать действия по снижению воздействия на климат, тем реальнее возможность перейти к использованию альтернативных источников энергии и сократить выбросы парниковых газов. Это поможет уменьшить масштабы грядущего изменения климата и, как следствие, снизить потребности в адаптации (и связанные с этим расходы). Попытка ограничиться одной лишь адаптацией может, в конечном счете, привести к настолько сильному изменению климата, что эффективно адаптироваться к нему будет невозможно или это потребует слишком высоких социальных, экономических и экологических издержек.

растет вероятность более серьезных последствий изменения климата. Для стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере необходимо, чтобы объемы выбросов начали снижаться. Чем более низкий уровень концентраций мы хотим обеспечить, тем скорее должно начаться снижение выбросов.

Чтобы глобальное потепление не вышло за пределы  $2-2,4^\circ\text{C}$  необходимо, чтобы максимум выбросов располагался между 2000 и 2015 годами ( $2^\circ\text{C}$  — показатель, принятый ЕС и рядом других стран в качестве цели; предполагается, что адаптация к такому уровню потепления еще возможна при реалистичных усилиях и затратах). В действительности в 2007 году в мире наблюдался рекордный рост выбросов углекислого газа.

Мировая экономика обладает существенными резервами ограничения выбросов в ближайшие десятилетия, которые могут остановить рост общих выбросов или даже снизить их по сравнению с современным уровнем.

По данным некоторых исследований, существуют экономически выгодные варианты снижения воздействия на климат. Иными словами, финансовые выгоды от сокращения выбросов могут превзойти затраты на него, например за счет разработки новых технологий или сокращения потребления энергии.

Согласно оценкам, уже существующие в настоящее время экономически эффективные методы способны обеспечить снижение мировых выбросов на 6 гигатонн углеродного эквивалента к 2030 году. В настоящее время общий объем выбросов от сжигания ископаемого топлива составляет около 27 гигатонн углекислого газа в год.

Кроме того, существуют многочисленные свидетельства, с которыми согласны и большинство членов МГЭИК, что все уровни стабилизации в приведенной ниже таблице могут быть достигнуты на основе уже существующих технологий или тех, которые достигнут стадии коммерческого применения в ближайшие десятилетия, если для их развития будут созданы благоприятные условия.

### Положительные побочные эффекты снижения выбросов в ближайшем будущем

Мероприятия по снижению воздействия на климат могут иметь и другие существенные положительные последствия. Сокращение выбросов парниковых газов может привести к быстрому и значительному улучшению здоровья населения за счет снижения загрязнения воздуха, что может компенсировать значительную часть расходов. Повышение эффективности использования энергии и освоение возобновляемых источников энергии будут способствовать достижению целей устойчивого развития в целом.

## Сценарии стабилизации

Концентрация CO <sub>2</sub> при стабилизации <sup>1</sup>	Концентрация углеродного эквивалента при стабилизации <sup>2</sup>	Год максимума выбросов CO <sub>2</sub>	Изменение мировых выбросов CO <sub>2</sub> к 2050 г. (% от выбросов 2000 г.)	Среднемировое повышение температуры по сравнению с доиндустриальным уровнем, в равновесии	Среднемировое повышение уровня моря по сравнению с доиндустриальным уровнем, в равновесии, только за счет теплового расширения <sup>3</sup>	Число рассмотренных сценариев
мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	год	%	°C	м	
350 - 400	445 - 490	2000 - 2015	от -85 до -50	2,0 - 2,4	0,4 - 1,4	6
400 - 440	490 - 535	2000 - 2020	от -60 до -30	2,4 - 2,8	0,5 - 1,7	18
440 - 485	535 - 590	2010 - 2030	от -30 до +5	2,8 - 3,2	0,6 - 1,9	21
485 - 570	590 - 710	2020 - 2060	от +10 до +60	3,2 - 4,0	0,6 - 2,4	118
570 - 660	710 - 855	2050 - 2080	от +25 до +85	4,0 - 4,9	0,8 - 2,9	9
660 - 790	855 - 1130	2060 - 2090	от +90 до +140	4,9 - 6,1	1,0 - 3,7	5

Примечание: равновесная среднемировая температура отличается от среднемировой температуры в момент стабилизации концентрации парниковых газов из-за инерции климатической системы. В большинстве рассмотренных сценариев стабилизация концентраций парниковых газов наступает между 2100 и 2150 годами.

1 - концентрация углекислого газа в атмосфере составляла 379 мг/м<sup>3</sup> в 2005 г.

2 - оценка общей концентрации всех долгоживущих парниковых газов составляет около 455 мг/м<sup>3</sup> углеродного эквивалента (2005 г.), причем на долю всех антропогенных факторов парникового эффекта приходится около 375 мг/м<sup>3</sup> углеродного эквивалента.

3 - равновесный уровень моря отражает только вклад теплового расширения океана; при этом он не будет достигнут на протяжении многих столетий. Ожидается, что в долгосрочной перспективе на 1°C повышения температуры по сравнению с доиндустриальным уровнем приходится 0,2 - 0,6 м повышения уровня моря за счет теплового расширения.

## Способы снижения воздействия на климат сейчас и в ближайшем будущем

	Уже существующие способы	Способы, доступны в будущем*
<b>ТРАНСПОРТ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>гибридные и более эффективные автомобили</li> <li>более чистые дизельные двигатели</li> <li>биотопливо</li> <li>переход от автомобильного к железнодорожному и другому общественному транспорту</li> <li>перемещение на велосипедах и пешком</li> <li>планирование землепользования и транспортных схем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>биотопливо второго поколения</li> <li>более эффективные самолеты</li> <li>усовершенствованные электромобили и гибридные автомобили с более емкими и надежными батареями</li> </ul>
<b>ЗДАНИЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>более эффективная бытовая техника</li> <li>энергосберегающее освещение</li> <li>улучшение теплоизоляции</li> <li>использование дневного света</li> <li>пассивное и активное использование солнечной энергии</li> <li>альтернативные хладагенты</li> <li>улавливание и повторное использование фторсодержащих газов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>комплексное проектирование коммерческих зданий и их систем, включая автоматическое управление на основе датчиков</li> <li>интеграция солнечных батарей в здания</li> </ul>
<b>ПРОМЫ-ШЛЕННОСТЬ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>более эффективное оборудование</li> <li>регенерация тепловой и электрической энергии</li> <li>повторное использование и замещение материалов</li> <li>контроль прочих выбросов (помимо CO<sub>2</sub>)</li> <li>широкий спектр мер в зависимости от типа производства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>усовершенствованные методы повышения энергоэффективности</li> <li>улавливание и хранение углерода при производстве цемента, аммиака и в черной металлургии</li> <li>инертные электроды в производстве алюминия</li> </ul>
<b>СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>улучшение агротехники и методов управления пастбищами для усиления поглощения углерода почвой</li> <li>восстановление возделываемых торфяных почв и деградировавших земель</li> <li>совершенствование методов рисоводства, скотоводства и утилизации отходов для сокращения выбросов метана</li> <li>более эффективное использование азотных удобрений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>повышение урожайности культур</li> </ul>
<b>ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>облесение и лесовосстановление</li> <li>сокращение сведения лесов</li> <li>улучшение управления лесными ресурсами</li> <li>использование древесины в качестве биотоплива вместо ископаемого топлива</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>выведение новых пород деревьев с повышенными продуктивностью и потенциалом поглощения углерода</li> <li>совершенствование методов дистанционного зондирования для анализа потенциала поглощения углерода растительностью и почвами, а также картографирования изменений в землепользовании</li> </ul>
<b>ОТХОДЫ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>улавливание и использование метана на свалках</li> <li>сжигание отходов с регенерацией энергии</li> <li>компостирование органических отходов</li> <li>регулируемая очистка сточных вод</li> <li>использование вторичного сырья и минимизация образования отходов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>улавливание и использование метана на свалках</li> <li>сжигание отходов с регенерацией энергии</li> <li>компостирование органических отходов</li> <li>регулируемая очистка сточных вод</li> <li>использование вторичного сырья и минимизация образования отходов</li> </ul>

