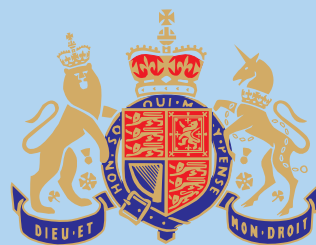




*for a living planet®*



## Экономика изменения климата



Обзор доклада  
Николаса Стерна



## **The Economics of Climate Change. The Stern Review. Nicholas Stern. Cabinet Office – HM Treasury, 2006, UK.**

Доклад был подготовлен в 2005–2006 гг. международным коллективом авторов под руководством сэра Николаса Стерна – главы государственной экономической службы и советника правительства Великобритании по экономике и развитию. Это было сделано по поручению министра финансов Великобритании для последующего представления премьер-министру. Целью работы было с экономической точки зрения оценить имеющиеся факты, понять, какие финансово-экономические последствия влечет за собой изменение климата. В докладе исследуются экономические аспекты стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на относительно безопасном уровне, который позволил бы избежать наиболее трагичных и дорогостоящих последствий. Доклад предназначен прежде всего для экономистов и лиц, принимающих решения, в частности в Великобритании.

Полный текст доклада на английском языке имеется на сайте <http://www.sternreview.org.uk> (в электронной форме распространяется бесплатно).

В предисловии имеется полный список ученых и специалистов, различных организаций, принимавших участие в подготовке доклада.

В виде книги Доклад имеется на английском языке. Запросы на его получение отправлять на адрес Cambridge University Press через сайт <http://www.cambridge.org/9780521700801> или по факсу +44 (0)1223 315052 или по следующему почтовому адресу: Science Marketing, Freepost, Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge, CB2, Великобритания. Стоимость £29.99 + £3.50 на почтовые расходы.

ISBN 0–521–70080–9

Адрес для контактов с коллективом авторов: [stern.review@hm-treasury.gov.uk](mailto:stern.review@hm-treasury.gov.uk), телефон +44 (0) 20 7270 6280.

## **Обзор доклада Николаса Стерна «Экономика изменения климата» / Кокорин А. О., Кураев С. Н. WWF, GOF. – М.: WWF России, 2007. – 50 с.**

Доклад Николаса Стерна – очень объемный научный труд, ориентированный на достаточно подготовленного читателя, прежде всего на британскую финансово-экономическую аудиторию. Доклад содержит резюме, переведенное, в частности, на русский язык. Однако данное резюме, конечно, не выделяет вопросы, особенно затрагивающие Россию, в нем не дается базовой информации, важной для более широкой аудитории. Целью данного обзора была популяризация доклада со специальным акцентом на вопросы, более всего интересующие российского читателя. По этой причине в обзор добавлена вспомогательная базовая информация об изменении климата, в частности в России, данные о воздействиях изменения климата в северных широтах, об особенностях реализации в России Киотского протокола и т. п. Такая информация содержит ссылки на последние публикации, (даны сноски на примечания, имеющиеся в конце издания). Во всех иных случаях источником данных является доклад Николаса Стерна.

Данный обзор был подготовлен в начале 2007 года А. О. Кокориным, Всемирный фонд дикой природы (WWF) и С. Н. Кураевым («Защита природы») в рамках образовательно-аналитического проекта WWF России по экономическим аспектам снижения выбросов парниковых газов и развитию энергетики, который выполняется при поддержке британского Фонда глобальных возможностей (Global Opportunity Fund).

Рецензент – М. А. Юлкин (Camco International).

Для получения обзора можно обращаться в WWF России.

Электронная версия имеется на сайтах WWF России [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru) и Посольства Великобритании [www.britaininrussia.ru](http://www.britaininrussia.ru).

Распространяется бесплатно

Дизайн и компьютерная верстка: студия Artcodex

© WWF России, 2007

## Содержание

Предисловие. Россия – страна особенная . . . . .	4
Аннотированный обзор содержания Доклада . . . . .	6
1. Научные данные об изменении климата . . . . .	11
2. Воздействие изменений климата на биоту, экономику и человека в настоящее время и в ближайшем будущем . . . . .	16
3. Моделирование и прогноз изменений климата . . . . .	21
4. Долгосрочное воздействие изменения климата . . . . .	28
5. Адаптация к изменению климата . . . . .	31
6. Что делать? Снижать выбросы. Цена сокращений . . . . .	33
7. Возможности сопряженных выгод снижения выбросов . . . . .	37
8. Как справедливо поделить груз перемен? . . . . .	39
9. Международные усилия по предотвращению изменений климата . . . . .	41
Основные выводы . . . . .	47
Примечания . . . . .	49

## Предисловие.

### Россия – страна особенная

С конца 1980-х годов во всем мире нарастает обеспокоенность происходящими климатическими изменениями. В России еще не обеспокоились, мол, ничего особенного не происходит, все в пределах обычной variability климата, так всегда было, всегда будет.

В начале 1990-х годов во всем мире говорят, что уж больно скорости происходящих изменений велики. В России отвечают: мы просто мало знаем. Такие скорости наверняка и раньше были, просто пока доказательств не найдено, но скоро найдем.

В середине 1990-х годов во всем мире говорят: климатические изменения происходят не без воздействия антропогенных факторов, надо сократить давление цивилизации на биосферу. А в России отвечают: да ничего, во-первых, еще неясно, что именно в этой климатической системе творится, а во-вторых, что бы ни творилось, человек ни при чем, все происходит в силу естественных причин. Мал и слаб этот человек, чтобы его шевеления могли воздействовать на климатическую систему. И тут же по какому-нибудь другому поводу клянутся именем В. И. Вернадского, который о воздействии человека на планетарные процессы говорил прямо противоположное.

В конце 1990-х годов во всем мире пытаются подсчитать, какие убытки придется понести из-за климатических изменений. А в России не беспокоятся: у нас – холодная страна, потепление нам только на руку. Шубы будут не нужны, на отоплении сэкономим. А то, что мерзлота растает и вся возведенная на ней инфраструктура, предприятия, жилая застройка поползут – так это еще бабушка надвое сказала.

В начале первого десятилетия нового века во всем мире считают ущерб от стихийных бедствий. Наводнения, засухи, ураганы, торнадо... Небывалая жара сменяется непривычными морозами... В России вспоминают Александра Сергеевича: «Снег выпал только в январе, на третье в ночь». Вот видите! И раньше бывало всякое... А частота и сила всевозможных аномалий? Да ничего подобного, нет статистики, отвечают, которая подтверждала бы это. А собственное МЧС, климатом пока не занимающееся, тем временем свидетельствует: стихийных бедствий за 10 лет вдвое больше стало... Но гоголевский голова, который слышал только то, что хотел, недаром прописан в великой русской литературе. Уточним: не слышал, а откликнулся только на то, на что считал нужным откликнуться.

Середина первого десятилетия. Оказывается, 90% климатических изменений обусловлены антропогенным фактором. Ну, вот видите! А десять-то процентов – все-таки природного происхождения! Убийственный аргумент. Но Киотский протокол, слава богу, ратифицировали. Небескорыстно, разумеется. Не климата ради, а скорее, во имя вступления в ВТО. Но по крайней мере согласились с тем, что если и есть где-то какая-то мина, то это не Киотский протокол, а сами климатические изменения.

Надо подчеркнуть: все, что здесь сказано обо всем мире, в полной мере относится и к США. Да, эта страна дистанцировалась от Киотского процесса, но из-за экономических соображений, политических амбиций, национального эгоизма и пр. А что касается самих изменений климата, воздействий человека на климатическую систему, необходимости сокращать выбросы парниковых газов, выращивать леса и т. п. – то против всего этого никто из вменяемых американцев и не пытался возражать (см. Национальные сообщения США по климату и прочие официальные источники)<sup>1</sup>.

Пора и в России всем, а не только экологической общественности (как тонок в нашей стране этот слой!), понять: то, что плохо для мира, плохо и для России. Не выдержит и без того задыхающаяся в антропогенных объятиях биосфера сверхбыстрых изменений! В прошлые эпохи перемен биота вступала вполне здоровой, не чета нынешней, катастрофически теряющей биоразнообразие. И коснется это прежде всего тех, кто живет в регионах с наиболее быстро меняющимся климатом. Эти регионы – приполярные области и умеренный пояс. Наши места. И не только в потеплении дело: климатическая система разбалансирована. Средняя глобальная приповерхностная температура идет вверх, а отклонения от нее тоже растут – по абсолютной величине, заметьте. И стихийные бедствия – в той же копилке. И, в конце концов, специально для любителей рассуждать о неопределенности, о недостаточности наших знаний и т. п.: о риске надо думать в условиях неопределенности! А этот риск – такой же, как от глобальной термоядерной войны. Критики Киотского протокола все еще задают вопрос: как можно говорить о стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на безопасном для климатической системы уровне (так определена цель Рамочной конвенции об изменении климата), когда неизвестно, каков этот уровень? А как можно лечить рак (пусть

даже отнюдь не в 100% случаев), коли не известно толком, отчего он происходит? Может быть, и лечение онкологических больных прекратим до той поры, когда все будет ясно с этим злокачественным заболеванием?

Уважаемые российские дамы и господа, глобальные климатические изменения – симптом злокачественного заболевания биосферы. И лечить его надо всем миром, ответственно и самоотверженно. Пока не поздно. И понять это вам поможет предлагаемый обзор труда Николаса Стерна и большого коллектива ученых и специалистов из разных стран, включая и Россию.

Сэр Николас Стерн – руководитель Правительственной экономической службы, советник Правительства Великобритании по экономике изменения климата 30 октября 2006 года представил премьер-

министру и министру финансов Объединенного Королевства обширный доклад по экономическим последствиям изменения климата и экономическим аспектам борьбы с этим явлением. Настоящее издание содержит изложение важнейших результатов этого фундаментального исследования. При этом авторы обзора постарались отразить в работе и некоторые специфические особенности экономики изменения климата в Российской Федерации.

В. И. Данилов-Данильян, член-корреспондент РАН, Директор Института водных проблем РАН;

А. А. Голуб, доктор экономических наук, главный экономист экологической организации «Защита природы», профессор Высшей школы экономики.



## Аннотированный обзор содержания Доклада

### ЧАСТЬ I. Подход к проблеме изменения климата

**Глава 1. Наука об изменении климата: масштаб природоохранной проблемы.** Последние научные данные неопровержимо доказывают, что доминирующей причиной климатических изменений является антропогенное усиление парникового эффекта. Главный вывод: изменение климата – очень серьезная проблема, знания о его причинах – достоверны. Имеется риск сильных и резких изменений, к 2050 году глобальное потепление может возрасти до 2–5°C. Рассматриваются обратные связи, способные в XXI веке усилить эффект на 1–2°C. Особую тревогу вызывают массовые засухи и недостаток пресной воды; разрушение ледниковых щитов Гренландии и Антарктиды, ведущее к сильному подъему уровня моря.

**Глава 2. Экономические и этические аспекты проблемы изменения климата.** Воздействие изменения климата глобально, долгосрочно и сопряжено с большими рисками и неопределенностями. Изменение климата воздействует на мировые рынки через широкий спектр факторов, включая и политические. Проблема прямо связана с качеством и даже ценой жизни людей, равноправием и справедливым распределением ущерба. Эти этические категории охватывают наши отношения со следующим и будущими поколениями. Тяжесть последствий и анализ кратко- и долгосрочных затрат показывают, что нужны срочные и жесткие меры по снижению выбросов парниковых газов, а также меры по адаптации к тому, чего избежать уже нельзя.

### ЧАСТЬ II. Воздействие изменения климата на экономический рост и развитие

**Глава 3. Как изменение климата воздействует на жизнь людей на планете.** Изменение климата существенно воздействует на жизнь людей на планете. Оно является определяющим фактором в таких жизненно важных элементах человеческого благополучия, как доступ к водным ресурсам и продуктам питания, здоровье, качество окружающей среды, землепользование. При сохранении современных тенденций в течение последующих 50 лет средняя глобальная температура воздуха может возрасти на 2–3°C. Это приведет к серьезным социально-экономическим последствиям в планетарном масштабе. Сокращение урожайности зерновых культур приведет к недостаточному снабжению продовольствием миллионов людей, в первую очередь в африканских странах. Повышение уровня Мирового океана при росте температуры на 3–4°C при-

ведет к затоплению прибрежных районов, в которых проживают десятки и сотни миллионов людей. Серьезному воздействию подвергнется здоровье людей как за счет непосредственного влияния повышения температуры, так и за счет расширения зон риска заболевания инфекционными болезнями – малярией, лихорадкой Денге и др. Особенно уязвимыми с точки зрения изменения климата являются естественные экосистемы. При повышении температуры на 2°C от 15% до 40% видов будут находиться под угрозой исчезновения. Социально-экономические и экологические последствия изменения климата будут носить ярко выраженный региональный характер, что может вызывать конфликты из-за доступа к водным и продовольственным ресурсам, а также из-за пригодных для жизни земель.

**Глава 4. Воздействие изменения климата на развитие.** Рассмотрены проблемы развивающихся стран, связанные с изменением климата. Показано, что беднейшие страны наиболее уязвимы и несут ущерб уже сейчас. Для ряда стран потери от катастрофических явлений, связанных с климатом, скоро могут достичь 5% ВВП, а к концу века – 15–20%. Главные проблемы относятся к сельскому хозяйству и здоровью населения, особенно в условиях значительного роста его численности. В ближайшие десятилетия негативное воздействие изменения климата неизбежно. Наиболее уязвимым странам требуется помощь в адаптации. Но стратегически только значительное и своевременное снижение глобальных выбросов парниковых газов сможет решить проблему.

**Глава 5. Ущерб от изменения климата в развитых странах.** При глобальном потеплении на 2–3°C в ряде северных стран могут наблюдаться позитивные эффекты, однако при большем потеплении результат будет полностью негативным. Возрастет ущерб от опасных погодных явлений – штормов, ураганов, наводнений и засух. К середине века он может составить 0,5–1% ВВП. США будут сильно страдать от тайфунов, Европа – от наводнений и волн жары. Для России большое значение будет иметь таяние вечной мерзлоты. Изменение климата окажет влияние на финансовые рынки. Усилится миграция населения из южных стран и региональные конфликты.

**Глава 6. Экономическое моделирование воздействия изменения климата.** Ущерб от изменения климата разделяется на три составляющих: рыночные воздействия, внерыночные воздействия и социальные катастрофы. Все они учтены в моде-

ли PAGE2002 при двух климатических сценариях: изменение климата без мер по снижению выбросов и еще более жаркий климат, ухудшенный откликом биосферы на потепление. Только рыночная составляющая дает потерю 5% мирового ВВП. Учет вне-рыночных воздействий повышает оценку до 11% и даже 14%, если реализуется вариант «ухудшенного» климата. С учетом региональных различий для наиболее бедных стран потери возрастают до одной четверти их ВВП. В целом к концу века ВВП на душу населения может упасть на 20% от сегодняшнего уровня (размах оценок 5–20%).

### ЧАСТЬ III. Экономика стабилизации

**Глава 7. Прогнозы роста выбросов парниковых газов.** Выбросы и быстрый рост концентрации парниковых газов в атмосфере в основном обусловлены сжиганием ископаемого топлива и сведением лесов. С одной стороны, рост выбросов будет наблюдаться в основном в развивающихся странах. С другой стороны, начиная с определенного уровня развития экономики, нет прямой связи между выбросами парниковых газов и уровнем жизни. Без мер по снижению выбросов усиление парникового эффекта уже через несколько десятилетий приведет к большому ущербу. Использование ископаемого топлива станет возможным только при улавливании и захоронении образующегося  $\text{CO}_2$ .

**Глава 8. Проблема стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере.** Стабилизация не может быть достигнута без глобальных усилий по снижению выбросов. К 2050 году глобальные выбросы должны быть на 25–70% ниже современного уровня (в зависимости от уровня стабилизации). Для каждого уровня рассчитаны допустимые объемы выбросов и их временной график. Постепенное и заблаговременное снижение выбросов гораздо менее болезненно для мировой экономики, чем резкое вынужденное снижение. Поскольку энергетике нужно время на перевооружение и изменение структуры источников, то действовать надо начинать немедленно.

**Глава 9. Стоимость мер по снижению выбросов.** Стоимость мер по снижению выбросов парниковых газов включает в себя: 1) расходы по разработке и внедрению высокоэффективных технологий, позволяющих снижать эмиссии; 2) затраты потребителей на переход с товаров и услуг, при изготовлении которых использовались процессы с высоким уровнем выбросов парниковых газов, на низкоэмиссионную продукцию. Для стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на уровне 550 ppm  $\text{CO}_2$ -эквивалента надо к 2050 году снизить выбросы на 75% от сегодняшнего уровня. Цена такого снижения лежит в диапазоне от –1% (рост ВВП) до +3,5% (снижение ВВП) мирового ВВП ежегодно. Средняя оценка затрат равна 1%. Столь

широкий диапазон цены вызван высокой степенью неопределенности в сфере развития инновационных низкоуглеродных технологий, а также цен на углеводороды.