\* методы, которые, по прогнозам МГЭИК, достигнут стадии коммерческого применения до 2030 г.

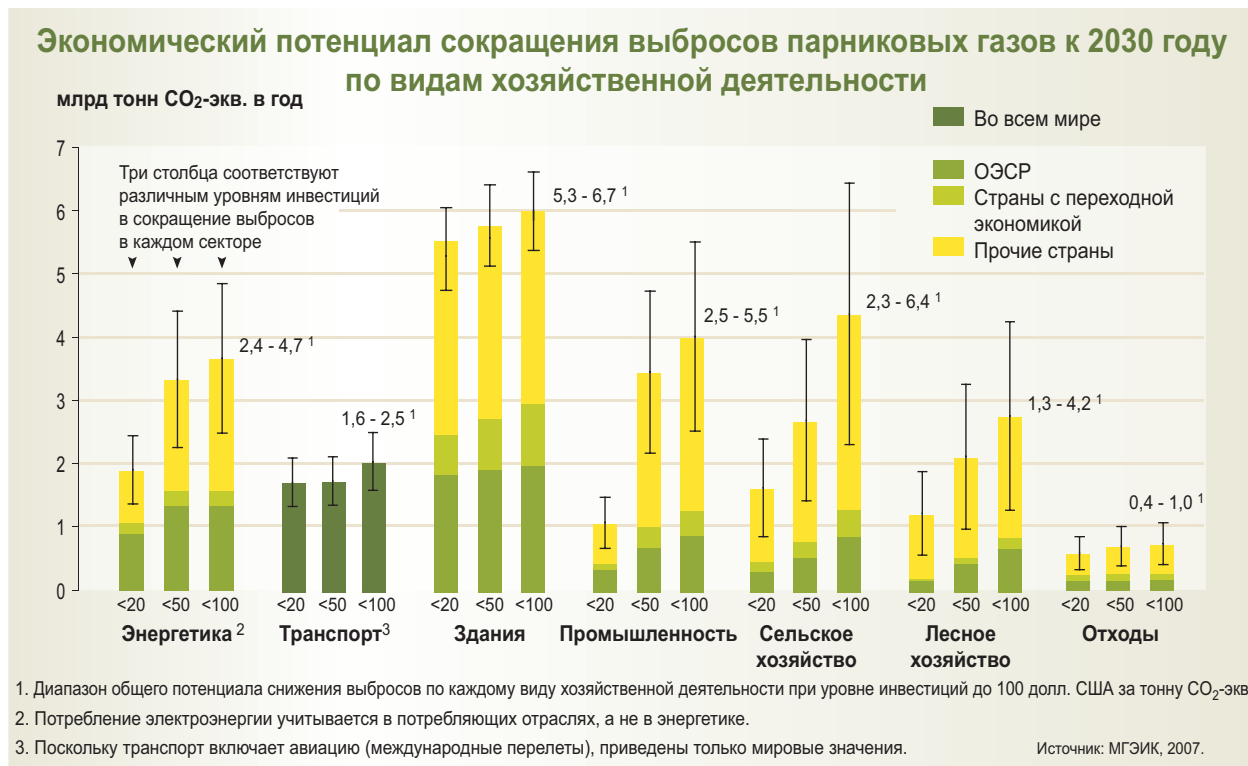
Например, в наименее развитых странах замена дров на солнечную энергию может снизить заболеваемость и смертность за счет улучшения качества воздуха в помещениях и снижения физических нагрузок для женщин и детей, выполняющих тяжелую работу по заготовке дров, а также сократить экологически нерациональное использование древесины в качестве топлива, которое ведет к уничтожению лесов.

### Роль политики и образа жизни

Политика введения в явном или неявном виде цен на выбросы парниковых газов могла бы в значительной степени стимулировать производителей и потребителей вкладывать средства в продукты, технологии и производственные процессы с пониженным уровнем выбросов. Эффективное использование этого стимула помогло бы реализовать значительный потенциал

сокращения выбросов во всех отраслях. Если к 2030 году мировые цены на выбросы составят 20–80 долларов США за тонну углеродного эквивалента, то, по данным моделирования, к 2100 году концентрация парниковых газов в атмосфере стабилизируется на уровне около 550 мг/м<sup>3</sup>. По данным других исследований, того же уровня стабилизации можно достичь и при более низких ценах — 5–65 долларов США за тонну углеродного эквивалента в 2030 году за счет совершенствования технологии.

Становится все более очевидно, что решения макроэкономического характера, например в области сельскохозяйственной политики, кредитов международных банков развития, страхования, реформы рынка электроэнергии, энергетической безопасности и охраны лесов, которые часто рассматриваются в





отрыве от политики в области климата, могут помочь значительно сократить выбросы. Аналогичным образом решения, не имеющие непосредственного отношения к климатической проблематике, способны повлиять и на способность к адаптации, и на степень уязвимости стран к изменению климата.

Ниже приводятся наиболее важные выводы об особенностях и возможностях различных политических инструментов.

- **Интеграция климатической политики в более широкую политику социально-экономического развития** облегчает реализацию обеих и способствует преодолению различных барьеров.
- **Нормативные акты и стандарты**, в целом, обеспечивают некоторую определенность относительно допустимых уровней выбросов. Они могут быть предпочтительным инструментом в условиях, когда информационные или другие барьеры не позволяют производителям и потребителям реагировать на инструменты ценового регулирования. Однако они не всегда способствуют появлению и внедрению более совершенных технологий.
- **Налоги и сборы** позволяют устанавливать цену на выбросы углекислого газа, однако не гарантируют определенного уровня выбросов. Они могут быть эффективным инструментом превращения связанных с выбросами потерь во внутренние издержки экономического субъекта — источника выбросов.
- **Торговля квотами** позволяет установить цену на выбросы углекислого газа. Общий объем разрешенных выбросов определяет величину воздействия на климат, а торговля квотами позволяет распределить этот объем. Колебания рыночных цен на квоты затрудняют оценку общих затрат на соблюдение установленного порога выбросов.
- **Финансовые стимулы** (субсидии и налоговые льготы) часто используются правительствами для поощрения разработки и внедрения новых технологий. Хотя эти методы, как правило, требуют больших затрат, чем перечисленные выше варианты, они часто оказываются более эффективными.
- **Добровольные соглашения** между бизнесом и правительствами являются политически привлекательным инструментом; они позволяют повысить осведомленность сторон и уже повлияли на формирование политики многих стран. Большинство добровольных соглашений

не привели к существенному дополнительному снижению выбросов по сравнению с обычной практикой ведения бизнеса. Однако отдельные соглашения, заключенные в последнее время в некоторых странах, ускорили внедрение новых технологий и привели к заметному сокращению выбросов.

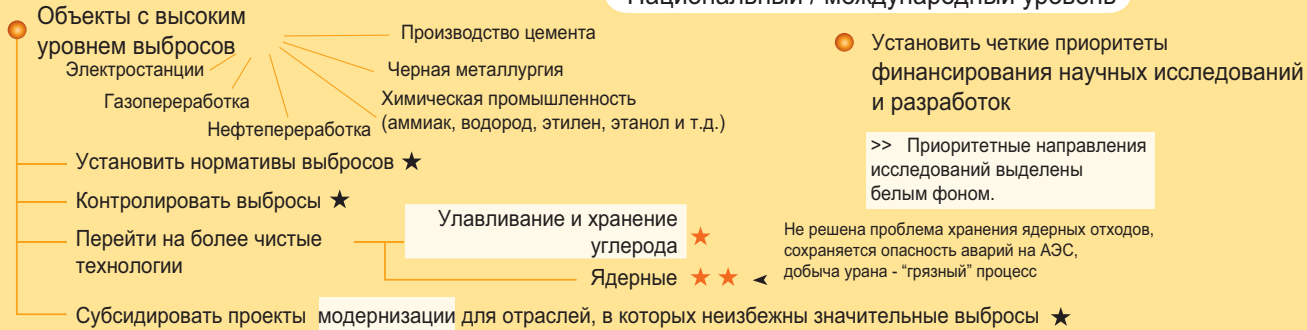
- **Информация** (например кампании по распространению знаний) может способствовать улучшению состояния окружающей среды, создавая условия для осознанного выбора и, возможно, способствуя изменению поведения, однако пока не существует данных о ее влиянии на уровень выбросов.
- **Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки и демонстрационные проекты** могут стимулировать развитие технологий, способствовать снижению затрат и стабилизации выбросов парниковых газов.

В качестве примеров интеграции климатических задач в общую политику социально-экономического развития для снижения воздействия на климат можно привести следующие:

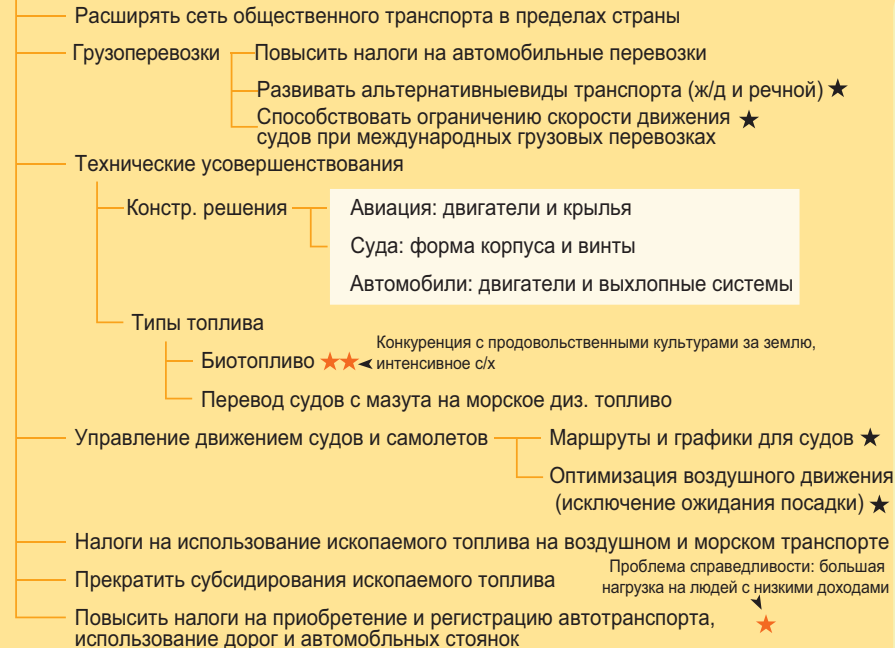
- изменение налогов и субсидий в целях содействия устойчивому развитию;
- программы мероприятий по снижению потребления электричества и потерь при передаче и распределении электроэнергии;
- диверсификация экономики стран, зависящих от импорта нефти, и снижение энергоемкости хозяйства;
- стимулирование экологической целесообразности при страховании зданий и перевозок;
- выбор стран и отраслевых приоритетов международными финансовыми организациями, а также механизмов финансирования проектов в целях снижения выбросов (например стимулирование проектов с низкой энергоемкостью).

Изменения в образе жизни и поведении могут существенно способствовать снижению воздействия на климат. Положительную роль могут сыграть и меры в области управления. В качестве примеров можно привести изменения в потреблении, образовании и подготовке кадров, изменение поведения потребителей жилищно-коммунальных услуг, регулирование спроса на транспорте, а также инструменты управления в промышленности.

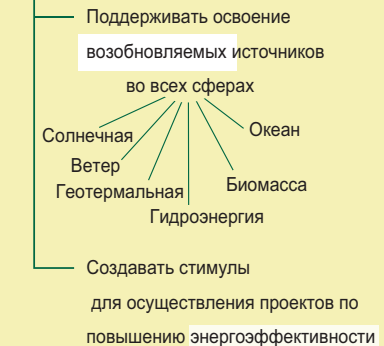
## Национальный / международный уровень



## Транспорт



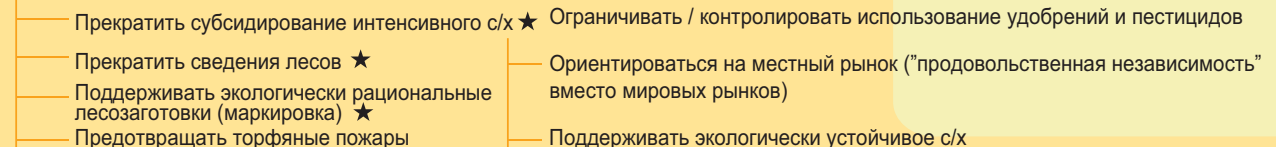
## Энергетика



Информационные / просветительские кампании

Оценка выбросов ПГ в общественном секторе и местных органах власти

## Сельское и лесное хозяйство



- Ратифицировать Киотский протокол и осуществлять его положения
  - > Принять обязательства по сокращению выбросов по странам
    - Выполнять принятых странами обязательства
  - Принимать участие в международных программах по сокращению выбросов (на транспорте, в промышленности и т.д.) ★
  - Компенсировать неизбежные выбросы ★
    - Высадка деревьев ("поглотители углерода") ★
    - Финансирование проектов в странах, не включенных в Приложение I, в рамках Механизма чистого развития

Потенциал поглощения углерода растительностью достигнет максимума в течение нескольких десятилетий

## Возможные направления политики

- ★ Спорные
- ★ Требующие международного сотрудничества

Короткие цепочки поставок в производстве, потреблении, управлении отходами...