**Глава 10. Макроэкономические модели для расчета стоимости.** Для определения масштаба затрат на сокращение выбросов парниковых газов на те или иные величины используются макроэкономические модели. В зависимости от уровня сокращения выбросов данные модели демонстрируют воздействие мер по сокращению на мировой ВВП в 2050 году в диапазоне от –2% (рост ВВП) до +5% (снижение ВВП) ежегодно. Предполагаемые ежегодные расходы на сокращение выбросов оцениваются, исходя из уровня стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере к 2050 году на уровне около 500–550 ppm  $\text{CO}_2$ -эквивалента. При таком подходе ежегодные расходы мирового ВВП составляют, по данным моделей, приблизительно 1%. При этом допускается диапазон в  $\pm 3\%$ , отражающий все имеющиеся неопределенности. Величина в 1% от мирового ВВП ежегодно не является критичной для жизненных стандартов как в развитых, так и в развивающихся странах. И, хотя эти затраты весьма велики, они несравнимо ниже того ущерба, который нанесет мировой экономике изменение климата в случае непринятия мер по сокращению выбросов.

**Глава 11. Последствия переходных процессов и вопросы конкурентоспособности.** Затраты на меры по сокращению выбросов парниковых газов не будут одинаковыми для разных стран и для разных секторов экономики. В тех странах, где экономический рост обеспечивается технологическими процессами с высоким уровнем выбросов парниковых газов, потребуются более значительные структурные изменения, а также большее время для перехода на низкоэмиссионную модель развития. Наиболее углеродоемкие экономики присущи тем странам, где не проводится активная политика по сокращению выбросов. Международные соглашения в разных секторах экономики могут играть регулирующую роль в конкурентоспособности товаров и услуг в зависимости от углеродоемкости их производства.

**Глава 12. Возможности сопряженных выгод снижения выбросов.** Переход к глобальной экономике, ориентированной на низкие уровни выбросов парниковых газов, открывает новые возможности в самом широком спектре человеческой деятельности. В энергетике потенциал рынка низкоуглеродной продукции оценивается в 500 миллиардов долларов США в год к середине XX столетия. В сфере финансов большие возможности развития новых торговых и финансовых механизмов связаны с торговлей квотами, чистой энергетикой, страхованием. Огромный потенциал климатическая

политика имеет и в области энергоэффективности. Кроме того, мероприятия по сокращению выбросов парниковых газов сопровождаются сокращением выбросов традиционных загрязнителей атмосферы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , твердые частицы). Это благотворно сказывается на здоровье человека и состоянии окружающей среды.

**Глава 13. Цели климатической политики.** Сокращение выбросов парниковых газов приводит к смягчению изменения климата, а следовательно, к сокращению его негативных социально-экономических и экологических последствий. Наука и бизнес должны сформулировать международно признанные цели климатической политики. Необходимо определить цель – уровень парниковых газов в атмосфере, который должен стать отправной точкой для лиц, принимающих решения, как на политическом, так и на экономическом уровне. Однако первым и скорейшим основополагающим решением должно быть признание того факта, что серьезные действия надо предпринять незамедлительно. Сравнение предполагаемых затрат на снижение выбросов и потерь от воздействия изменения климата может дать ответ на вопрос, на сколько сокращать и как быстро. Настоящее понимание ситуации предполагает необходимость стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на уровне 450–550 ppm  $\text{CO}_2$ -эквивалента. Любые величины выше этих значений несут серьезный риск катастрофических последствий, любые величины ниже – чрезвычайно высокие затраты на сокращение выбросов. Задержка с принятием мер на 20–30 лет может привести к тому, что цель по стабилизации выбросов на уровне 550 ppm  $\text{CO}_2$ -эквивалента окажется недостижимой. Учитывая высокую инерционность климатической системы, следует отметить, что даже в случае немедленного и полного прекращения выбросов (что, естественно, невозможно) рост температуры будет продолжаться в течение ближайших 30 лет. В этой связи огромное значение имеют меры по адаптации к изменению климата.

#### **ЧАСТЬ IV. Политика деятельности по снижению выбросов**

**Глава 14. Регулирование рынков для снижения выбросов, роль налогов и торговли.** Фундаментальным элементом климатической политики в настоящее время является достижение договоренности по определению требуемого уровня концентрации парниковых газов в атмосфере. Ясное понимание этой цели даст возможность в краткосрочной перспективе с помощью экономических инструментов (налоги или торговля) определить – как, где и когда необходимо сокращать выбросы с наибольшим экономическим эффектом. Использование налогов и торговли квотами способно уста-

новить общий ценовой подход для различных стран и секторов экономики.

**Глава 15. Цены на углерод и рынки квот.** Налоги и торговля, равно как и нормирование, могут быть использованы для формирования справедливой цены на углерод. Но работать эти механизмы могут только лишь в условиях надежной, гибкой и предсказуемой климатической политики. Отсутствие ясной политики может привести к значительному снижению эффективности мер по введению цен на углерод, а также создать серьезные неопределенности для компаний в долгосрочной перспективе. Чтобы получить желаемый эффект от введения торговли квотами, необходимо создать условия для развития хорошо структурированного углеродного рынка, работающего по твердым правилам. В разных секторах экономики могут быть избраны разные инструменты сокращения выбросов.

**Глава 16. Ускорение технологических инноваций.** Для эффективной борьбы с изменением климата необходимо осуществить переход на новейшие улучшенные технологии в ключевых отраслях экономики, таких как производство и потребление энергии, транспорт. Технический прогресс позволит сократить выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве, а также улучшить адаптационный потенциал экономики. Огромную роль в развитии и внедрении новых технологий играет частный сектор. Однако в ближайшем будущем потребуются самое тесное сотрудничество государственных структур и частного бизнеса по формированию обширного набора новейших низкоуглеродных технологий. Введение цены на углерод не будет достаточным условием для сокращения эмиссий парниковых газов. На ранних стадиях в некоторых секторах потребуются целевые инвестиции. Такая политика позволит преодолеть институциональные нерыночные барьеры на пути внедрения новейших низкоуглеродных технологий.

**Глава 17. За пределами углеродных рынков.** Введение цен на выбросы парниковых газов, поддержка развития новейших низкоуглеродных технологий являются фундаментальными условиями успешной борьбы с изменением климата. Однако даже если эти условия будут выполнены, институциональные барьеры и рыночные несовершенства могут не позволить достичь желаемого результата, особенно в сфере энергоэффективности. Примерами таких барьеров могут быть: транзакционные издержки, стоимость времени на подготовку планов инвестиций, недостаточность информации по имеющимся вариантам выбора мер по сокращению выбросов, а также поведенческие и организационные особенности, влияющие на принятие решений. Все эти нерыночные барьеры можно преодолеть с помощью мер по нормированию выбросов, информирования путем введения углеродных сертификатов



на продукцию и специальной углеродной маркировки (лейблинга), дополнительного финансирования с использованием частных и государственных инвестиций.

## **ЧАСТЬ V. Политика деятельности по адаптации**

### **Глава 18. Понимание экономики адаптации.**

Мероприятия по адаптации к изменению климата являются важным элементом климатической политики. Весь мир уже вынужден осуществлять эти мероприятия, с тем чтобы минимизировать ущерб от имеющегося негативного воздействия изменения климата. Адаптационная политика способна смягчить социально-экономические последствия, но предотвратить изменение климата она не может. Существуют определенные ограничения, при которых адаптация возможна. Эти ограничения для естественных экосистем определяются скоростью изменений климата, при которой виды могут приспособиться к новым условиям или же мигрировать. Для человеческого общества ограничения могут определяться величиной подъема уровня моря, вследствие которого некоторые государства могут исчезнуть с лица Земли. При этом необходимо осознавать, что чем дольше мировое сообщество будет откладывать принятие жестких мер по сокращению выбросов парниковых газов, тем дороже будут меры по адаптации, необходимые в обязательном порядке.

### **Глава 19. Адаптация в развитых странах.**

В промышленно развитых странах меры по адаптации будут направлены в основном на снижение ущерба от экстремальных погодных явлений, таких как штормы, наводнения и тепловые волны. Создание дополнительного адаптационного потенциала в странах ОЭСР может потребовать от 15 до 150 миллиардов долларов (0,05–0,5% ВВП) в зависимости от роста температуры. В развитых странах реализация адаптационной политики в настоящее время находится в начальной стадии. Это касается и хорошо развитых рыночных структур с высоким потенциалом адаптации. Несмотря на наибольшую готовность, частный сектор не может нести всю полноту ответственности за адекватное реагирование на изменение климата. Государство должно установить ясные рамки адаптационной политики для граждан и компаний на средне- и долгосрочную перспективу.

**Глава 20. Адаптация в развивающихся странах.** Беднейшие страны являются более уязвимыми к изменению климата. Экономическое развитие – это определяющий фактор для возможности принятия адаптационных мер в развивающихся странах. Наибольшие усилия должны быть сконцентрированы в следующих областях: обеспечение экономического роста и диверсификации экономической деятельности, инвестирование в здравоохранение

и образование, совершенствование управления в области борьбы со стихийными бедствиями, улучшение деятельности структур социального обеспечения для беднейших слоев населения. Действия по адаптации должны быть интегрированы в политику развития и планирования на каждом уровне. Оценить затраты на адаптацию в развивающихся странах достаточно трудно в силу больших неопределенностей в степени воздействия изменения климата. Но в любом случае эти затраты измеряются десятками миллиардов долларов. Это делает особенно важной своевременную и существенную помощь развитых стран беднейшим странам.

## **ЧАСТЬ VI. Международные коллективные действия**

**Глава 21. Рамки и степень осознания международных коллективных действий по изменению климата.** Рассмотрена история и проблемы заключения международных соглашений для коллективных действий, в частности. Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола. Дан обзор смежных много- и двусторонних инициатив. Сделана компиляция планов 10 ведущих экономик мира, связанных со снижением выбросов парниковых газов. Показаны долгосрочные перспективы международных действий с подразделением вклада развитых и развивающихся стран. Подчеркнута важность понимания проблемы населением и публичной поддержки мер по снижению выбросов.

**Глава 22. Глобальная цена углерода.** Глобальные масштабы рынка углерода нужны для оптимизации затрат. Установление адекватных и справедливых цен может идти через торговлю, налоги или регулирование. Снижение выбросов должно быть справедливо распределено среди развитых и развивающихся стран. Учитывая выбросы на душу населения и историческую ответственность, развитые страны должны быть лидерами снижения. Киотский протокол – хорошая институциональная база глобального рынка углерода. Углеродные инвестиции должны быть в основном частными, а не государственными.

**Глава 23. Поддержка перехода к низкоуглеродной глобальной энергетике.** В развивающихся странах быстро развиваются энергетика и транспорт. Для снижения выбросов парниковых газов необходимо использование новых технологий. Если в ближайшие 10–20 лет будет организован поток инвестиций в низкоуглеродную энергетику развивающихся стран, то рост выбросов может прекратиться, и начнется их снижение. Объем требующихся инвестиций – порядка 20–30 миллиардов долларов в год. Сейчас в первый период Киотского протокола главным механизмом климатических инвестиций является Механизм чистого развития.

После 2012 года (во второй период) механизм должен быть значительно усилен.

**Глава 24. Содействие эффективной международной передаче технологий.** Главной движущей силой передачи технологий должен стать частный сектор. Однако государственные органы могут значительно ускорить этот процесс с помощью различных международных и двусторонних соглашений, совместных исследовательских программ и выдачи гарантий, снижающих риски инновационных проектов. Введение стандартов энергоэффективности различных товаров и соответствующая международная кооперация могут значительно повысить энергоэффективность мировой экономики, а также побудить все страны принять меры по снижению выбросов парниковых газов.

**Глава 25. «Поворот» эмиссий от изменений в землепользовании.** Сведение лесов ответственно примерно за 20% антропогенных выбросов парниковых газов. На международном и национальном уровнях должны быть созданы экономические и институциональные рычаги влияния на владельцев и пользователей лесов. Они должны включать срочные международные компенсационные механизмы, стимулирующие отказ от рубок. Показано, что крупномасштабные меры по защите лесов в восьми крупнейших странах, ответственных за 70% выбросов CO<sub>2</sub> от сведения лесов, будут стоить порядка 5 миллиардов долларов в год. Среди этих мер важную роль может играть глобальный углеродный рынок.

**Глава 26. Международная поддержка мер по адаптации.** Наименее развитым странам, более уязвимым к изменениям климата, требуется срочная поддержка для мер по адаптации. В против-

ном случае они не смогут развиваться и бороться с бедностью. Доноры, международные организации, сотрудничество мировых лидеров в рамках Группы восьми и т. п. должны усилить и скоординировать свою деятельность по помощи беднейшим странам. Основными направлениями деятельности должны быть: защита от засух и деградации земель, использование новых сортов растений, а также мониторинг и прогноз изменения климата и его последствий.

**Глава 27. Выводы. Построение устойчивого международного сотрудничества по изменению климата.** Для сокращения риска негативных воздействий изменения климата требуется принятие мер по значительному сокращению выбросов парниковых газов. Эти меры должны быть предприняты в срочном порядке. Действия по сокращению выбросов парниковых газов не смогут быть успешными без определения долгосрочных целей по уровню концентрации парниковых газов атмосфере. Действия должны быть начаты незамедлительно и включать в себя сокращение выбросов парниковых газов, развитие инновационных технологий и адаптационные мероприятия. Страны должны договориться о широком наборе мер для достижения общей цели по снижению рисков от изменения климата. Стоящая перед нами проблема настолько глубока и широка, что требует соответствующей работы во всех направлениях, включая введение цен на углерод, создание углеродного рынка, ускоренное развитие инновационных низкоуглеродных технологий, сокращение эмиссий от изменения в землепользовании, помощь беднейшим странам в создании адаптационного потенциала для преодоления негативных воздействий изменения климата.

# 1. Научные данные об изменении климата

Причина появления доклада Николаса Стерна – явное существенное изменение климата. Последние научные данные неопровержимо доказывают, что доминирующей причиной этого является антропогенное усиление парникового эффекта – фактор, созданный человеком и управляемый им, а значит, требующий экономического анализа. Для российской аудитории важно обратить особое внимание на причины наблюдаемого изменения климата и сопоставление антропогенного усиления парникового эффекта с естественными факторами. Ниже в первой главе обзора дана сводка научно обоснованных фактов – основы всего доклада.

## Рост глобальной температуры и его причины

Данные Всемирной метеорологической организации (ВМО) говорят об аномально быстром росте среднегодовой температуры в последние десятилетия. За всю историю прямых инструментальных наблюдений никогда не было столь длительного и сильного потепления. Эти данные охватывают все континенты и океаны и признаются учеными как совершенно достоверные.

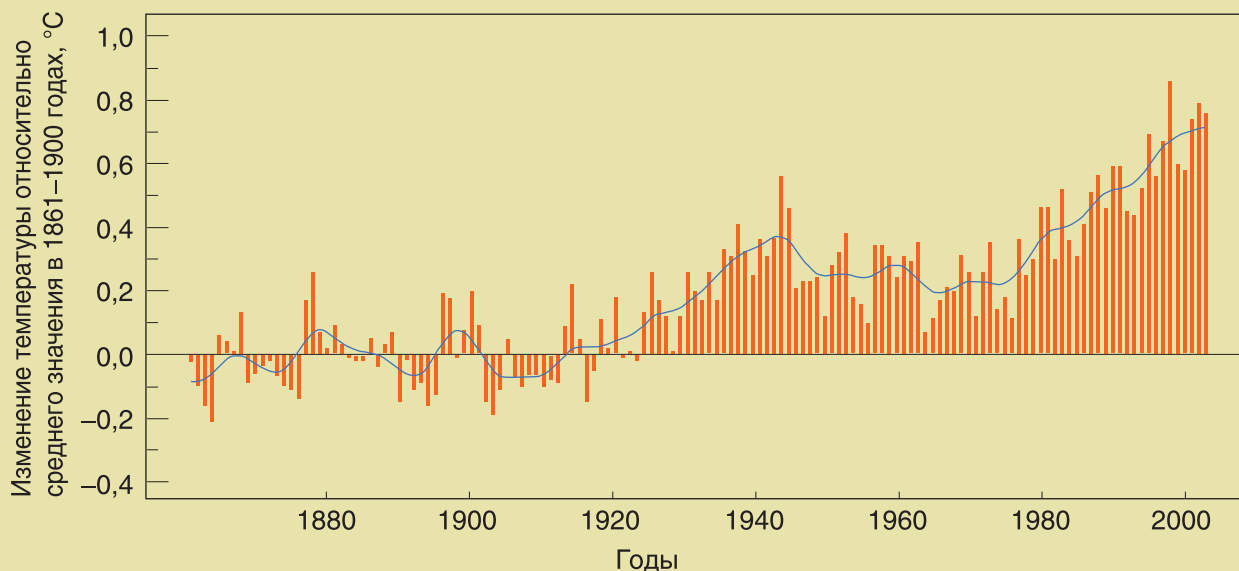
Что касается более далекого прошлого, то известно о существовании средневекового максимума, когда Гренландию называли «зеленой землей». Были ледниковые периоды, а во времена динозавров было значительно теплее, чем сейчас. Можно ли воспроизвести климат последних тысячелетий,

и насколько сейчас ситуация уникальна, если измерения ведутся только 150 лет?