Приоритет местных сетей и диверсификации источников энергии

Сочетание всех местных возможностей чистого производства энергии

## Местный / городской уровень

### Строительство

- Разработать критерии экологической устойчивости для зданий
- Субсидировать стр-во зданий с низким энергопотреблением
- Субсидировать теплоизоляцию существующих зданий
- Стимулировать использование местных и экологически безопасных материалов
- Создать общественные здания образцом для подражания

### Управление отходами

- Снизить объемы отходов
  - Поддерживать экопроектирование (легкость демонтажа и переработки)
  - Поддерживать кампании по приему использованной продукции
  - Организация сортировки и вторичной переработки отходов
- Производство энергии из отходов
  - Для отопления зданий
  - Для использования в промышленности

### Городское планирование

- Ограничить стихийное "расползание" городов
  - Субсидировать многоквартирное жилье в центрах городов
  - Субсидировать ремонт неиспользуемого или аварийного жилья в центрах городов
  - Ограничить спекуляции недвижимостью в центрах городов
    - Высокий налог на неиспользуемые помещения (особенно офисные)
    - Использовать преимущественные права города и (или) государства для приобретения земли и зданий в центре под многоквартирное жилье
  - Внести эту цель в официальные планы развития городов
- Контролировать и ограничить использование автомобилей в центрах городов
  - Создание пешеходных зон
  - Создание велосипедных дорожек и парков
  - "Перехватывающие" стоянки на окраинах, рядом с узловыми станциями общ. транспорта
  - Расширять тротуары, чтобы всем было удобно ими пользоваться (инвалидам, людям с колясками и т.п.)
- Децентрализовать и увеличить кол-во центров услуг (уменьшение потребности в поездках)
- **Общественный транспорт**
  - Расширить сеть общественного транспорта
  - Сделать надежность и точность движения (расписания, точное соблюдение графика)
  - Установить доступные цены (субсидии, снижение цен)
  - Сделать удобным для всех (инвалидов, людей с колясками и т.п.)

Источник: Эммануэль Бурнэ, ЮНЕП/ГРИД-Арендал, по материалам доклада "Смягчение изменения климата", Рабочая группа III, Четвертый оценочный доклад МГЭИК, 2007.



# Способы адаптации

Существует широкий спектр методов адаптации к изменению климата, однако для снижения уязвимости к изменению климата необходимы более активные усилия, чем те, что предпринимаются в настоящее время. Человек, другие биологические виды, компоненты окружающей среды и природные процессы – все подвержены неблагоприятному воздействию изменения климата, хотя и в существенно разной степени. Их уязвимость может усугубляться в результате воздействия других негативных факторов, например бедности, голода, глобализации, конфликтов и заболеваний (например ВИЧ/СПИД). Способность адаптироваться к последствиям потепления климата и, таким образом, повышать свою устойчивость по отношению к ним тесно связана с общим уровнем социально-экономического развития и неодинакова для различных обществ и различных групп внутри одного и того же общества. Однако даже общества с высоким потенциалом адаптации остаются чувствительны к изменениям, колебаниям и экстремальным проявлениям климата. Так, жара 2003 года вызвала существенное повышение уровня смертности в европейских городах (в особенности среди пожилых людей), а ураган «Катрина» в 2005 году привел к большим человеческим жертвам и экономическим потерям в США.

Хотя пока мало данных о выгодах и издержках адаптации в мировом масштабе, растет число исследований в этой сфере по отдельным регионам и проектам в конкретных отраслях, включая сельское хозяйство, использование энергии для отопления и охлаждения, управление водными ресурсами и инфраструктурой. Эти исследования показывают, что существуют недорогие или экономически эффективные варианты адаптации. Исследования также показывают, что заблаговременное принятие мер по адаптации может обойтись дешевле, чем реконструкция старой инфраструктуры по мере возникновения такой необходимости.

Ниже приведены примеры адаптации.

- **Водное хозяйство:** расширение практики сбора дождевой воды, создание запасов воды, повторное использование воды, опреснение, более эффективное водопользование, в том числе в орошении.
- **Сельское хозяйство:** изменение сроков посадок и сортов культур, перемещение культур в другие районы, более эффективное использование земельных ресурсов (например борьба с эрозией и защита почв посредством высадки деревьев).
- **Инфраструктура:** переселение жителей, строительство защитных дамб и заграждений для защиты от штормовых нагонов, укрепление дюн, создание искусственных водно-болотных угодий в качестве буферов для защиты от повышения уровня моря и наводнений.
- **Здоровье населения:** планы действий на случай экстремальной жары, организация служб экстренной медицинской помощи, совершенствование мониторинга и лечения заболеваний, связанных с климатическими факторами, обеспечение доступа к безопасной воде и улучшение санитарно-гигиенических условий.
- **Туризм:** диверсификация географии туризма и источников дохода, перенос горнолыжных трасс на большие высоты, производство искусственного снега.
- **Транспорт:** изменение и переоборудование маршрутов, проектирование автомобильных и железных дорог и оборудования с учетом изменения температуры и водного стока.
- **Энергетика:** укрепление передающих и распределительных сетей электропередач, использование подземных линий электропередач, повышение эффективности использования энергии и освоение возобновляемых источников энергии, снижение зависимости от определенного источника энергии.

# Потенциал международного и регионального сотрудничества

Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) и Киотский протокол к ней стали важными достижениями на пути решения проблем, которые ставит перед человечеством изменение климата. Основой борьбы с изменением климата в будущем могут служить выработка политики реагирования на изменение климата в мировом масштабе, внедрение разнообразных мер на уровне стран, формирование международного углеродного рынка и создание новых организационных механизмов. Однако чтобы повысить эффективность мер по снижению воздействия на климат, они должны быть нацелены на существенное сокращение выбросов, в частности в тех видах деятельности, которые вносят в них наибольший вклад в мировом масштабе.

Международное сотрудничество открывает много возможностей для сокращения мировых выбросов парниковых газов. Чтобы достичь успеха,

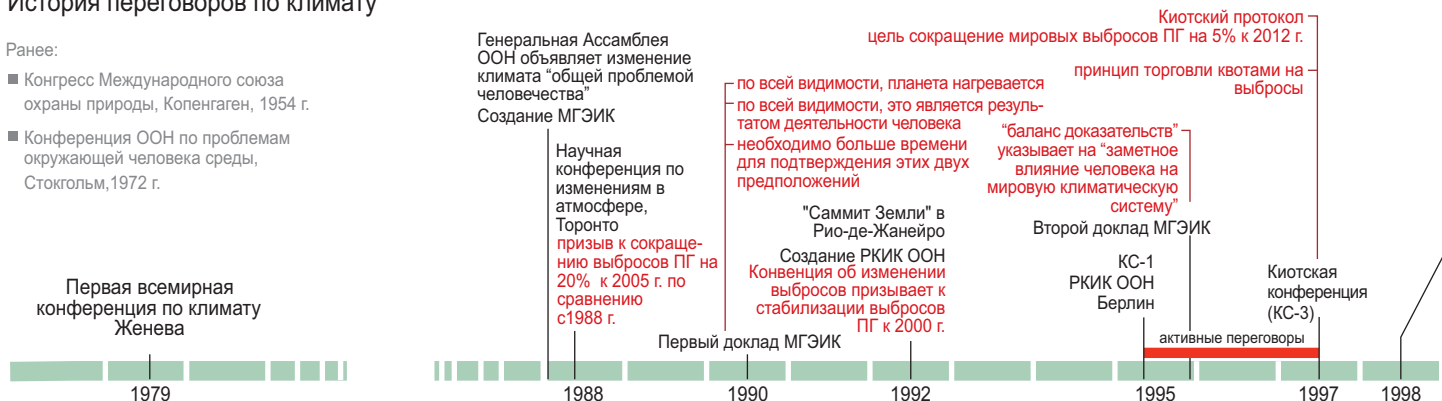
соглашения должны быть эффективными с экологической и экономической точек зрения, учитывать соображения справедливости и быть реалистичными.

Коллективные усилия по борьбе с изменением климата могут включать такие разнообразные элементы, как установление допустимых уровней выбросов; проведение мероприятий по отраслям, осуществление мер на местном и региональном уровнях; программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок и демонстрационных проектов; ведение согласованной политики; реализация мероприятий, ориентированных на социально-экономическое развитие; расширение использования финансовых инструментов. Эти элементы могут реализовываться в рамках комплексного подхода, однако количественное сравнение усилий различных стран является сложной и трудоемкой задачей.

## История переговоров по климату

Ранее:

- Конгресс Международного союза охраны природы, Копенгаген, 1954 г.
- Конференция ООН по проблемам окружающей человека среды, Стокгольм, 1972 г.



Источники: РКИК ООН, МГЭИК, Гринпис. Впервые опубликовано в: GRID-Arendal, Vital Climate Graphics, 2005.

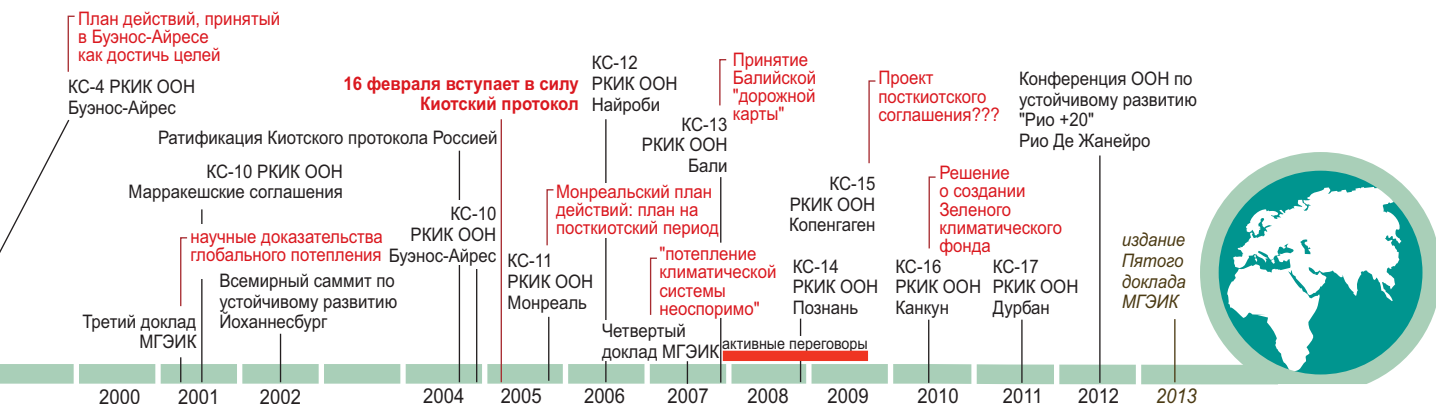
# Пределы адаптации и снижения воздействия на климат

Ожидается, что после стабилизации концентраций парниковых газов темпы роста среднемировой температуры будут замедляться в течение нескольких десятилетий. Однако незначительное увеличение температуры будет по-прежнему наблюдаться на протяжении столетий. Также будет продолжаться, постепенно замедляясь, повышение уровня моря в результате теплового расширения воды по мере того, как океаны будут поглощать тепло. Результатом будет гораздо большее повышение уровня моря, чем прогнозируется на XXI век. Предполагается, что даже если бы концентрации парниковых газов и аэрозолей стабилизировались на уровне 2000 года, одно лишь тепловое расширение привело бы к повышению уровня моря на 0,3–0,8 м.

Этот пример демонстрирует важность учета инерции как климатических, так и социально-эконо-

мических систем при планировании мероприятий по снижению темпов и масштабов изменения климата.