Косвенные данные за последние 1000 лет были получены по скорости роста деревьев, по данным о растительности (споры, пыльца, семена), росту кораллов, по кернам антарктического льда и донным отложениям озер и океанов. Данные о температуре, восстановленные различными исследованиями, хорошо ложатся на кривую, называемую «хоккейной клюшкой», которая достоверно показывает уникальность нынешнего роста температуры. Несколько различных рядов, полученных по косвенным данным, в целом хорошо согласуются, подтверждается теплый период в районе 1000 года нашей эры. Однако на этом фоне нынешний рост температуры резко выделяется.

Палеоклиматические данные имеют масштаб сотни тысяч лет. Существуют, например, ряды, полученные по кернам антарктических льдов, которые насчитывают 650 тысяч лет. По ним видно чередование ледниковых и межледниковых периодов. Хорошо виден последний ледниковый период, когда температура была на 7–9°C ниже, чем сейчас. Можно увидеть, что сейчас температура «на максимуме» и через несколько десятков тысяч лет резонно ожидать ледникового периода. Подобный ход хорошо объясняется изменениями орбиты Земли. По признанной астрономами теории Миланковича, благодаря притяжению, которое оказывает Солнце и Луна на экваториальный пояс Земли, ее

## Данные измерений среднегодовой температуры воздуха в приповерхностном слое атмосферы в 1850–2005 годах



ось вращения совершает очень медленное круговое движение – прецессию, описывая полный круг за 26 тысяч лет. Кроме этого наклон земной оси, в среднем равный  $23,5^\circ$ , периодически меняется на полградуса. В целом количество тепла, поступающего к Земле, от этого не меняется, но меняется его широтно-сезонное распределение, что влияет на отражающую способность – альбедо Земли. Когда на полюсах больше льдов и снега, они сильнее отражают солнечную радиацию и становится холоднее, оледенение расширяется, что еще сильнее снижает прогрев поверхности Земли.

В палеоклиматических циклах концентрации  $\text{CO}_2$  и метана следуют за температурой. Сначала меняется температура, а потом следует отклик биосферы, и меняются концентрации парниковых газов. Сейчас же наблюдается уникальный скачок концентрации  $\text{CO}_2$  и метана, за которым следует температура. То есть ситуация обратная естественным изменениям, орбите Земли и солнечной активности. Это еще одно свидетельство антропогенности эффекта.

В Докладе подчеркивается, что именно резкий взлет концентрации  $\text{CO}_2$ , объясняемый сжиганием ископаемого топлива и сведением лесов, вызывает большую тревогу. Это явный сигнал о том, что ожидается все больший рост температуры. Если бы ученые располагали только данными о температуре, беспокоиться было бы преждевременно, изменения не намного больше, чем было раньше. Но данные по парниковым газам действительно внушают тревогу.

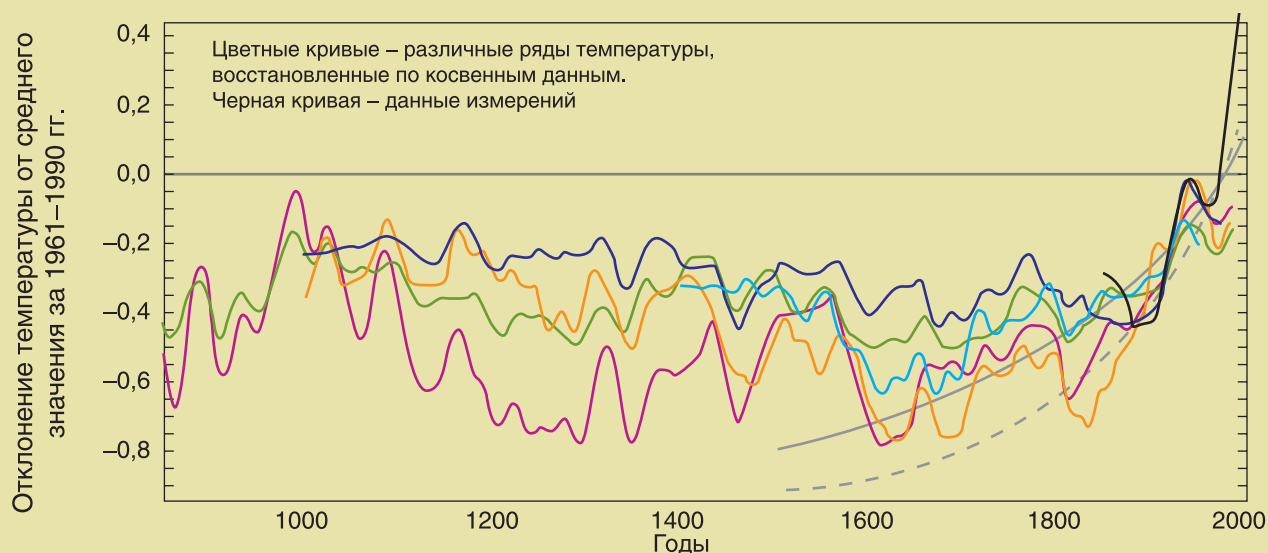
По сравнению с доиндустриальной эпохой, с 1750 годом, концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере выросла на треть: с 280 до 380  $\text{млн}^{-1}$  (то есть на

миллион литров воздуха приходится 380 литров  $\text{CO}_2$ ), причем основной рост пришелся на последние десятилетия XX века. Точность измерения концентрации  $\text{CO}_2$  достаточно велика:  $\pm 4\%$ . Еще быстрее растет концентрация метана, к 2000 году рост составил  $151 \pm 25\%$ . Тренд еще одного парникового газа – закиси азота – равен  $17 \pm 5\%^1$ . Такого в последние сотни тысяч лет не было никогда. По мнению большинства ученых, такого не было в последние 20 миллионов лет. Парниковый эффект хорошо изучен учеными<sup>2</sup>. Он вызывается водяным паром, углекислым газом, метаном, закисью азота и рядом других менее значительных газов, которые поглощают часть тепла – длинноволновой радиации, излучаемой Землей. При этом концентрация самого распространенного парникового газа Земли – водяного пара – не меняется. Теоретически можно себе представить влияние человека на водяной пар, например, при сильном изменении процессов испарения на большой территории. Однако это может случиться только в отдаленной перспективе.

Парниковый эффект был всегда, как только у Земли появилась атмосфера. Средняя температура у поверхности Земли в доиндустриальную эпоху была равна  $13,7^\circ\text{C}$ , без парникового эффекта было бы около  $-19^\circ\text{C}$ , или на  $33^\circ\text{C}$  ниже. Сейчас температура возросла до  $14,5^\circ\text{C}$ <sup>3</sup>.

На парниковый эффект как на физическое явление накладываются взаимодействия с биосферой и океаном, появляются обратные связи, способные существенно усилить эффект, и т. п. В Докладе дана сводная схема взаимодействий и рассмотрены все ее ключевые элементы. На потоки тепла большое влияние также может оказывать антропо-

### Изменение температуры за последнее тысячелетие: ряды, восстановленные по косвенным данным



погенное изменение подстилающей поверхности, изменение альбедо из-за сведения лесов, таяние снежного покрова и т. п.

С 1850 года в результате сжигания ископаемого топлива (и в небольшой мере при производстве цемента) в атмосферу было выброшено около 300 млрд т С (углерода в виде  $\text{CO}_2$ ). Еще примерно половина этого количества поступила в атмосферу из-за вырубки лесов и других изменений в землепользовании. Однако рост концентрации был бы гораздо сильнее, если бы экосистемы не ответили на выброс большим поглощением. Только около половины антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$  остались в атмосфере, остальное было поглощено экосистемами суши и океана, причем примерно поровну. Однако это «поровну» относится только ко всему периоду с середины XIX века. Сейчас баланс существенно смещается – многие леса вырублены, в 90-е годы XX века наземные экосистемы поглощали уже намного меньше антропогенного  $\text{CO}_2$ , чем океан.

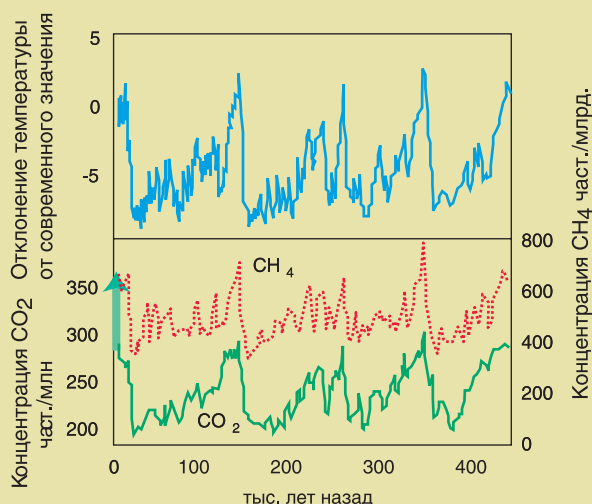
Важнейшим элементом всей схемы является радиационный баланс, на него влияют самые разные факторы – антропогенные и естественные. В последнем докладе IPCC, вышедшем уже в 2007 году, дана сводка всех факторов. Заметим, что оценка этих факторов дана на текущий момент, то есть во временном масштабе нескольких лет и десятилетий. В ином масштабе оценка может быть совсем другой. Например, в момент мощного извержения вулкана с забросом аэрозолей в стратосферу произойдет сильный охлаждающий эффект. В масштабе десятков тысяч лет нужно будет рассматривать изменения орбиты Земли как главный фактор наступления ледниковых периодов и т. п.

Видно, что сильнейшим фактором является рост концентраций парниковых газов, прежде всего  $\text{CO}_2$ . Из естественных процессов потепление вызывает рост солнечной активности, но по мощности эффект невелик. Очень сильным фактором является охлаждающее влияние аэрозолей антропогенного происхождения – загрязнение атмосферы взвешенными частицами. Тут есть как прямой эффект – «затемнение» Земли, так и косвенный, потенциально более мощный, – изменение суммарного альбедо облачного покрова Земли.

Заметим, что в целом человечество хочет жить в менее загрязненной атмосфере и дышать чистым воздухом. Во многих странах, включая Россию, воздух стал существенно чище, в других странах, например, в Китае, планируется предпринять строгие природоохранные меры. Поэтому есть основания предполагать, что в будущем этот охлаждающий антропогенный фактор станет слабее. Есть противоположные мнения, что данный фактор надо усилить искусственным внесением стратосферных аэрозолей. Такая идея не нова, но сейчас в научных кругах практически не обсуждается. Дело в чрезвычайной опасности искусственного воздействия: может измениться циркуляция атмосферы, перераспределение тепла между полярными и тропическими зонами и т. п.

В представленной выше схеме обратных связей, вероятно, самая мощная – изменение способности океана поглощать  $\text{CO}_2$ . Поглощение углекислого газа океаном – очень сложный процесс:  $\text{CO}_2$  не только растворяется в воде, но и переходит в ионные формы  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ , баланс между которыми зависит от температуры, кислотности вод (pH) и ряда других факторов. Все это непосредственно

**Антарктида, данные прямых измерений концентрации  $\text{CO}_2$  и метана в пузырьках воздуха, вмёрзших в лед<sup>4</sup>. Косвенные данные об изменении температуры в последние 420 тысяч лет**



**Парниковый эффект**





связано с жизнью морской биоты. В частности, поглощение  $\text{CO}_2$  вызывает повышение pH воды, и этот процесс уже наблюдается, но он может снизить рост фитопланктона. В конечном счете, углерод осаждается на дно в виде скелетиков морских организмов. Именно туда в исторической перспективе должен попасть весь антропогенный  $\text{CO}_2$ .

Другая часть той же обратной связи – влияние на леса и углеродный баланс планеты в целом.

Антропогенный выброс  $\text{CO}_2$  от сжигания ископаемого топлива и производства цемента в 90-е годы составил  $6,3 \pm 0,6$  млрд т С/год. Поглощение океаном в 1989–1998 годах оценивается как  $2,3 \pm 0,8$  млрд т С/год, а нетто-поглощение наземных экосистем – только  $0,7 \pm 1,0$  млрд т С/год. При этом брутто-поглощение лесов и других наземных экосистем составляет  $2,3 \pm 1,3$  млрд т С/год, а эмиссия от разложения и горения биомассы –  $1,6 \pm 0,8$  млрд т С/год<sup>5</sup>. Из 500 млрд т С наземной биомассы Земли вклад российских лесов – 34 млрд т С.

Почвы земель лесного фонда России содержат около 250 млрд т С, а почвы собственно покрытых лесом земель – около 125 млрд т С. Содержание детрита (отмершего органического вещества) в российских лесах также достаточно велико – около 18 млрд т С. Ежегодное депонирование углерода в фитомассе лесов России (брутто-прирост) на 2003 год оценивается как 0,25 млрд т С/год, а нетто-поглощение составляет 0,04–0,12 млрд т С/год, что в любом случае немало – 5–15% от мировых значений<sup>6</sup>.

Таким образом, охрана наземных экосистем, поддержание их в здоровом состоянии очень важно для углеродного баланса планеты. При этом усиление роста биоты при повышенных концентрациях  $\text{CO}_2$

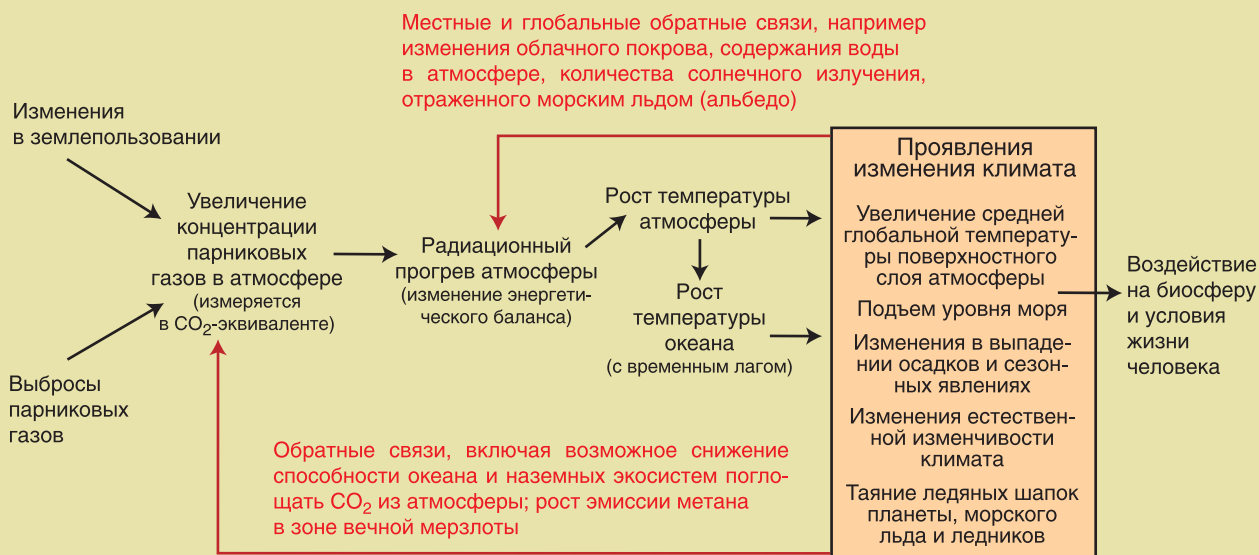
эффект относительно небольшой. Он относится не ко всем растениям и, что самое главное, имеет насыщение – при концентрации  $\text{CO}_2$  выше 600–800 ppm дальнейшего усиления не происходит.

Разрушение ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии – еще одна важная обратная связь, отмеченная в Докладе. Исследования последних лет показали, что главные ледники Земли не просто тают, 90% потерь – это разрушение от затекания воды по трещинам в основание ледников и последующее сползание кусков льда в океан.<sup>7</sup> Более подробно влияние этого процесса на подъем уровня моря в XXI веке рассмотрено в последующих главах нашего обзора.

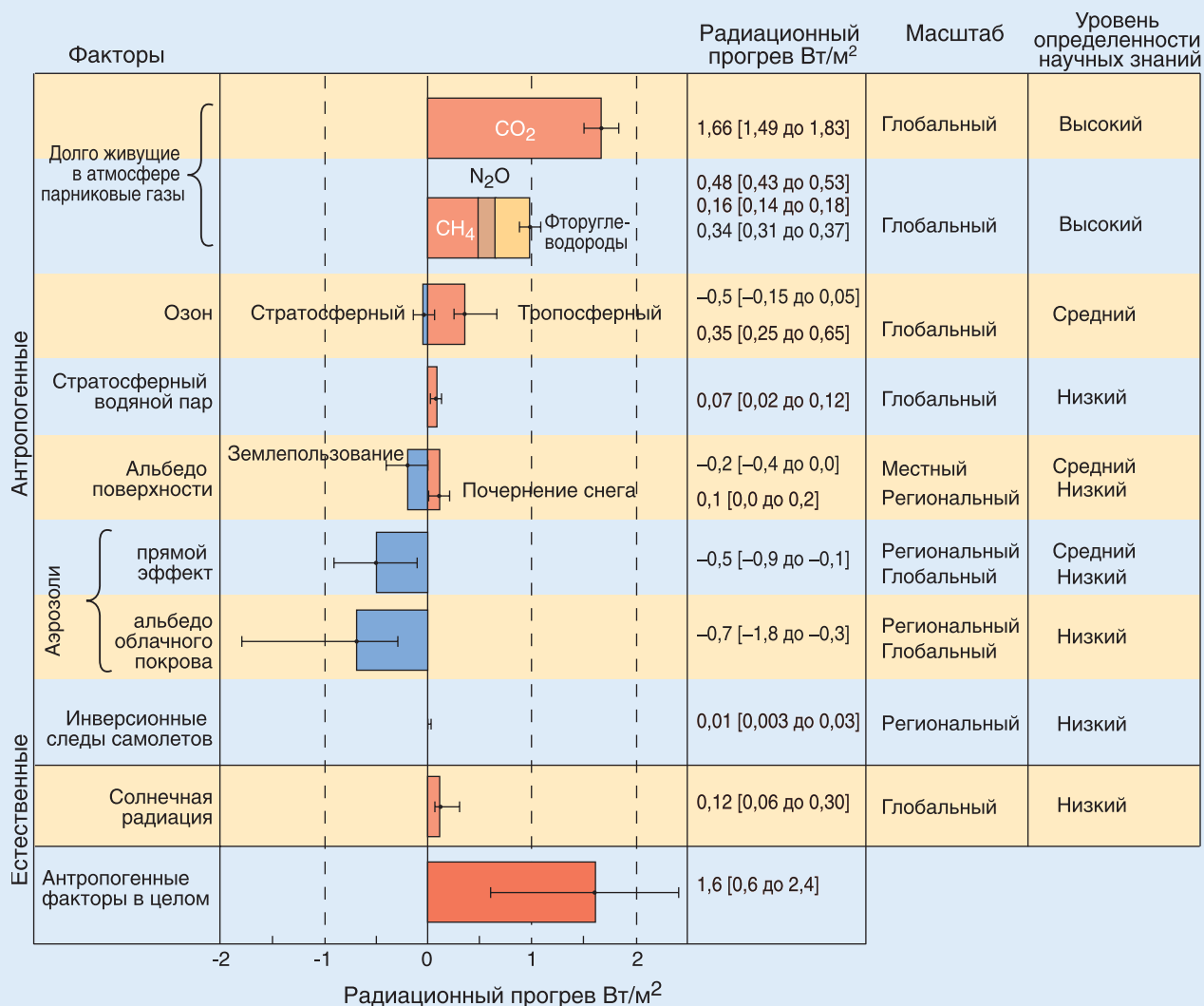
В Докладе обращается самое серьезное внимание на метан, накопленный в сибирских болотах и вечной мерзлоте. При потеплении огромные его запасы, аккумулированные с момента образования болот более 10 тысяч лет назад, будут высвобождаться. При этом последние данные показывают, что скорость этого процесса растет. В будущем поток метана может стать сопоставим с глобальным антропогенным выбросом парниковых газов. Более подробно этот процесс представлен в следующей главе обзора, где рассматриваются воздействия изменений климата на биосферу, экономику и человека.

Главные выводы первой главы Доклада – научной основы всего последующего: изменение климата очень серьезно, а знания о его причинах достоверны. В Докладе, равно как и в последнем докладе IPCC, вышедшем в 2007 году, степень достоверности оценивается как *very likely*, или «более 90%»<sup>8</sup>, что для знаний в области естественных наук означает самую высокую степень.

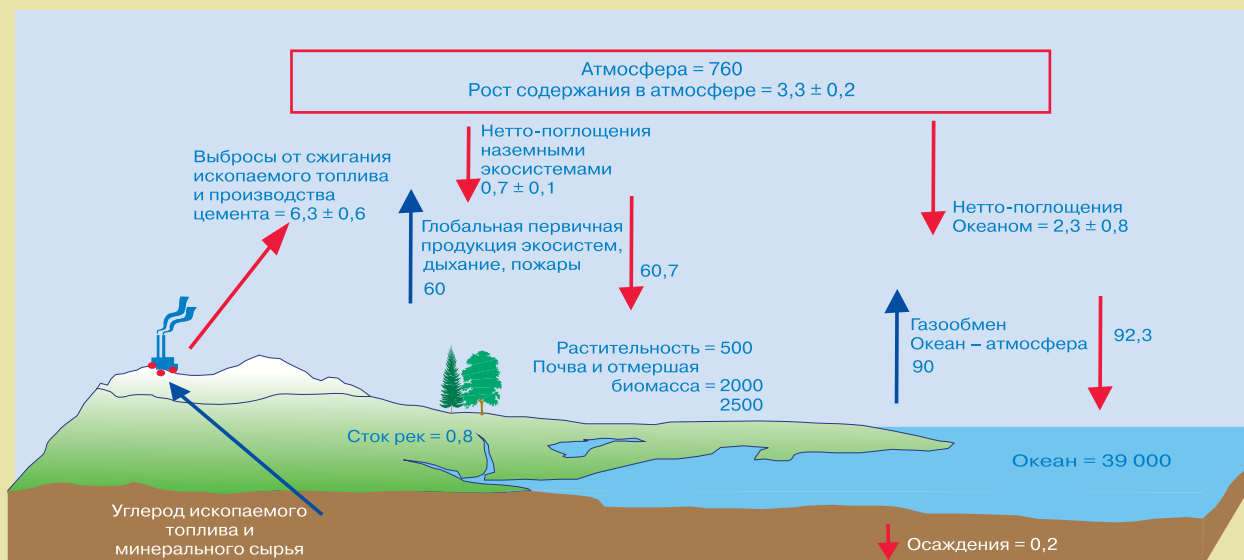
### Сводная схема взаимодействий и обратных связей изменения климата



## Факторы, влияющие на радиационный прогрев атмосферы<sup>9</sup>



## Глобальный баланс углерода в среднем за 10 лет с 1980 по 1998 год, запасы в млрд т С, потоки – млрд т С/год<sup>10</sup>



## 2. Воздействие изменений климата на биоту, экономику и человека в настоящее время и в ближайшем будущем

Одна из важнейших глав Доклада посвящена воздействию изменений климата на природу, экономику и человека в развитых странах (в том числе и в России). Речь идет о воздействии, которое наблюдается сейчас и ожидается в ближайшем будущем. Выводы, сделанные в данном Докладе, главным образом экономические, они касаются оценки затрат. Однако прежде всего нужно рассмотреть ситуацию и дать резюме наблюдаемых эффектов. Такое резюме дано в Докладе для всех крупнейших стран. Российскому читателю важно обратить дополнительное внимание на Арктику и районы вечной мерзлоты. Поэтому ниже сначала дается резюме наблюдаемых и ожидаемых в ближайшем будущем эффектов. Затем более подробно излагается ситуация в северных регионах, где влияние наиболее сильно, а в заключение даются экономические оценки.

В Докладе содержится практически тот же вывод, что и в последнем исследовании Росгидромета<sup>1</sup>. На начальной стадии глобального потепления в Канаде, России и Скандинавии изменения климата могут приводить к нетто-положительному эффекту. Улучшаются условия сельскохозяйственного производства, для развития туризма, меньше случаев болезни и гибели людей от переохлаждения, меньше топлива расходуется на обогрев. Однако положительный эффект возможен только до уровня глобального потепления в 2–3°C (что в северных широтах означает примерно 4–6°C), далее нетто-эффект от изменений климата сугубо негативный. Вредители, наводнения и засухи приводят к снижению урожайности, растет число ураганов и ливневых осадков, все больше энергии тратится на охлаждение, появляются «южные» болезни, дороже становится любая деятельность и жизнь людей в зоне вечной мерзлоты и т. п.

### Обзор влияния на отрасли экономики России

Глобальное изменение климата приводит к усилению частоты и интенсивности опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ). За 1990–2005 годы их число удвоилось и достигло примерно 300 в год (в 2004 и 2005 годах: 311 и 361 случай соответственно). Более того, Росгидромет предсказывает следующее удвоение числа ОГЯ за 2005–2015 годы, то есть на территории России предполагается по два явления каждый день. По оценке Всемирного банка реконструкции и развития, ежегодный ущерб от различных ОГЯ, в число которых входят и последствия изменения климата, составляет 30–60 миллиардов рублей.

Больше всего – 70% ОГЯ – приходится на теплый период года (апрель–октябрь), именно в этот период наблюдается самый большой рост их частоты. Более трети ОГЯ составляют очень сильные ветры, ураганы, шквалы и смерчи. Они же наносят и самые большие ущербы, так как развиваются очень быстро и неожиданно, их крайне трудно прогнозировать и поэтому к ним трудно заранее подготовиться. В России, как и во многих других странах, стали чаще случаться паводки и наводнения, превращающиеся в стихийные бедствия и приводящие к тяжелым последствиям. На них приходится более 50% экономических потерь от всех ОГЯ. Именно с точки зрения силы и числа ОГЯ, а не по средней температуре и осадкам надо оценивать влияние на экономику.

Затопленный во время паводка в 2001 году Ленск в Якутии стал национальной трагедией. Город был практически смыт с лица земли, пришлось в спешном порядке заново строить жилье для пострадавших и восстанавливать всю инфраструктуру. В 2002 году на юге России к катастрофическим последствиям привел весенний паводок в бассейне рек Кубани и Терека. Из районов, пострадавших от стихии, были эвакуированы 87 639 человек. Общее число пострадавших достигло 311 970 человек. Жертвами весеннего паводка стали 117 человек. Огромными были потери из-за весеннего разгула стихии. В зоне затопления оказались 18 городов и 71 сельский район, полностью разрушено 11 773 жилых дома. Также разрушено 373,4 км газопроводов, 405 мостов, 2171,1 км автодорог, 21,3 км железнодорожного полотна, 1299,2 км ЛЭП, 389,2 км водопроводов и 121 водозабор. Нарушено энергоснабжение 154 населенных пунктов. Материальный ущерб оценивается в 16 миллиардов рублей.

Наблюдаемое потепление климата пока оценивается как благоприятное для сельского хозяйства России. Оно привело к заметному уменьшению числа зим с опасными для озимых культур понижениями температуры воздуха. Во многих регионах период вегетации растений удлинился на 5–10 дней. Происходит удлинение вегетационного периода полевых культур. Например, в Ставропольском крае на 30% повысилась расчетная урожайность зерновых культур, обусловленная климатическими условиями. Впрочем, за исключением Северо-западного, Центрального и Приволжского округов, в остальных частях России так и не удлинился период без заморозков, что повышает риск потери урожая.

С другой стороны, в последние десять лет в черноземной зоне наблюдается рост численности насекомых-вредителей, они становятся все активнее и распространяются на большие расстояния, усиливается миграция некоторых видов в северном направлении. Так, на северо-западе России колорадский картофельный жук проник в северные районы вследствие исключительно мягких зим. В ряде восточных регионов России стали случаться засухи и понизилась урожайность. В 2002 году летняя засуха в Читинской области уничтожила 70% посевов, а бескормица привела к значительному сокращению поголовья скота и массовой гибели диких животных.

Благодаря росту концентрации  $\text{CO}_2$  будет активнее расти биомасса, но только до указанного выше предела. Затем удобряющий эффект  $\text{CO}_2$  выходит на «плато», а негативное влияние жары, засух и т. п. резко снижает урожаи и рост лесных культур. Вероятным последствием изменения климата является возможность увеличения лесных пожаров. Ожидается, что в ближайшие годы продолжительность засушливого сезона с повышенной опасностью возникновения пожаров увеличится на 5–7 дней в году.

К середине XXI века повышение засушливости станет главным эффектом в наиболее плодородных районах России, падение урожайности зерновых из-за этого может превысить 20% и стать критическим для экономики регионов. Придется проводить ирригацию и переходить на выращивание более засухоустойчивых культур.

К положительным последствиям изменения климата большинство специалистов относят сокращение отопительного сезона. В среднем, сокращение составит 3–4 дня в году к 2015 году, а на юге Камчатки, Сахалина и Приморского края оно достигнет 5 дней. К 2025 году на большей части территории России отопительный сезон уменьшится на 5%, а в районах крайнего севера – на 10%, экономия топлива составит 5–10%. В целом к 2050 году экономия топлива и энергии составит 10–20%. Однако заметим, что энергосбережение и меры по энергоэффективности дают гораздо больше – до 50% экономии. Кроме этого, все больше придется использовать кондиционеры, что потребует немалых затрат энергии.

Из-за усиления нестабильности и изменчивости погодных условий будут чаще случаться неблагоприятные краткосрочные явления – внеурочные периоды аномально теплой и холодной погоды и заморозков, сильных ветров и снегопадов (как во время отопительного сезона, так и после его окончания). На этот случай потребуются дополнительные энергетические мощности и топливо.

В целом будет повышаться обеспеченность водой населения и экономики. Она вырастет на

12–14% к 2015 году, но при этом будет усиливаться неравномерность ее распределения по территории страны. От этого в большей мере пострадают густонаселенные районы страны, которые уже сегодня испытывают трудности с водой.

Проведенные в России исследования показывают, что изменение климата представляет значительную угрозу для здоровья. Как и в других регионах мира, в России наблюдается движение типично «южных» насекомых – переносчиков опасных для человека и животных заболеваний – на север. Уже отмечается появление малярийных комаров, энцефалитных клещей и других опасных переносчиков болезней в новых, ранее не затронутых регионах. На северо-западе России в последние 20 лет растет число заболеваний населения клещевым энцефалитом. В целом по России максимальный уровень заболеваемости клещевым энцефалитом вырос больше чем в полтора раза: с 4,1–4,5 случаев на 100 тысяч человек в 1950–1960-х годах до 6,8–7,0 случаев на 100 тысяч человек в 1990-х годах.

На Нижней Волге и в других южных регионах в условиях более жаркой и засушливой погоды будет усиливаться дефицит воды и повысится угроза возникновения вспышек холеры и болезней, переносимых грызунами. Вероятно увеличение случаев заболевания лептоспирозом и геморрагической лихорадкой.

На всей территории страны ожидается увеличения числа особо жарких летних дней и продолжительности периодов жары – в 1,1–1,5 раза к 2015 году. Исследования показали, что в результате повышения температуры в городах России число дополнительных случаев смерти может составить от 4,0 до 28,8 тысяч случаев в год.

### **Обзор влияния на арктические регионы России**

Что касается России, особое внимание в докладе обращается именно на положение дел в Арктике и в зоне вечной мерзлоты. В результате резких изменений и нарушения экологического баланса ухудшатся условия жизни многих животных и растений. Значительно меняется и сокращается ареал белого медведя. Через 20–40 лет миллионы гусей, гаг, казарок и других птиц могут потерять до 50% мест гнездования. При потеплении на 3–4°C среднегодовая численность леммингов может сократиться на 60%, что способно подорвать всю пищевую цепочку тундровой экосистемы и особенно сказаться на полярных совах и песцах.

Потепление очень заметно по наблюдениям за арктическими льдами в конце лета, когда их меньше всего. За последние 30 лет их площадь сократилась на 15–20%. Особенно сильно этот эффект выражен в атлантическом секторе Арктики, где сокращение достигло 30%. Ожидается, что к концу XXI века площадь льдов будет меньше на 50%.

Через 20–30 лет ледовый покров в июле–сентябре сильно сократится, и суда пойдут по северному морскому пути без ледоколов. При этом площадь льдов зимой будет почти такой же, как сейчас.

К концу XXI века продолжительность навигации через «узкое место» – пролив Вилькицкого – составит 120 дней (пока это в среднем только 20–30 дней). С другой стороны, из-за разрушения ледников Северной и Новой Земли появится новая опасность – айсберги. Будут разрушаться ледники Аляски и особенно ледовый щит Гренландии. Таяние и разрушение льдов Гренландии сейчас наиболее заметно, с 1979 по 2005 год их площадь сократилась на 20%.

По воспоминаниям полярников, в 30-е годы прошлого века льдов тоже было меньше. Недаром тогда «Челюскиным» была предпринята попытка освоения северного морского пути без ледоколов. Однако данные показывают, что это был локальный эффект. Температура на материковых метеостанциях действительно была выше, но общее состояние Арктики лучше характеризуют льды, они отражают общую картину и на материке, и на островах, и на полюсе. Никогда в XX веке не было так мало льдов, как сейчас, и никогда они так быстро не сокращались.

Лесотундра будет все сильнее зарастать лесом и продвигаться на север, оттесняя тундру на арктическое побережье. Если в северной тайге потепление будет идти также быстро, как и сейчас в среднем в Арктике – на 0,4–0,5°C за десятилетие, то экосистемы не будут успевать адаптироваться. Это чревато вспышками болезней леса и распространением вредителей. Сильно осложнится вывоз древесины по зимникам.

Изменения климата негативно повлияют на оленеводство: чаще будут возникать ситуации с резкими заморозками после весенних оттепелей с образованием ледовой корки, после чего олени не смогут достать корм из под снега. Возникнут проблемы с перегоном оленей из-за более позднего ледостава на реках. Например, на Кольском полуострове оленеводы не могут в декабре пригнать стада в западную часть региона на пункты убоя, в результате это происходит в феврале, когда мясо животных гораздо хуже.

Из-за изменения состояния грунта (оттаивание вечной мерзлоты, повышение уровня грунтовых вод, подтопление и т. п.) будут расти нагрузки на различные инженерные сооружения, в том числе и на трубопроводы. В целом будет сокращаться долговечность зданий, и к 2015 году их придется ремонтировать на половину срока раньше, чем сегодня. По имеющимся оценкам, более четверти жилых пятиэтажных зданий 1950–1970-х годов в Якутске, Воркуте и Тикси могут стать непригодными к эксплуатации уже в ближайшие 10–20 лет. Позднее, например, в Воркуте, их доля вырастет до 80%.