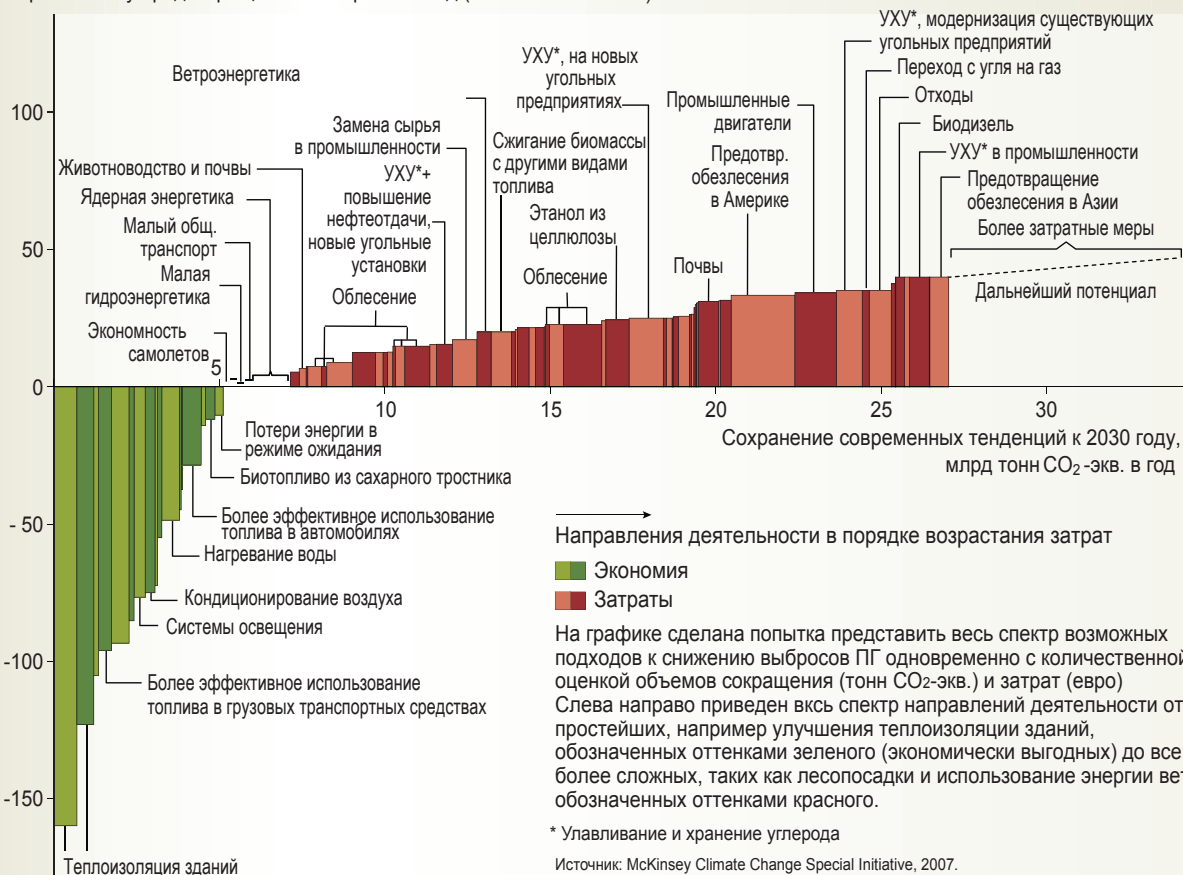
В некоторых случаях адаптация невозможна, например в отношении природных экосистем (утрат морских льдов в Арктике и жизнеспособность морских экосистем), исчезновения горных ледников, играющих важнейшую роль в формировании запасов воды, и повышения уровня моря на несколько метров. Во многих случаях весьма сложной или крайне затратной может оказаться адаптация к ожидаемым последствиям изменения климата за пределами ближайших десятилетий (например в устьях рек). МГЭИК пришла к выводу, что потенциал естественной адаптации многих экосистем может быть исчерпан уже в течение этого столетия. Кроме того, многочисленные барьеры и ограничения, препятствующие эффективной адаптации, существуют и со стороны общества.



# Затраты, связанные с последствиями изменения климата, снижением воздействия на него и уровнями стабилизации

## Основные направления деятельности по снижению воздействия на климат Кривая мировых затрат на сокращение выбросов парниковых газов

Затраты на снижение выбросов к 2030 году,  
евро за тонну предотвращенных выбросов в год (в CO<sub>2</sub>-эквиваленте)





Как правило, чем существеннее сокращение выбросов, тем больших затрат оно требует. Многие исследователи согласны с тем, что к 2050 году экономические последствия затрат на стабилизацию содержания парниковых газов на уровне 710-445 мг/м<sup>3</sup> углеродного эквивалента приведут к изменению мирового ВВП в диапазоне от его увеличения на 1 процент до снижения на 5,5 процентов. Последняя величина соответствует снижению среднего годового прироста мирового ВВП менее чем на 0,12 процентных пунктов, что значительно ниже годового колебания ВВП. Общие потери между 2000 и 2030 годами на достижение более амбициозной цели — стабилизации содержания парниковых газов в атмосфере в диапазоне от 445 до 535 мг/м<sup>3</sup> углеродного эквивалента — оценивают в общей сложности в 3 процента годового ВВП. Это примерно равно ожидаемой величине годового прироста ВВП. Если эти оценки верны, то к 2030 году деятельность по смягчению воздействия на климат замедлит мировое экономическое развитие на один год.

В результате повышения среднемировой температуры менее чем на 1–3°C по сравнению с уровнем 1980–1999 годов некоторые отрасли и регионы могут получить определенные экономические выгоды, тогда как другие понесут дополнительные затраты. Средний мировой ущерб от последствий потепления на 4°C может составить 1–5 процентов ВВП, однако для отдельных регионов эта величина может оказаться значительно выше. «Социальная цена» выбросов диоксида углерода отражает суммарный мировой экономический ущерб в результате изменения климата. Согласно оценкам, в 2005 году эта цена составила 12 долларов США за тонну углекислого газа, и с течением времени она будет увеличиваться. Поскольку эти оценки не учитывают воздействий, не поддающихся количественному выражению, они могут не отражать полной величины реального ущерба.

Сопоставление затрат на мероприятия по смягчению воздействия на климат с ожидаемыми выгодами (т.е. предотвращенным ущербом) пока не позволяет определить уровни стабилизации, при которых экономические выгоды превысят затраты.

# Устойчивое развитие, охрана окружающей среды и изменение климата

Изменение климата может неблагоприятно сказаться на потенциале государств в области устойчивого развития. «Весьма вероятно», что изменение климата замедлит продвижение к устойчивому развитию как непосредственно, за счет усиления неблагоприятных воздействий, так и опосредованно, за счет снижения потенциала адаптации. В ближайшие пятьдесят лет изменение климата может затруднить достижение «Целей развития тысячелетия». Изменение климата будет взаимодействовать на всех уровнях с проявлениями других глобальных проблем в сфере окружающей среды и природных ресурсов, включая загрязнение воды, воздуха и почв, факторы, угрожающие здоровью людей, риск чрезвычайных ситуаций и сведение лесов. При отсутствии комплексных мер по снижению воздействия на климат и адаптации к его изменению негативные последствия всех этих процессов могут в будущем взаимно усиливать друг друга.

С другой стороны, деятельность по уменьшению воздействия на климат может также способствовать решению задач устойчивого развития, усиливая положительные эффекты в различных областях. Например, повышение эффективности использова-

ния энергии и освоение возобновляемых источников энергии может укрепить энергетическую безопасность, одновременно снижая масштабы загрязнения на местном уровне. Сокращение масштабов сведения лесов оказывает благоприятное воздействие на биоразнообразие. Мероприятия по облесению могут способствовать восстановлению нарушенных земель и регулированию поверхностного стока, что благоприятно скажется на экономике сельских районов (если эти земельные ресурсы не используются для производства продовольствия).

Аналогичным образом методы, используемые для достижения устойчивого развития, способны укрепить способность к адаптации и снижению воздействия на климат, а также снизить уязвимость по отношению к его последствиям.

# Последствия и опасности изменения климата в долгосрочной перспективе

Этот раздел посвящен краткому обзору основных проблем, связанных с изменением климата, а также сопоставлению новых научных данных с уровнем знаний, отраженным в Третьем аналитическом докладе (2001 г.), авторы которого сформулировали пять основных «причин для беспокойства» в долгосрочной перспективе.

Согласно Четвертому аналитическому докладу, эти «причины» серьезнее, чем считалось раньше. Было уточнено действие многих опасных факторов; при этом оказалось, что некоторые неблагоприятные явления будут проявиться сильнее, чем предполагалось, или возникнут при меньшем повышении температуры. Кроме того, улучшилось понимание взаимосвязи между последствиями изменения климата (лежащими в основе «причин для беспокойства») и чувствительностью к ним, которая, в частности, включает (не)способность адаптироваться к определенным воздействиям. Это стало возможным, поскольку были более точно определены условия, при которых системы и регионы становятся особенно уязвимыми, а также появились новые подтверждения того, что существует опасность крупномасштабных последствий изменения климата, которые будут действовать в течение нескольких веков.

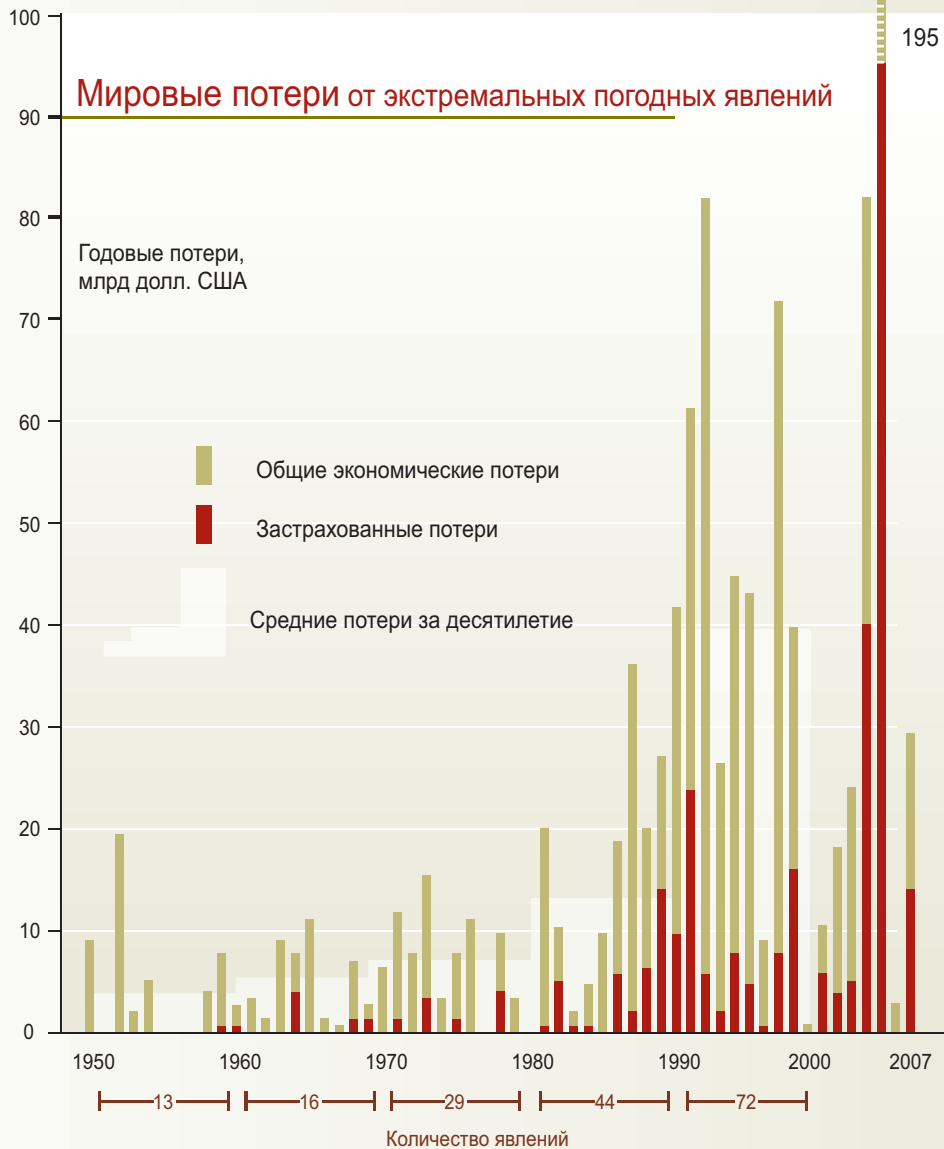
**Опасность для уникальных и находящихся под угрозой исчезновения систем.** Получены новые и более убедительные свидетельства воздействия изменения климата на уникальные и уязвимые

системы (например экосистемы и сообщества приполярных и горных районов), а также усиления его воздействия по мере роста температуры. По сравнению с Третьим аналитическим докладом с большей степенью достоверности прогнозируется увеличение риска исчезновения видов и ущерба коралловым рифам в результате продолжающегося потепления.

**Опасность экстремальных погодных явлений.** Последствия некоторых экстремальных погодных явлений в последние годы показывают, что как развивающиеся, так и развитые страны более уязвимы по отношению к этим явлениям, чем предполагалось в Третьем аналитическом докладе. Возросла уверенность в том, что частота засух, периодов экстремальной жары и наводнений в будущем увеличится.

**Географическое распределение последствий и уязвимых регионов.** В этом отношении существуют ярко выраженные различия между регионами, причем во многих случаях регионы, находящиеся в наиболее трудном экономическом положении, наиболее уязвимы к изменению климата и связанному с ним ущербу, особенно при одновременном влиянии нескольких неблагоприятных факторов. Становится все очевиднее, что последствия изменения климата наиболее опасны для определенных групп населения (например бедных и пожилых людей), не только в развивающихся, но и в развитых странах.

## Мировые потери от экстремальных погодных явлений



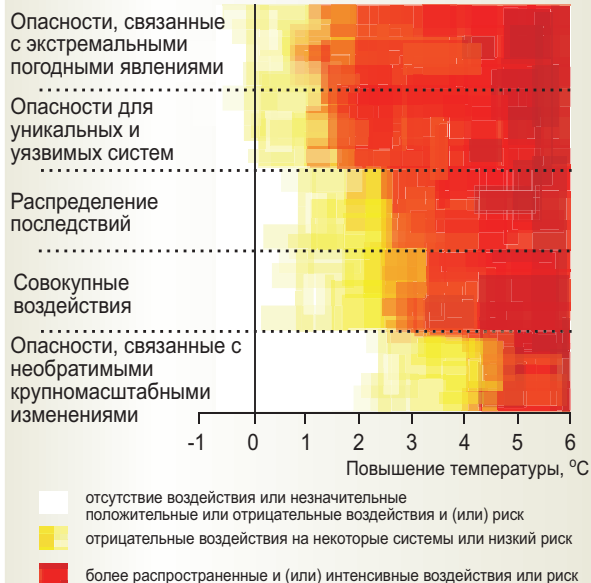
Источник: Munich Re, Geo Risks Research, NatCatSERVICE, 2008

Сегодня прогнозы региональных особенностей изменения климата и соответствующих региональных последствий могут быть сделаны с большей степенью достоверности, что позволяет точнее выявить особенно уязвимые системы, отрасли и регионы. При этом можно с большей уверенностью утверждать, что последствия изменения климата, в целом, наиболее сильно скажутся на расположенных в низких широтах и менее развитых территориях, например засушливых районах и больших дельтах. Новейшие исследования подтверждают, что Африка – один из наиболее уязвимых континентов вследствие широкого диапазона ожидаемых воздействий, многочисленных факторов неблагоприятного воздействия на окружающую среду и низкой способности к адаптации. Ожидаются значительные неблагоприятные последствия, связанные с повышением уровня моря, в особенности в крупных дельтах рек в Азии и на малых островах в океанах.