В случае повышения температуры воздуха на 3–4°C к 2050 году площадь вечной мерзлоты сократится на 12–15%. В России южная граница мерзлоты сместится к северо-востоку на 150–200 км. Глубина летнего протаивания возрастет на 20–30%. Это может вызвать многочисленные деформации сооружений: нефте- и газопроводов, гидроэлектростанций, городов и поселков, автомобильных и железных дорог, аэродромов и портов. Особенно опасно наложение техногенных и климатических факторов, и это требует тщательного мониторинга ситуации.

Согласно Докладу еще одним, возможно, самым сильным глобальным воздействием Арктики на планету может стать эмиссия метана. Сибирские торфяные болота, образовавшиеся около 11 тысяч лет назад после окончания ледникового периода, все время производят метан. Он удерживается вечной мерзлотой, а также хранится в виде метангидратов (в твердой льдообразной форме). Сейчас эти запасы оцениваются как 70 млрд т метана, что равно примерно четверти от разведанных промышленных запасов метана. Однако эти миллиарды тонким слоем распределены по гигантской территории, и его добыча пока не представляется возможной.

При таянии мерзлоты метан все сильнее высвобождается в атмосферу. Совместные исследования Томского и Оксфордского университетов показали, что в последние годы эмиссия метана ускорилась. Поэтому полное освобождение запасенных 70 млрд т может занять не тысячи, а лишь сотни лет. Тогда с учетом того, что по парниковому эффекту метан в 21 раз сильнее CO<sub>2</sub>, поток метана из сибирских болот будет равен 10–25% от всего сегодняшнего выброса CO<sub>2</sub> мировой энергетикой (при высвобождении запасов за 400 и 200 лет соответственно).

В Докладе указывается на наличие в Арктике вне сибирских болот огромных запасов метангидратов, они просто лежат в многометровой толще мерзлоты, а также на дне океана. Пока эти запасы относительно не влияют, но потенциально это очень сильный источник положительной обратной связи: климат – таяние мерзлоты – климат.

### **Общая оценка экономических потерь и временных выгод**

Как указывалось выше, для северных стран начальный небольшой нетто-положительный эффект изменения климата при глобальном потеплении более чем на 2–3°C сменяется нетто-негативным. В более южных странах (а также в южных регионах России) к ущербу ведет уже нынешнее потепление. Рост ущерба от наводнений и волн жары в Европе – яркий тому пример. В 2003 году ущерб выразился в 35 тысяч жизней и потери 15 миллиардов долларов сельскохозяйственной продукции.



В Великобритании ущерб от штормов и наводнений ежегодно составляет 0,1% ВВП, а в ближайшие десятилетия может возрасти до 0,2–0,4% ВВП. Для США рост скорости ветра в тропических ураганах на 5–10% дает почти удвоение ежегодных потерь, или около 0,15% ВВП крупнейшей экономики мира. В ближайшие десятилетия рост потерь от штормов, ураганов, наводнений, засух и волн жары будет расти со скоростью примерно более 0,1% ВВП. В результате к середине века ежегодные потери будут составлять 0,5–1% мирового ВВП.

В докладе приводится пример США, для которых имеются наиболее детальные расчеты. С помощью экономической модели, описывающей развитие и взаимодействие всех секторов экономики, сделана оценка того, как изменения климата повлияют на инвестиции, капитальные затраты, трудовые ресурсы и потребление<sup>2</sup>. Расчеты велись по двум сценариям. Оптимистический сценарий включал максимально возможную адаптацию экономики к новым условиям, сильный положительный эффект повышенной концентрации  $\text{CO}_2$  на рост биомассы и относительно низкий ущерб от изменения климата в целом. По пессимистическому сценарию экономика не адаптировалась к изменениям климата, а растения слабо реагировали на рост  $\text{CO}_2$ . Фактически модель показывала, что дает принудительная адаптация экономики к новым условиям.

Отсутствие адаптации экономики сильнее всего ударяет по сельскому хозяйству, на которое приходится 70–80% ущерба. Интересно, что изменения цен на энергоносители при этом влияют меньше. По оптимистическому сценарию получается, что США в принципе могут получить выгоду от изменения климата, если будут оптимизировать всю экономи-

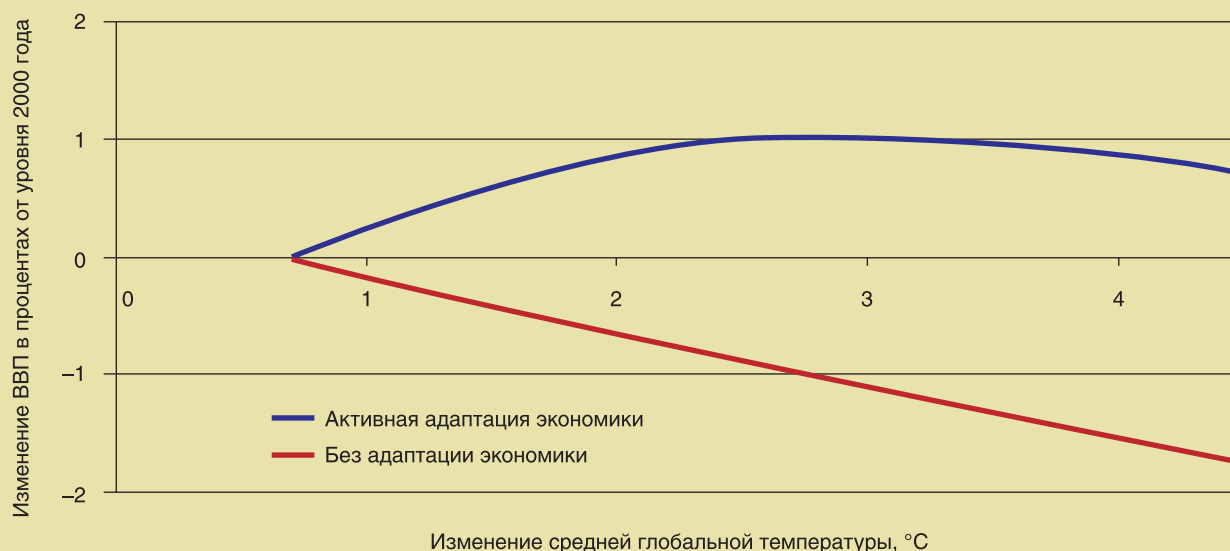
ку под изменения климата. Однако после повышения средней глобальной температуры более, чем на  $3,5^\circ\text{C}$  спад и негативное влияние неизбежны. Неизбежен и спад потребления, то есть фактически уровня жизни людей.

Заметим, что в расчет не брались тропические ураганы и другие крупные стихийные бедствия. С их учетом, а это очень важный фактор, порог выгоды при оптимальных действиях значительно снижается и составляет  $2\text{--}3^\circ\text{C}$ . Данный порог близок к требованиям экологов, основанных на выживании различных видов животных и растений. Таким образом, для США экономическое и экологическое рассмотрение проблемы в краткосрочной перспективе, когда можно экстраполировать существующую ситуацию и прогноз весьма определен, серьезные потери дает порог на уровне  $2\text{--}3^\circ\text{C}$  глобального потребления.

Сокращение отопительного периода затронет не только Россию, но и другие северные страны. Однако при этом возрастут относительно новые для нашей страны расходы – потребление энергии кондиционерами. Резкий рост числа кондиционеров в России налицо, и это результат не только повышения доходов населения, но и явного роста числа дней с сильной жарой. В результате в единицах (дни\*градусы) почти 40% снижения затрат на отопление в России будет съедено затратами на кондиционирование. С учетом того, что КПД охлаждения намного ниже, чем при отоплении, выгоды становятся совсем небольшими, а в Европе и особенно в Северной Америке практически отсутствуют.

Кроме этого, сильная жара непосредственно влияет на энергетику. Гидростанции испытывают недостаток воды. Например, при повышении гло-

### Прогноз ущерба и возможных выгод для экономики США на начальном этапе процесса изменения климата



### Возможное сокращение затрат на отопление и рост затрат на охлаждение воздуха в ближайшие десятилетия<sup>3</sup>

Регион	Изменение ежегодных затрат на отопление в (дни*градусы)	Изменение ежегодных затрат на охлаждение в (дни*градусы)
Россия	–935	–358
Европа	–667	–310
Северная Америка	–614	–530

(дни\*градусы) = число дней с отоплением или охлаждением, при этом каждый из дней умножен на разницу температур: наружного воздуха и «базовой» комфортной температуры, равной 18°C. В расчетах на рассматривалась возможность менее комфортного проживания (то есть изменение «базовой» температуры или влажности воздуха)

бальной температуры на 4°C в Калифорнии выработка энергии ГЭС сократится на 30%. Менее известно влияние жары на ядерную энергетику. В 2003 году во Франции во время очень жаркого лета АЭС производили значительно меньше энергии, так как нагрелась вода в резервуарах-охладителях.

Другим важным эффектом может стать влияние изменения климата на морские перевозки и прибрежное расположение металлургических, нефтеперегонных и других крупных предприятий. Сейчас они очень часто располагаются непосредственно на побережье, что значительно снижает расходы по транспортировке сырья. Рост числа штормов и ураганов может привести к переносу предприятий

с побережья, что связано с большими затратами. Открытие безледокольного сообщения по северному морскому пути может облегчить судоходство, но более частые и сильные шторма и ураганы сильно его осложнят.

Говоря о России, очень важно оценить ущерб от таяния вечной мерзлоты, от жары и засух в сельскохозяйственных регионах, от наводнений и паводков. По оценке МЧС, нынешние потери от погодно-климатических явлений составляют 30–60 миллиардов рублей<sup>4</sup>, (0,07–0,15% ВВП), а главный ущерб несет наводнения и дождевые паводки. По прогнозу Росгидромета, за 2005–2015 годы число опасных гидрометеорологических явлений возрастет вдвое, то есть в лучшем случае ущерб будет идти в ногу с ростом ВВП, а скорее всего, значительно его обгонит.

Подводя итог экономического анализа ближайшей перспективы на 10–30 лет (что может быть рассчитано достаточно точно), в Докладе подчеркивается опасность нелинейных эффектов. Например, ущерб от урагана пропорционален кубу скорости ветра. А скорость ветра экспоненциально зависит от прогрева поверхности океана, которая питает ураган энергией. Однако и без подобных эффектов экономические потери очень значимы. Даже при относительно безопасном (и, увы, неизбежном) глобальном потеплении на 2°C они составят от 0,5 до 1% мирового ВВП. Более дальняя перспектива гораздо опаснее, но ее можно сгладить заблаговременным снижением выбросов. Это будет рассматриваться в следующих разделах.

### Сводная оценка потерь, вызванных изменением климата, в ближайшие десятилетия

Регион	Причина ущерба	Ущерб в 2005 году (в % ВВП)	Рост средней глобальной температуры или уровня моря	Ущерб при возросшей средней глобальной температуре (в % ВВП)	Примечания
Весь мир	Различные экстремальные явления	0,1%	2°C	0,5–1%	Экстраполяция нынешнего 2%-ного ежегодного роста ущерба
США	Ураганы	0,6%	3°C	1,3%	В предположении, что удвоение концентрации CO <sub>2</sub> в атмосфере от доиндустриального уровня приведет к 6%-ному росту скорости ветра в ураганах.
США	Прибрежные наводнения	–	1 метр	0,01–0,03%	Только ущерб от потери водно-болотных угодий и земель (без промышленных и жилых объектов)
Великобритания	Наводнения	0,13%	3–4°C	0,2–0,4%	Без совершенствования системы защиты от наводнений
Европа	Прибрежные наводнения	–	1 метр	0,01–0,02%	Только ущерб от потери водно-болотных угодий и земель (без промышленных и жилых объектов)

### 3. Моделирование и прогноз изменений климата

Как можно было увидеть, первые главы Доклада посвящены нынешним и ожидаемым в ближайшем будущем последствиям изменений климата. В следующих главах Доклада представлены долгосрочный прогноз выбросов и экономическое моделирование, рассмотрены вопросы стабилизации концентрации парниковых газов на относительно безопасном уровне. Поскольку российский читатель знаком с прогнозами изменения климата не столь глубоко, чем англоязычная аудитория, то эти вопросы освещены в нашем обзоре более подробно.

#### Прогноз изменений климата

В последние годы ученые значительно продвинулись в моделировании климата на ближайшие столетия. Есть более 10 различных моделей глобальной циркуляции атмосферы и океана, которые при задании одинаковых сценариев выбросов парниковых газов дают сходные результаты. Модели способны описать и уже произошедшие изменения климата, что в определенной мере является критерием их правильности. При этом в модели закладываются все естественные и антропогенные факторы, которые только известны науке. Интересно, что аналогичный расчет с использованием только естественных факторов, включая солнечную активность и т. п., не позволяет описать изменения последних десятилетий. Только «подключение» выбросов парниковых газов позволяет точно описать происходящее.

Прогнозирование далекого будущего, в частности наступление нового ледникового периода через несколько десятков тысячелетий, — это достаточно надежный астрономический прогноз. Он делается согласно теории Миланковича, описывающей особенности орбиты Земли.

Несколько хуже модели умеют описывать региональные и сезонные тренды температуры, изменения режима осадков. Еще более сложно моделировать долгосрочные изменения частоты и силы аномальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения, тайфуны. Над этим сейчас очень активно работают, и уже выявлены определенные зависимости. Например, повышение концентрации  $\text{CO}_2$  до 550 частей на миллион приведет к 6%-ному увеличению скорости ветра в тропических циклонах (это значительно, учитывая, что ущерб от урагана пропорционален кубу скорости ветра).

Расчеты на будущее, в частности до 2100 года, показывают, что радиационный прогрев атмосферы (в  $\text{Вт/м}^2$ ) будет определяться в основном антропогенным усилением парникового эффекта. Роль

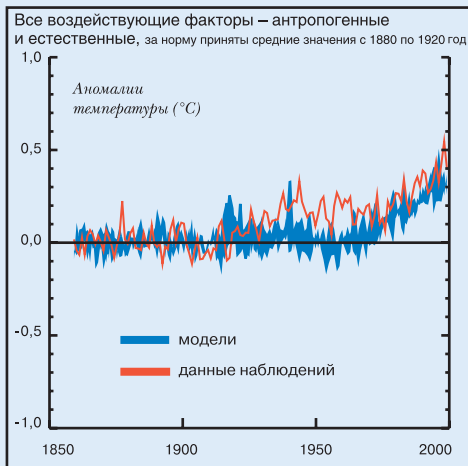
естественных факторов в масштабе одного столетия будет относительно невелика. Упрощенно модельные расчеты можно представить как три шага. Сначала делаются прогнозы выбросов  $\text{CO}_2$  (а также и других парниковых газов и аэрозолей). Потом рассчитываются концентрации  $\text{CO}_2$  и других газов и аэрозолей в атмосфере. На третьем, самом сложном этапе с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана год за годом воспроизводится будущее: температуры, осадки, состояние снежного покрова и т. п.<sup>1</sup>

Если изменение средней глобальной температуры в XX веке составило около  $0,7^\circ\text{C}$ , то на XXI век прогнозируется изменение на  $1\text{--}6^\circ\text{C}$ , причем в теснейшей зависимости от выбросов парниковых газов<sup>2</sup>. Увеличение средней температуры на  $2^\circ\text{C}$  означает ее рост в ряде регионов на  $5^\circ\text{C}$  и более. Особенно сильные изменения ожидаются в полярных районах. В худшем случае рост средней температуры составит до  $6^\circ\text{C}$ , а в отдельных местах —  $10\text{--}15^\circ\text{C}$ . Это означает кардинальное изменение климата и, вероятно, многократное увеличение частоты и силы неблагоприятных погодных явлений.