**Совокупные воздействия.** Сегодня считается, что максимум первоначальной экономической прибыли от изменения климата будет достигнут при более низкой температуре и, следовательно, раньше, чем предполагалось при подготовке Третьего аналитического доклада. Однако количественные показатели последствий изменения климата нельзя ограничить экономическими оценками: в течение следующего столетия изменение климата может оказать неблагоприятное воздействие на сотни миллионов людей в результате затопления прибрежных районов, сокращения водных ресурсов, недоедания и ухудшения здоровья людей.

**Вероятность необратимых крупномасштабных изменений.** Внезапное изменение характера океанической циркуляции в течение ближайших ста лет представляется крайне маловероятным. Глобальное потепление в течение многих веков приведет к повышению уровня моря, причем только за счет теплового расширения воды оно будет значительно существеннее, чем повышение

## Причины для беспокойства относительно последствий изменения климата в будущем



Источник: МГЭИК, 2001.

на протяжении XX века. Результатом будет утрата прибрежных районов со всеми вытекающими последствиями. Ученые пришли к выводу, что таяние гренландского и, возможно, антарктического ледяных щитов может повлиять на повышение уровня моря сильнее, чем ожидалось по результатам моделирования; этот эффект может наблюдаться в масштабе столетий. Это связано с тем, что данные последних наблюдений, не полностью отраженные в моделях, использованных при подготовке Четвертого аналитического доклада, позволяют предположить, что потеря льдов может происходить более быстрыми темпами, чем считалось до сих пор.

# Список сокращений

<b>АДЗ</b>	Третий аналитический доклад МГЭИК, опубликованный в 2001 г.
<b>АД4</b>	Четвертый аналитический доклад МГЭИК, опубликованный в 2007 г.
<b>Углеродный эквивалент (CO<sub>2</sub>-эквивалент)</b>	эквивалент диоксида углерода, используемый в качестве единицы измерения количества выбросов (как правило, в гт CO <sub>2</sub> -экв.) или концентрации парниковых газов (как правило, в мг/м <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> -экв.)
<b>гт</b>	гигатонна, один миллиард (тысяча миллионов или 10 <sup>9</sup> ) тонн
<b>ПГ</b>	парниковые газы. Шесть газов или групп газов, на которые распространяются положения Киотского протокола; включают углекислый газ (CO <sub>2</sub> ), метан (CH <sub>4</sub> ), закись азота (N <sub>2</sub> O), гексафторид серы (SF <sub>6</sub> ), ГФУ (гидрофторуглероды) и ПФУ (перфторуглероды)
<b>гт CO<sub>2</sub></b>	гигатонн диоксида углерода
<b>ПГП</b>	потенциал глобального потепления: показатель, отражающий способность определенного парникового газа к поглощению теплового излучения с учетом времени жизни этого газа в атмосфере
<b>МГЭИК</b>	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
<b>мг/м<sup>3</sup></b>	частей на миллион (единица измерения концентрации ПГ в атмосфере)
<b>РКИК ООН</b>	Рамочная конвенция ООН об изменении климата; см. <a href="http://www.unfccc.int">www.unfccc.int</a>

# Словарь

## **Антропогенный**

Вызванный деятельностью человека (в отличие от естественных процессов).

## **Аэрозоль**

Совокупность мелких твердых или жидких частиц природного или антропогенного происхождения, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе и способных влиять на климат различными способами.

## **Меридиональная циркуляция**

Крупномасштабное движение океанских вод в направлении «север — юг». В Северной Атлантике такая циркуляция переносит относительно теплые поверхностные воды на север, а относительно холодные глубинные воды — на юг. Теплое течение Гольфстрим является частью этой Атлантической циркуляции.

## **Обратная связь**

Взаимодействие между процессами в климатической системе, при котором первый процесс приводит к изменениям во втором процессе, которые, в свою очередь, влияют на исходный процесс. Положительная обратная связь приводит к усилению исходного процесса, а отрицательная — к снижению его интенсивности.

## **Потенциал снижения воздействия на климат**

Степень снижения воздействия на климат, которая может быть достигнута в принципе, но пока не достигнута на практике. Рыночный потенциал связан с затратами частных экономических субъектов; экономический потенциал учитывает социальные факторы; технологический потенциал представляет собой степень снижения воздействия, которая может быть достигнута при помощи технологий или процессов, уже продемонстрированных на практике.

## **Радиационное воздействие**

Изменение (по сравнению с 1750 г. — условным началом

индустриальной эры) разницы между количеством тепловой энергии, поступающей в атмосферу и покидающей ее. Положительная величина воздействия («радиационный прогрев») ведет к потеплению климата, отрицательная — к похолоданию.

## **Сингулярность**

Нечто, происходящее однократно, существующее в единственном числе, уникальное, необычное.

## **Сценарий**

Правдоподобное и во многих случаях упрощенное описание возможного будущего, основанное на ряде взаимно согласованных предположений; система рабочих гипотез относительно возможного развития общества и его значения для климата.

## **Углеродный цикл**

Круговорот углерода в природе, охватывающий атмосферу, океаны, сушу и горные породы.

## **Углеродный эквивалент**

Способ приведения величин воздействия всех ПГ на климат к сопоставимому виду. Поскольку разные газы имеют неодинаковую способность к поглощению теплового излучения и неодинаковое время жизни в атмосфере, воздействие каждого газа выражается через количество углекислого газа, оказывающего на климат такое же влияние.

## **Улавливание и хранение углерода**

Технология улавливания выбросов углекислого газа с их последующим хранением в геологических формациях на суше или под морским дном.

## **F-газы**

Три из шести парниковых газов (групп газов), на которые распространяется действие Киотского протокола: гидрофторуглероды, перфторуглероды и гексафторид серы.

[www.unep.org](http://www.unep.org)

United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30552 - 00100 Nairobi, Kenya  
Tel.: +254 20 762 1234  
Fax: +254 20 762 3927  
e-mail: [unep@unep.org](mailto:unep@unep.org)  
[www.unep.org](http://www.unep.org)



ISBN: 978-2-940490-07-3