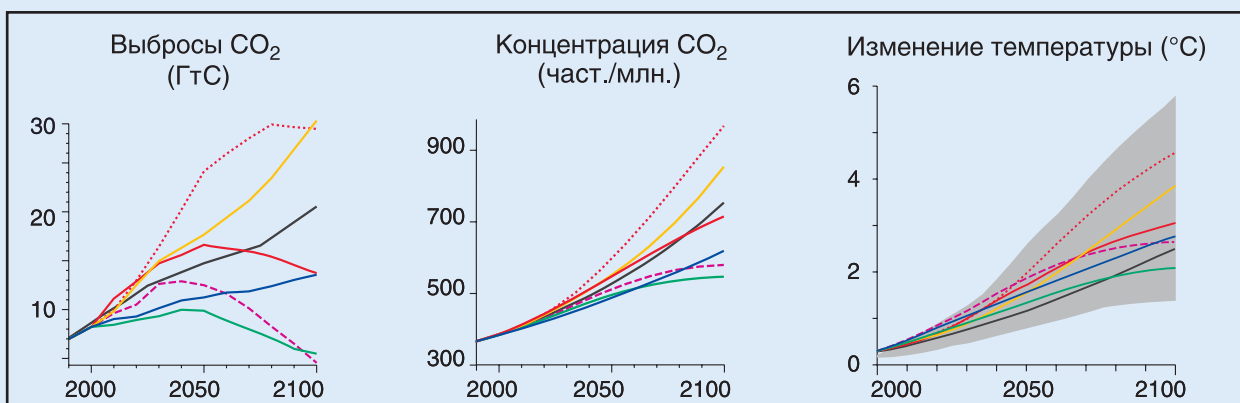
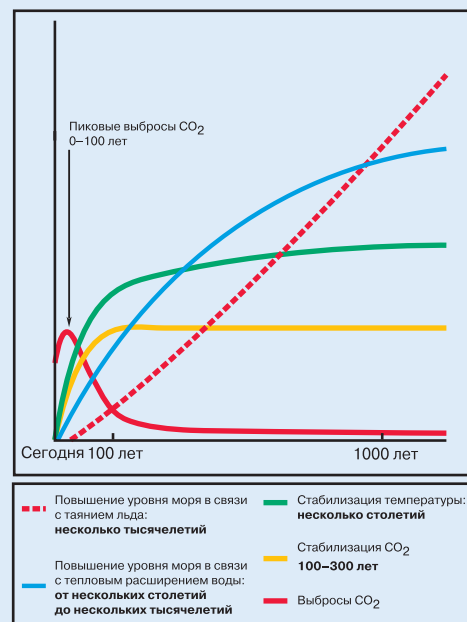
Отдельную тревогу вызывает повышение уровня Мирового океана. Повсеместно наблюдается таяние и сокращение ледников и арктических льдов. По прогнозам ученых, за XXI век повышение уровня моря составит до 1 м, при этом около 60 см приходится на тепловое расширение верхнего слоя океана и таяние льдов, а до 40 см даст разрушение ледников Гренландии и Антарктиды (этот фактор проявился только в последние 2–3 года). Оказалось, что вода по трещинам проникает на дно ледника, огромные куски по образовавшейся смазке сползают в океан, где и тают.

В Докладе отмечается, что даже повышение уровня океана на 50–90 см вызовет разрушение многих береговых сооружений и прибрежную эрозию, засоление питьевой воды, большие проблемы для малых островных государств и т. п. Даже такое небольшое повышение — уже немалая беда для многих миллионов людей. В более далекой перспективе повышение уровня океана может стать очень серьезной проблемой. Если все пойдет по худшему или даже среднему сценарию, такие города, как Шанхай, Калькутта, Амстердам, Санкт-Петербург, будут затоплены или смогут существовать только за очень высокими дамбами.

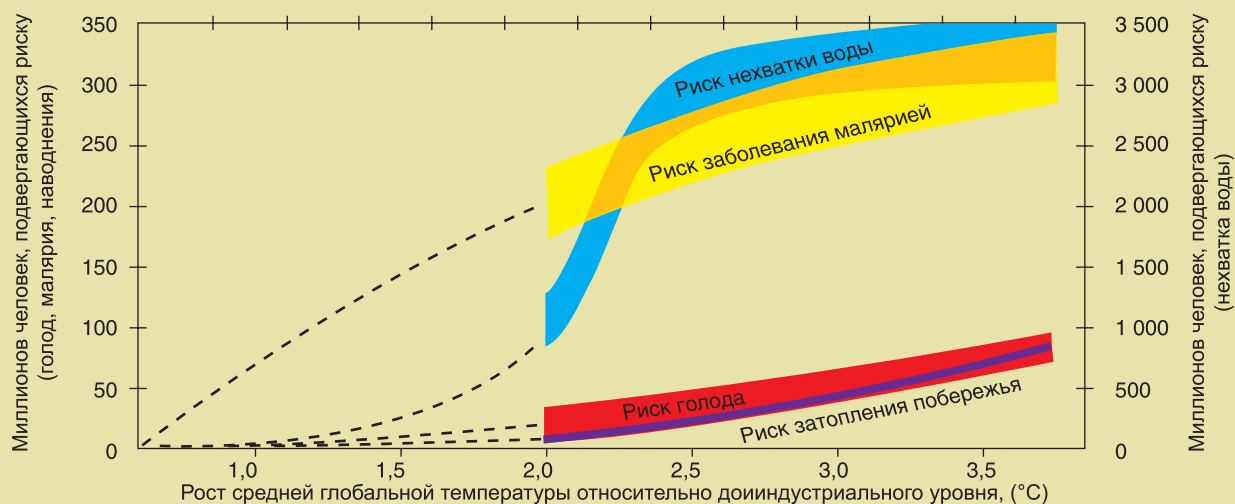
При моделировании очень важно предсказать резкие изменения, выявить «спусковые крючки». Наиболее известный из потенциально возможных эффектов — ослабление Гольфстрима и Северо-Атлантического течения<sup>3</sup>. Это может произойти при



Рост концентрации  $\text{CO}_2$ , температуры и уровня моря. Температура продолжает повышаться несколько столетий после сокращения выбросов  $\text{CO}_2$ . Рост уровня моря в ближайшее время будет вызван тепловым расширением верхнего слоя океана, затем вмешается таяние Арктики.<sup>1</sup>



#### Оценка числа людей, подвергающихся различным видам риска, в 2080 году<sup>4</sup>



ослаблении всего океанического глобального «конвейера» течений или же как результат потепления и опреснения Северного Ледовитого океана. При таянии арктических льдов и большем стоке сибирских рек океанические воды станут более теплыми и менее солеными, а значит, относительно легкими. По одной из гипотез, холодное течение, которое сейчас, пройдя к западу от Гренландии, «ныряет» под Гольфстрим, может толкнуть его в бок и ослабить. Сейчас около 30% имеющихся моделей прогнозируют в XXII веке ослабление Гольфстрима и понижение средней температуры в Великобритании и Скандинавии примерно на 10°C.

К середине XXI века 200 миллионов человек могут стать вынужденными переселенцами вследствие подъема уровня моря, наводнений и других катастроф. Резкие изменения региональных погодных явлений, таких как муссонные осадки в Южной Азии или Эль-Ниньо, увеличат вероятность наводнений в тропических регионах и поставят под угрозу жизни миллионов людей.

Экосистемы сильнее всего испытают на себе последствия изменения климата. От 15 до 40% видов могут столкнуться с угрозой исчезновения при потеплении всего лишь на 2°C. Повышение кислотности (pH) океана, вызванное поглощением углекислого газа, может серьезно отразиться на морских экосистемах и негативно повлиять на рыбные ресурсы. Леса Амазонии окажутся очень уязвимыми к изменению климата, некоторые модели предсказывают в этом регионе серьезные засухи. В определенной мере 2°C могут быть приняты за предел, за которым наступают слишком опасные последствия<sup>4</sup>. При этом наиболее резкое различие между 2°C и 3–4°C проявляется именно в дефиците пресной воды для миллиардов человек и множества видов животных и растений<sup>5</sup>.

В Докладе особо подчеркивается, что жизнь в XXI и XXII веках очень сильно зависит от того, как человечество будет ограничивать и сокращать выбросы парниковых газов.

В России потепление будет идти все сильнее: по сравнению с 2000 годом к 2010–2015 годам рост среднегодовой температуры составит +0,4–0,8°C, а к 2030 году – +1,5°C. Как и сейчас, рост температуры будет происходить неравномерно. Прогнозируется значительный, но неодинаковый в разных регионах рост среднегодовой температуры до 2015 года: в Центральном регионе – на 0,5–1°C, Западной Сибири – 3–4°C, Якутии – 2–3°C, на Дальнем Востоке – 1–2°C. Зимой температура повысится на большей части территории России на 1°C, а летом – только на 0,4°C<sup>6</sup>.

На большей части территории России в первой половине XXI века станет больше осадков, особенно зимой. Сильнее всего рост осадков будет в Восточной Сибири – на 7–9%. В неко-

торых районах поднимется уровень грунтовых вод, а также будет развиваться заболаченность. Из-за более теплой зимней погоды во многих регионах к марту будет накапливаться на 10–15% меньше снега, что может отрицательно повлиять на урожайность. Изменения температуры и режима выпадения осадков повлияют на сток рек. В большинстве северных регионов европейской части страны зимний сток увеличится на 60–90%, а летний – на 20–50%. Продолжится увеличение суммарного годового притока речных вод в Северный Ледовитый океан. Оно может достичь 10–20%, а в случае зимнего стока будет в 1,5–2 раза больше. Во всех южных регионах страны сток уменьшится на 10–20%.

### Экономическое моделирование, структура и результаты

Принципиально важным достижением Доклада является создание новой структуры экономического моделирования, учитывающей все возможные типы воздействий, и ее формализация в модели интегрированной оценки (Integrated Assessment Model) PAGE2002 (Policy Analysis of the Greenhouse Effect 2002).

Структура двумерна: одно измерение – «климат», второе – «категории экономического воздействия». Климат имеет две опции:

- обычное для экономического моделирования использование описанных выше сценариев IPCC. Средние из этих сценариев названы «базовым климатом» – Baseline climate);
- возможность ухудшения климатических условий. Ухудшение может быть вызвано более слабым поглощением CO<sub>2</sub> растениями и почвой в более жарких условиях и при более интенсивном дыхании; а также эмиссией метана, сейчас законсервированного в болотах и вечной мерзлоте, в частности, в Сибири. Рассмотрение сценария «ухудшенный климат» (High climate) является новым шагом в экономическом моделировании, специфичным именно для доклада.

Экономическое воздействие разделяется на три категории:

- Рыночные воздействия (Market impacts) – моделирование развития и ущерба для секторов экономики, где уже имеются цены, рынки и т. п. (например энергетика, сельское и лесное хозяйство);
- Вне рыночные воздействия (Non Market impacts) – прямое влияние на окружающую среду и здоровье человека, где нет разработанных методов оценки и рыночных цен. Учет таких воздействий всегда связан с оценкой стоимости человеческой жизни, цены вымирания отдельных видов животных и т. п. Этические аспекты установления подобных цен детально рассматриваются в Докладе. Показано, что в модели PAGE2002 все сделано



максимально корректно с гуманитарной и этической точек зрения;

- Социальные катастрофы (Socially contingent responses – risk of catastrophe) – крупномасштабные вторичные эффекты стихийных бедствий: различные виды конфликтов между странами, миграция населения, потеря капиталовложений и т. п. Учет данной категории – еще один принципиально новый шаг, сделанный в Докладе.

Такой полный учет всех воздействий привел к значительно большей оценке ущерба, отражающей все потери человечества от изменения климата. В качестве меры ущерба в Докладе, как это сейчас принято, используются ежегодные потери в процентах от ВВП за тот или иной год (мирового ВВП, группы стран или отдельной страны).

Отсчет потерь начинается с относительно безопасного уровня глобального потепления, равного 2–3°C, когда потери от изменений климата равны 0–3% мирового ВВП. При этом нижняя граница (0%) относится к развитым странам, а верхняя (3%) – к самым бедным, которые раньше и сильнее всех почувствуют ущерб от изменения климата.

Модель PAGE2002 использует вероятностный подход и способна оценить широкий спектр рисков. С помощью метода Монте-Карло задается случайный разброс входных данных. Делается расчет с каждым из таких наборов, а результаты усредняются по большому числу прогонов модели, например по 1000. Из секторов экономики детально рассматривались энергетика, сельское хозяйство и экономика береговых зон. Из нерыночных воздействий – прямое влияние на смертность населения и окружающую среду. Учет социальных катастроф наиболее сложно сделать в полной мере. В данном

случае авторы модели использовали консервативный подход и воздерживались от имитации потенциально возможных особо крупных и трагических катастроф.

При модельных расчетах был учтен ряд принципиально важных экономических моментов, специфичных именно для данного Доклада.

Во-первых, полный учет всех выбросов парниковых газов, а не только выбросов CO<sub>2</sub> при сжигании ископаемого топлива и нефтепродуктов. В 2006 году концентрация CO<sub>2</sub> достигла 380 частей на миллион (ppm), а с учетом метана и других газов – 430 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента. Именно эту цифру надо сравнивать с доиндустриальным уровнем в 280 ppm, когда вклад метана и других малых составляющих был еще очень мал.

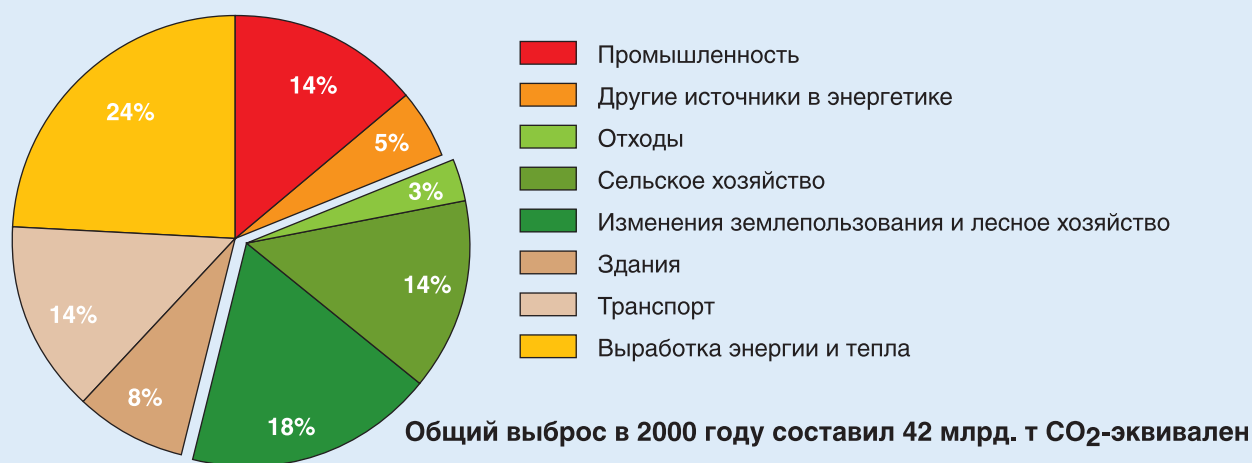
В России доминирующую роль в выбросах парниковых газов играет энергетика (все сжигание топлива в целом, включая ЖКХ, промышленные предприятия и транспорт). По данным на 2004 год, сжигание ископаемого топлива в целом дает почти 85% всех антропогенных выбросов парниковых газов. Около 5% дают промышленные процессы, более 7% – сельское хозяйство и 3% – обработка отходов<sup>7</sup>. Расчет распределения выбросов от сжигания топлива по секторам экономики России был выполнен в 2007 году уже после подготовки данного обзора<sup>8</sup>, поэтому здесь приводится общемировая картина из доклада Н. Стерна.

В докладе показано, что в будущем, если не предпринимать специальных мер, выбросы парниковых газов (прежде всего CO<sub>2</sub>) в энергетике будут быстро расти. О других газах тоже нельзя забывать, особенно когда мы оцениваем общий климатический эффект, и это должно делаться в CO<sub>2</sub>-эквиваленте.

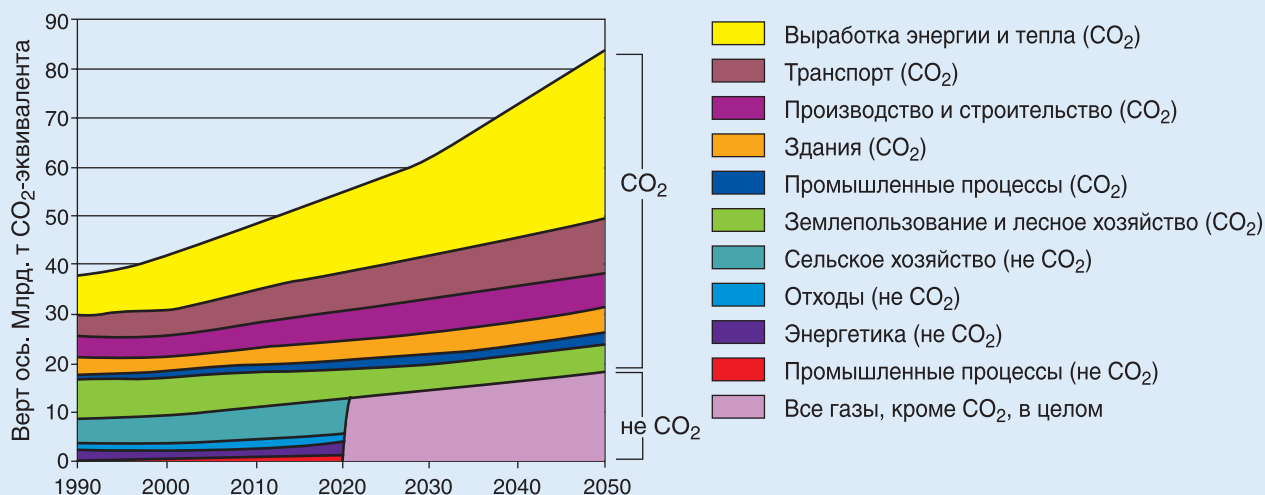
#### Сопоставление потерь ВВП на душу населения. Различные сценарии расчетов по модели PAGE2002

Климатический сценарий	Экономическое воздействие	Среднее значение (% снижения ВВП на душу населения)	Минимальное значение (уровень 5% наименьших результатов прогонов модели)	Максимальное значение (уровень 95% наибольших результатов прогонов модели)
«Базовый климат»	Рыночные воздействия	2,1	0,3	5,9
	Рыночные воздействия и риск катастроф	5,0	0,6	12,3
	Рыночные воздействия, вне рыночные воздействия и риск катастроф	10,9	2,2	27,4
«Ухудшенный климат»	Рыночные воздействия	2,5	0,3	7,5
	Рыночные воздействия и риск катастроф	6,9	0,9	16,5
	Рыночные воздействия, вне рыночные воздействия и риск катастроф	14,4	2,7	32,6

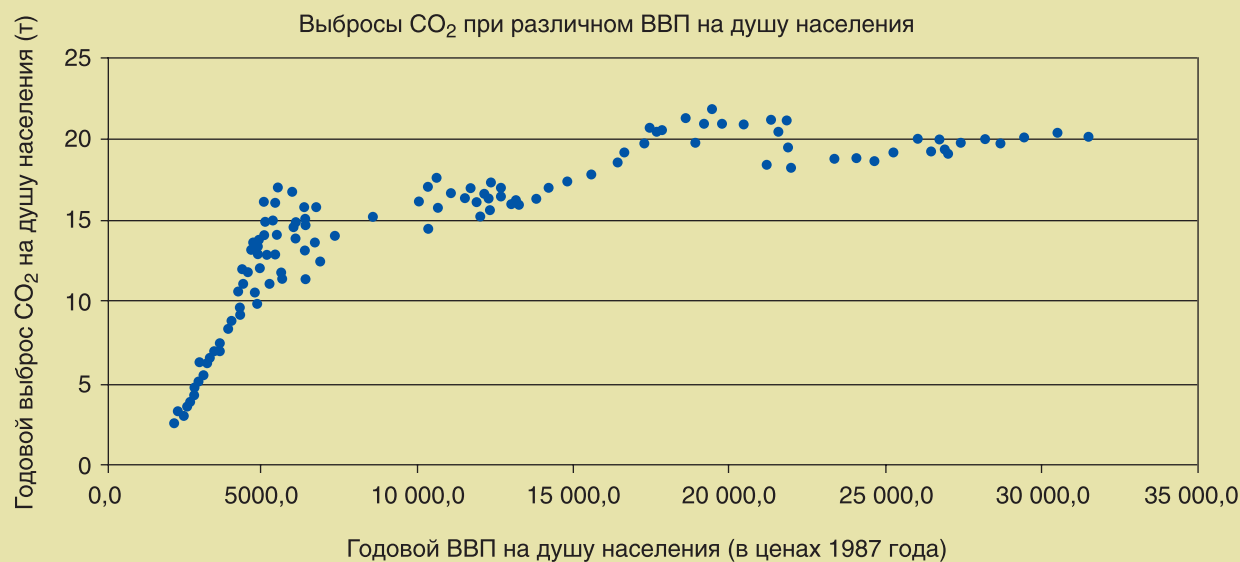
### Распределение глобальных выбросов парниковых газов по секторам экономики



### Распределение антропогенных выбросов парниковых газов по секторам мировой экономики в прошлом и будущем (при отсутствии мер по их снижению)



### Зависимость выбросов CO<sub>2</sub> от уровня жизни населения (на примере США)



Во-вторых, отсутствие связи между выбросами (потреблением топлива) и уровнем жизни населения. Анализ данных наглядно показывает, что выбросы как таковые не нужны для жизни, даже на севере, где на отопление требуется больше топлива. Явная зависимость имеется только на этапе ликвидации энергетической бедности при ВВП на душу населения до 5 тысяч долларов США (в ценах 1987 года), далее рост выбросов парниковых газов сильно замедляется и зависит в основном от структуры ВВП конкретной страны, а после 15–20 тысяч ВВП на душу населения выбросы парниковых газов постоянны.

Заметим, что неверно сравнивать рост выбросов в зависимости от скорости роста ВВП в разных странах. В большинстве случаев резкий рост ВВП вызван либо очень низким начальным уровнем энергопотребления, фактически энергетической бедностью, как это было в Китае в 70–80-е годы, либо последствиями войн и глубоких кризисов, как это было в Германии в конце 40-х годов или в США после окончания Великой депрессии.

Противники ратификации Киотского протокола в России, сравнивая рост выбросов при разной скорости роста ВВП, говорили, что удвоение ВВП приведет и к удвоению выбросов. Опыт последних 5 лет показывает, что это не соответствует действительности. Соответствующие данные приведены ниже в разделе, посвященном международным усилиям по снижению выбросов и Киотскому протоколу. Говоря коротко, ситуация в России сейчас очень позитивна. При росте ВВП на 6–7% потребление топливно-энергетических ресурсов почти не растет. С другой стороны, энергетические мощности изношены и не выносят пиковых нагрузок, осо-

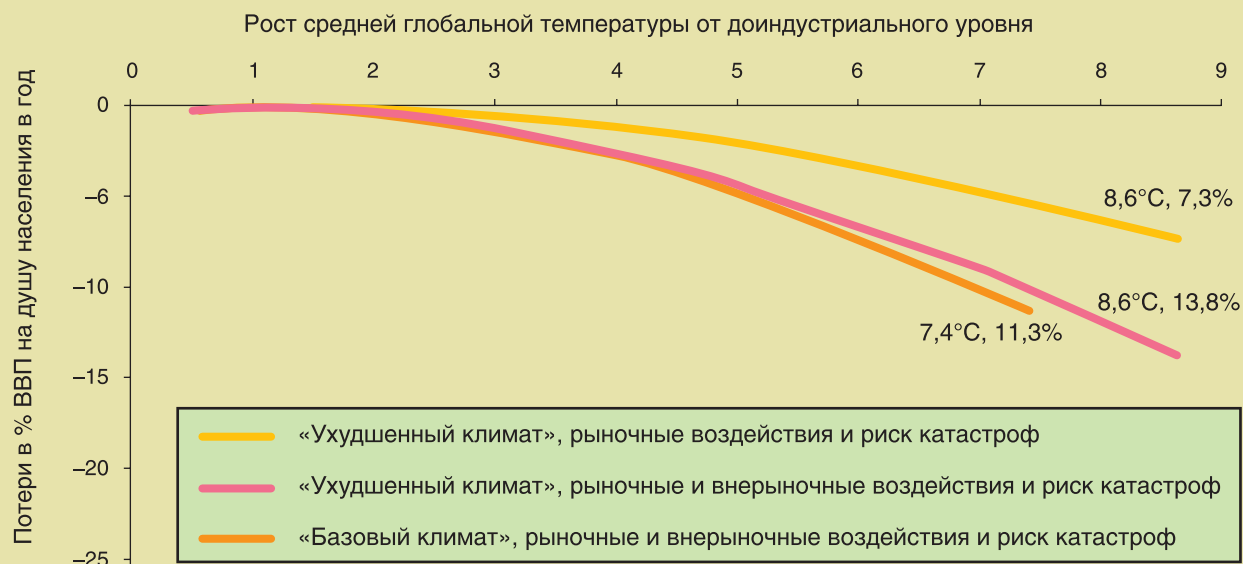
бенно в отдельных регионах, где экономическое развитие гораздо выше, чем в среднем по стране. ВВП растет за счет нефтегазового сектора, торговли и сферы услуг, не основных секторов, ответственных за выбросы. Выбросы в основном зависят от работы тепловых станций, ЖКХ и транспорта, которые в условиях снижения численности населения почти постоянны. За 2000–2004 годы выбросы выросли всего на 4%, то есть на 1% в год<sup>9</sup>.

Результаты расчетов по модели показывают важность учета внерыночных воздействий. Это почти вдвое увеличивает ущерб, равно как и риск социальных катастроф. Ухудшенный климат дает относительно меньший рост. В Докладе подчеркивается, что модельные результаты – лишь вероятностный прогноз, для них характерен достаточно большой разброс. Поэтому эти результаты следует воспринимать прежде всего как индикаторы степени воздействия.

Результаты «базового» моделирования на конец XXI века (при глобальном потеплении на 5–6°C) дают потери 5–10% мирового ВВП. Нижняя граница подразумевает учет только рыночных воздействий. Учет внерыночных воздействий повышает оценку до 11% и даже 14%, если реализуется вариант «ухудшенного климата». С учетом региональных различий для наиболее бедных стран потери возрастают до одной четверти их ВВП. Объединение всех факторов воедино позволило сделать в Докладе вывод, что уровень жизни или потребление товаров и услуг на душу населения может упасть на 20% от сегодняшнего уровня (размах оценок 5–20%).

Таким образом, изменение климата – очень дорогой и опасный груз для мировой экономики и всего человечества в целом. Но это несет боль-

### Результаты расчетов по модели PAGE2002. Средние потери ВВП на душу населения по трем сценариям экономического и климатического воздействия



шие издержки в случае, если ничего не предпринимать — не снижать выбросы заранее, не адаптироваться к изменениям и т. п. При заблаговременных действиях, которые описываются в последующих разделах, затраты и общий ущерб могут быть сильно снижены. Однако сначала надо поставить экологическую цель, а уже затем детализировать ее по мерам.

### Постановка общей цели по ограничению глобальных выбросов

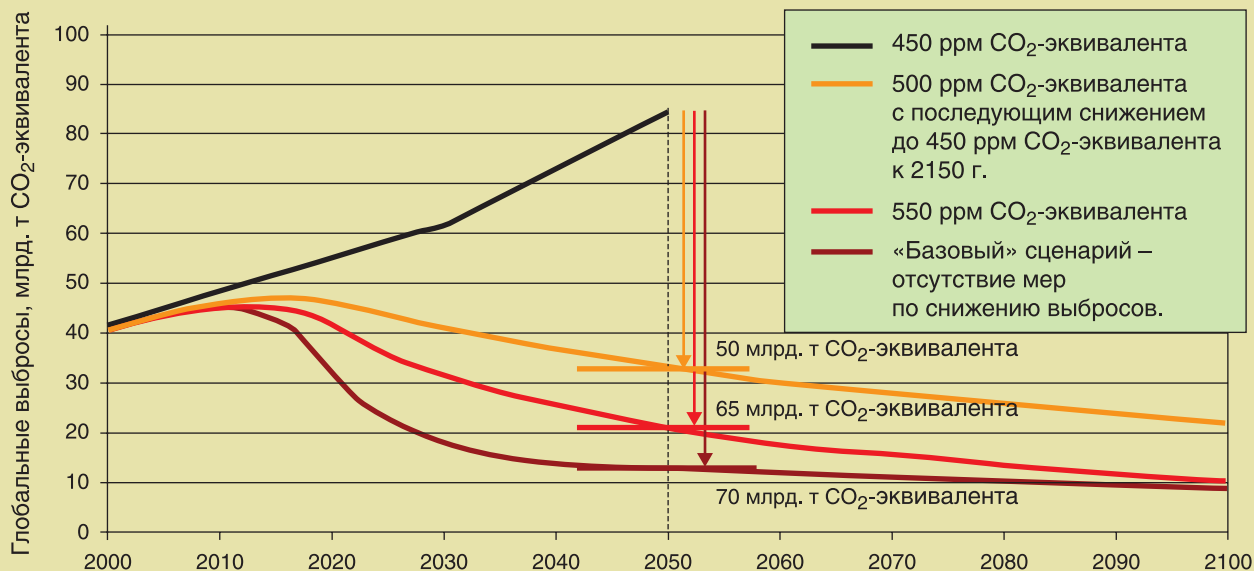
Для ограничения изменений климата в рамках от 2 до 5°C сверх доиндустриального уровня требуется стабилизировать суммарную концентрацию парниковых газов на определенных уровнях. В Докладе даны детальные расчеты того, с какой вероятностью какой уровень концентрации дает тот или иной уровень роста температуры. Для 2°C требуется 400, максимум 450 ppm. Для 3°C — 450–550 ppm. При

600–650 ppm температура, вероятнее всего, вырастет на 4°C, что приведет к очень большим потерям. Даже 3°C лучше избежать и поставить целью 2°C.

В докладе детально обсуждается, как достичь этой цели. Поскольку уже сейчас концентрации близки к 450 ppm, то единственный вариант — рост концентраций до 2030–2040 годов, а затем «плато» и снижение. Принципиально важный вывод заключается в том, что стоимость снижения сильно зависит от его темпов. Гораздо дешевле начать снижать выбросы постепенно и избежать вынужденного резкого снижения, очень дорогого для мировой экономики. Траектории глобальных выбросов прорисованы в Докладе по разным вариантам, позволяющим избежать наиболее дорогих и катастрофических последствий.

Видно, что все траектории кардинально отличаются от рутинного «обычного», или базового развития. Требуются решительные меры.

### Траектории глобальных выбросов парниковых газов: базовый сценарий и варианты стабилизации атмосферных концентраций на различных уровнях



## 4. Долгосрочное воздействие изменения климата

Изменение климата проявляется в росте средней глобальной температуры приземного слоя воздуха и активно воздействует на жизненно важные элементы человеческого благополучия. Оно является одним из решающих факторов в доступе к водным ресурсам и продуктам питания, влияет на здоровье человека и качество окружающей среды, практически определяет возможности сельского хозяйства и землепользования. Сценарии воздействия изменения климата на экономику и социальную сферу можно получить с помощью метода сравнения условий развития с наличием факта изменения климата и без него. При этом с целью полномасштабной оценки социально-экономических параметров воздействия изменения климата тщательно анализируются эффекты от предпринимаемых мер по адаптации к изменению климата, которые могут в значительной степени сократить их негативные последствия.

Одно из главных проявлений изменения климата – рост числа и масштаба стихийных бедствий. Это штормы, ураганы, наводнения и засухи, которые наносят колоссальный ущерб экономике и приводят к огромным людским потерям. Сокращение урожайности зерновых культур приведет к недостаточному снабжению продовольствием миллионов людей, в первую очередь в африканских странах. Повышение уровня Мирового океана при росте температуры на 3–4°C приведет к затоплению прибрежных районов, в которых проживают десятки и сотни миллионов людей. Серьезному воздействию подвергнется здоровье людей как за счет непосредственного влияния повышения температуры, так и за счет расширения зон риска заболевания инфекционными болезнями – малярией, лихорадкой Денге и др. Особенно уязвимыми с точки зрения изменения климата являются естественные экосистемы. При повышении температуры на 2°C от 15 до 40% видов будут находиться под угрозой исчезновения.

Социально-экономические и экологические последствия изменения климата будут носить ярко выраженный региональный характер. Это может вызывать конфликты из-за доступа к водным и продовольственным ресурсам, а также из-за пригодных для жизни земель. Беднейшие страны наиболее уязвимы и несут ущерб уже сейчас. Для ряда стран потери от катастрофических явлений, связанных с климатом, скоро могут достичь 5% ВВП, а к концу века – 15–20%. Главные проблемы относятся к сельскому хозяйству и здоровью населения, особенно в условиях его значительного роста.

Рассмотрим подробнее некоторые демонстрационные примеры возможного воздействия изме-

нения климата на различные секторы и аспекты человеческой деятельности в зависимости от роста средней глобальной температуры. Для удобства восприятия данные сведены в таблицу.

В долгосрочной перспективе вероятность того, что температура повысится более чем на 5°C, составляет больше 50%. Такое повышение будет чрезвычайно опасным – оно эквивалентно изменению средних температур с прошлого ледникового периода до наших дней. Детальное изучение региональных и секторальных последствий изменения погодных условий с использованием экономических моделей для оценки их влияния на глобальном уровне указывает на то, что даже при более умеренном уровне потепления следует ожидать серьезных воздействий на мировую экономику, человеческую жизнь и окружающую среду.

Территория Российской Федерации занимает значительную часть Евразии, простираясь от Северного Ледовитого океана на севере до Черного и Каспийского морей на юге, от Восточно-Европейской возвышенности на западе до Тихого океана на востоке. Разнообразны природные зоны России: полярно-тундровые, хвойные леса, лиственные леса, степи, лесостепи. Более 60% территории страны покрыто лесами, 67% – районы с вечной мерзлотой. Россия богата водными ресурсами, значительную часть занимают горные системы. Естественно, что при таком разнообразии природных комплексов все они подвергаются воздействию изменения климата по-своему. Все они, без исключения, чувствительны к изменению климата, но безусловное большинство естественных систем России являются уязвимыми в отношении изменения климата.

Что касается хозяйственной деятельности, то наиболее чувствительными к воздействиям изменения климата секторами являются сельское и лесное хозяйство. Уязвимы водные ресурсы, инфраструктура территорий с вечной мерзлотой. Россия относится к числу стран, сельское хозяйство которых в значительной степени зависит от колебаний и изменений климатических условий. В краткосрочной перспективе в отдельных районах улучшатся условия для ведения сельского хозяйства, но в других – ухудшатся в связи с развитием процессов опустынивания и увеличением неблагоприятных для сельского хозяйства явлений. Основным отрицательным фактором изменений климата для сельского хозяйства России является рост повторяемости засух и повышение засушливости территории южных регионов. В долгосрочной перспективе снижение урожайности в отдельных районах в 1,5–3 раза в результате увеличения частоты



Рост температуры	Водные ресурсы	Продовольствие	Здоровье	Суша	Окружающая среда	Резкие крупномасштабные воздействия
1°C	Полностью исчезают небольшие ледники в Андах, что вызывает проблемы в водоснабжении 50 миллионов человек	Незначительный рост урожайности зерновых в средних широтах	Как минимум, 300 тысяч человек ежегодно умирают от болезней, вызванных изменением климата (диарея, малярия, недоедание). Сокращается смертность в зимний период в высоких широтах (Северная Европа, США)	Таяние вечной мерзлоты вызывает повреждение зданий и дорог на части территории Канады и России	Как минимум 10% наземных видов угрожает вымирание.  80% коралловых рифов, включая Большой барьерный риф, обесцвечиваются	Начинается ослабление термохалинной циркуляции вод Атлантического океана
2°C	На 20–30% сокращаются водные ресурсы в ряде особо чувствительных регионов, например в Южной Африке и Средиземноморье	Резкое сокращение урожая сельскохозяйственных культур в тропических регионах (5–10% в Африке)	40–60 миллионов человек подвергаются риску заболеть малярией в Африке	До 10 млн. человек, проживающих в прибрежных зонах, ежегодно подвергаются риску наводнений	15–40% наземных видов угрожает вымирание. Высокий риск вымирания арктических видов, включая белого медведя и северного оленя	Начинается необратимое таяние Гренландского ледового щита, ускоряется рост уровня моря, ставя мир перед вероятностью повышения уровня на 7 м. Повышающийся риск резких изменений в циркуляции атмосферы, например изменения в муссонах.
3°C	Каждые 10 лет в Южной Европе происходят серьезные засухи. 1–4 миллиарда человек вынуждены сократить потребление воды, при этом 1–5 миллиардов проживают в зонах с риском наводнений	Под угрозой голода находится дополнительно 150–550 миллионов человек. Урожаи сельскохозяйственных культур в высоких широтах достигают максимума	От 1 до 3 миллионов человек умирает от недоедания	От 1 до 170 миллионов человек, проживающих в прибрежных зонах, ежегодно подвергаются риску наводнений	20–50% наземных видов угрожает вымирание. Например в Южной Африке: 25–60% млекопитающих, 30–40% птиц, и 15–70% бабочек. Начало исчезновения Амазонских лесов (по модельным расчетам)	Растущий риск исчезновения Западного Антарктического ледового щита. Возрастающий риск коллапса термохалинной циркуляции вод Атлантического океана
4°C	Потенциальное сокращение водных ресурсов в Южной Африке и Средиземноморье на 30–50%	На 15–35% сокращаются урожаи в Африке. Из сельскохозяйственного производства исключаются целые регионы (например часть Австралии)	В Африке до 80 миллионов человек подвергаются риску заболеть малярией	От 7 до 300 миллионов человек, проживающих в прибрежных зонах, ежегодно подвергаются риску наводнений	Гибель половины Арктической тундры. Около половины особо охраняемых природных территорий не могут справиться со своими обязанностями	
5°C	Возможно исчезновение крупных ледников в Гималаях, что влечет проблемы в водоснабжении четверти населения Китая и сотен миллионов человек в Индии	Продолжающийся рост кислотности океанов серьезно угрожает морским экосистемам и, возможно, рыбным ресурсам		Небольшие острова и прибрежные низменности (Флорида), а также крупнейшие города мира (Нью-Йорк, Лондон, Токио) находятся под угрозой затопления		
Более 5°C	Ученые предполагают, что средняя глобальная температура в случае продолжения выбросов парниковых газов такими же темпами, как сейчас повысится на величину даже большую, чем 5 или 6°C. Этот рост будет усиливаться за счет вызванных потеплением эмиссий углекислого газа из почв и метана из вечной мерзлоты. Такое повышение температуры приведет к значительным разрушениям и необходимости крупномасштабного переселения людей. Эти социальные эффекты могут оказаться катастрофическими, однако модели не могут с достаточной точностью описать их, поскольку у человечества нет опыта жизни в таких температурных условиях					

засух может привести к сокращению общей продуктивности сельскохозяйственного производства на 20–25%.

Леса России являются огромным резервуаром углерода в виде надземной и подземной биомассы растений и их остатков, гумуса и торфов. Нарушение устойчивости лесных экосистем в связи с предстоящими изменениями климата может привести к серьезным необратимым изменениям. Предполагаемые изменения климата на ближайшие десятилетия лежат в диапазоне допустимых изменений условий произрастания этих пород в естественных лесах. Однако ожидаемые климатические изменения могут нарушить установившийся ход взаимоотношений между древесными породами на стадии естественного возобновления лесов после вырубок, пожаров, в очагах болезней и вредителей. Большинство исследователей сходится в том, что в долгосрочной перспективе прогнозируемые изменения температуры могут привести к смещению к северу границ климатических зон.

Уязвимость водных ресурсов обусловлена высокой чувствительностью и незамедлительной реакцией гидрологического режима на изменения климата. Установлено, что потепление климата и рост количества атмосферных осадков в последние десятилетия на территории России оказали существенное влияние на гидрологические характеристики. В будущем на многих речных водосборах потепление климата приведет к более значительному изменению экстремальных характеристик стока.

Ожидается увеличение риска опасных паводков во многих регионах России, где прогнозируется рост стока рек. Потепление климата вызывает резкое возрастание количества воды вследствие таяния снега или ледников, что, в свою очередь, приводит к наводнениям.

Нельзя не сказать о негативном воздействии изменения климата на здоровье населения России. Повышение температуры уже способствовало расширению к северу ареала насекомых – распространителей инфекционных заболеваний – например малярийного комара и энцефалитного клеща. Это привело к случаям болезней в местностях, ранее не характерных для данных инфекций. Число дополнительных смертей от экстремальной жары в г. Москве в июле 2002 года составило 632 случая. К сожалению, с ростом температуры в будущем такие воздействия изменения климата будут только возрастать.

Несмотря на ряд относительно кратковременных выгод России как страны с холодным и суровым климатом, в средней и долгосрочной перспективе потери от воздействий изменения климата будут значительно превосходить все возможные выгоды. Поэтому уже сейчас важно предпринимать адекватные меры по реагированию и адаптации к меняющимся климатическим условиям. Необходимо при этом стремиться максимально сократить негативное воздействие на климатическую систему, всемерно ограничивая выбросы парниковых газов.

### Предполагаемые воздействия изменения климата



## 5. Адаптация к изменению климата

Изменение климата – наша реальность. Признание этого факта, к сожалению, потребовало довольно длительного времени, многих потерянных человеческих жизней, огромного ущерба для окружающей среды. Потери мировой экономики от воздействий изменения климата уже составили триллионы долларов. Конечно, хорошо, что понимание и международный консенсус достигнуты, но явление изменения климата – инерционный процесс. Его нельзя остановить мгновенно и сегодня же прекратить все выбросы парниковых газов в атмосферу. Человечество должно осознать, что длительное время ему придется существовать в условиях меняющегося климата, а это – более высокая средняя глобальная температура, участившиеся и более масштабные стихийные бедствия, деградация естественных экосистем. Человеку придется приспосабливаться к жизни в этих условиях. Адаптация к изменению климата и сокращение выбросов парниковых газов – важнейшие элементы глобальной климатической политики.

Сегодня все страны мира так или иначе вынуждены принимать меры, чтобы минимизировать ущерб от имеющегося негативного воздействия изменения климата. Существует целый ряд определений термина «адаптация к изменению климата», но все они сводятся к следующему: «адаптация к изменению климата означает приспособление природных и антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое воздействие изменения климата или его последствия, которое позволяет

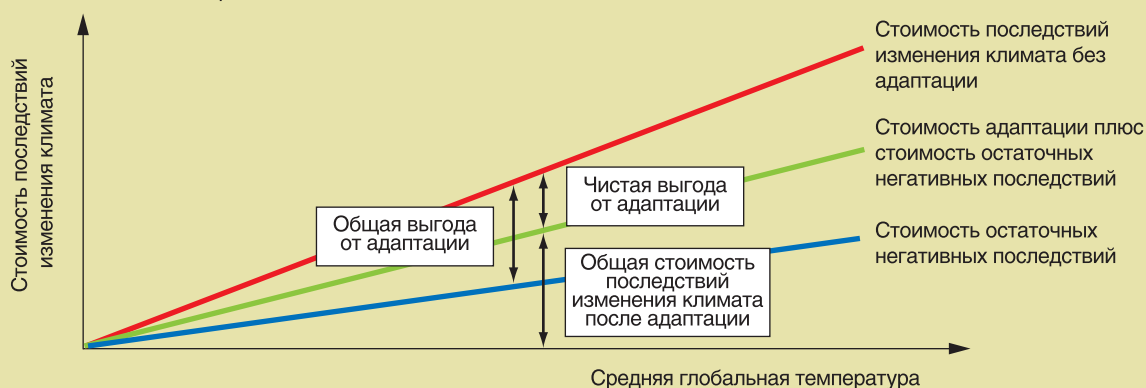
снизить вред и использовать благоприятные возможности».

Естественные системы реагируют на последствия изменения климата спонтанно. Реакция этих систем на воздействия является противодействием экологических и иных природных систем на стресс, вызванный изменившимися условиями. Адаптация может ослабить многие отрицательные последствия изменения климата и усилить благоприятные последствия, но это будет связано с расходами и не предотвратит все виды ущерба. Адаптация является стратегией, которая необходима на любом уровне для дополнения мер по смягчению изменения климата.

Активное проведение широкомасштабных мер по адаптации способно смягчить социально-экономические последствия, но предотвратить само изменение климата оно не может. При этом имеются определенные ограничения, при которых адаптация становится невозможной. Эти ограничения, например, для естественных экосистем определяются скоростью изменений климата, при которой виды могут приспособиться к новым условиям или же мигрировать. Для человеческого общества ограничения могут определяться величиной подъема уровня моря, вследствие которого некоторые национальные государства могут исчезнуть с лица Земли. Чем дольше мировое сообщество будет откладывать принятие жестких мер по сокращению выбросов парниковых газов, тем дороже будут меры по адаптации, которые необходимо предпринимать в обязательном порядке.

### Роль адаптации в сокращении негативных последствий изменения климата

Адаптация будет сокращать последствия негативных изменений климата (и увеличивать позитивные), но почти всегда будут проявляться остаточные негативные последствия, часто очень значительные. Общая выгода от адаптации состоит в возможности избежать негативных воздействий. Чистая выгода от адаптации будет выражаться в стоимости негативных последствий, которые удалось избежать за вычетом стоимости мер по адаптации. Стоимость остаточных негативных воздействий плюс стоимость мер по адаптации составляют стоимость последствий изменения климата после адаптации.



Для простоты восприятия зависимости цены от температуры показаны на рисунке как линейные, но в действительности, если стоимость последствий изменения климата с ростом температуры возрастает, то чистая прибыль от адаптации падает.

Для промышленно развитых стран меры по адаптации могут заключаться в снижении ущерба от экстремальных погодных явлений, таких как штормы, наводнения и волны жары. Создание дополнительного адаптационного потенциала в странах ОЭСР может потребовать от 15 до 150 миллиардов долларов США (0,05–0,5% ВВП) в зависимости от роста температуры. В развитых странах прогресс в осуществлении адаптационной политики в настоящее время находится в начальной стадии. Это касается и хорошо развитых рыночных структур с высоким потенциалом адаптации. Несмотря на наибольшую готовность, частный сектор не может нести всю полноту ответственности за адекватное реагирование на изменение климата. Государство должно определить четкие ориентиры адаптационной политики для граждан и компаний на средне- и долгосрочную перспективу.

Развивающиеся страны, а среди них самые бедные, являются наиболее уязвимыми к изменению климата. Достаточный экономический потенциал, возможности его неуклонного роста являются определяющим фактором для возможности принятия адаптационных мер в развивающихся странах. Наибольшие усилия должны быть сконцентрированы в следующих областях: обеспечение экономического роста и диверсификации экономической деятельности, инвестирование в здравоохранение и образование, улучшение управления в борьбе со стихийными бедствиями, деятельность структур социального обеспечения для беднейших слоев населения. Действия по адаптации должны быть интегрированы в политику развития и планирования на каждом уровне. Оценить затраты на адаптацию в развивающихся странах представляется весьма затруднительным в силу больших неопределенностей в степени воздействия изменения климата. Однако в любом случае эти затраты измеряются десятками миллиардов долларов. В этой связи чрезвычайно важной становится своевременная и существенная помощь промышленно развитого мира беднейшим странам.

Россия, как и все страны мира, уже столкнулась с негативными проявлениями изменения климата. Учитывая, что значительная часть нашей страны располагается в арктических и субарктических регионах, где рост температуры гораздо выше средней, роль адаптации к новым климатическим условиям весьма велика. Около 67% территории России находится в районах вечной мерзлоты. Вся инфраструктура данных регионов создавалась с учетом этой особенности. С повышением температуры мерзлые грунты начинают оттаивать, разрушая здания, дороги, трубопроводы и прочие

сооружения. Вполне очевидно, что, учитывая прогнозы роста температуры, имеется возможность просчитать степень воздействия на состояние вечной мерзлоты и разработать программу адаптационных мероприятий для данных регионов. Такие программы необходимо не только разрабатывать на перспективу, но и осуществлять сегодня в сельском, лесном и водном хозяйстве. Особого внимания заслуживают меры по адаптации в сфере здравоохранения. Распространение возбудителей инфекционных заболеваний, воздействие экстремальных температур, растущая угроза стихийных природных явлений значительно увеличивают риски для здоровья и жизни людей. Так, максимальный уровень заболевания клещевым энцефалитом вырос с 4,1–4,5 случаев заболевания на 100 тысяч человек в 1960-х годах до 6,8–7,0 на 100 тысяч человек в 1990-х годах. Исследования, проведенные профессором Б. А. Ревичем<sup>1</sup>, показывают, что в результате прогнозируемого роста температуры и связанных с ним негативных эффектов дополнительная смертность в городах России может составить величину от 4 до 28 тысяч в год. Меры по адаптации к отрицательным воздействиям изменения климата на здоровье населения страны могут включать следующие действия<sup>2</sup>:

- совершенствование общественного здравоохранения,
- профилактика заболеваний,
- усиление эпидемиологического надзора за инфекционными болезнями,
- программы ужесточения медико-санитарного контроля,
- повышение готовности к стихийным бедствиям,
- улучшение контроля за водными ресурсами и загрязнением окружающей среды,
- подготовка ученых и специалистов в области здравоохранения,
- внедрение защитных технологий – улучшение очистки воды и
- вакцинация населения.

Все страны в мире находятся под воздействием изменения климата, но степень последствий и наиболее уязвимые секторы экономики в разных странах отличаются. Где-то надо строить дамбы и переселять население, реагируя на риск наводнений, где-то переходить на новые системы в земледелии, а где-то, как у нас, реагировать на деградацию вечной мерзлоты. Однако повсеместно меры по адаптации и своевременному реагированию на специфические проявления негативных последствий изменения климата позволят сохранить человеческие жизни и сократить экономический ущерб от воздействий.

## 6. Что делать? Снизать выбросы. Цена сокращений

В настоящее время продолжается и неудержимо растет концентрация парниковых газов в атмосфере. Этот процесс на 90% обусловлен хозяйственной деятельностью человека. Данные факты не оставляют сомнений в том, что мировое сообщество должно принять меры, чтобы смягчить настоящее и будущее изменение климата. Значительное, но постепенное сокращение выбросов парниковых газов является единственным возможным ответом человечества на глобальный вызов изменения климата. Различные меры, получившие название «геоинженеринг», например работы по смещению орбиты Земли с помощью космических ядерных взрывов, рассеивание сульфатных аэрозолей в верхних слоях атмосферы и стратосфере, не могут рассматриваться серьезно, если, конечно, человек еще готов побороться за жизнь на этой планете, а не собирается вовсе покончить с ней. Сейчас в мире достигнут консенсус в том, что сокращение выбросов в любом случае – это благо и для человека, и для окружающей среды. Остаются несогласованными лишь вопросы распределения ответственности за оплату таких сокращений.

Когда, сколько и кто должен платить – это на настоящий момент ключевые вопросы мировой политики, направленной на смягчение изменения климата. Для того чтобы найти ответы, необходимо определиться с тем уровнем концентрации парниковых газов в атмосфере, который можно признать приемлемым и для климата, и для экономики. Знание этой величины и признание ее глобальной

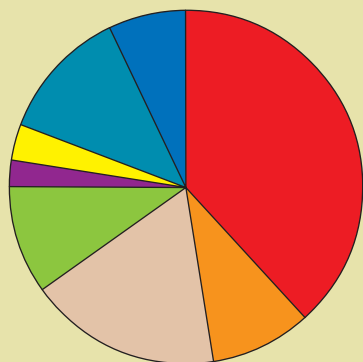
целью в борьбе с изменением климата позволит оценить затраты на осуществление мер по ее достижению. В последние годы в качестве такой цели рассматриваются значения концентраций парниковых газов в атмосфере в диапазоне 450–550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента.

Чтобы достичь желаемой цели, например в 550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента, потребуются значительные сокращения выбросов в течение продолжительного времени. Так, при условии достижения максимума выбросов в 2015–2025 годах, в последующие годы потребуется их сокращение не меньше чем на 1–3% ежегодно. При таком подходе уровень выбросов в 2050 году будет на 25–75% ниже современного, но и цель в 550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента будет достижима. Следует учесть, что такие действия по сокращению выбросов должны осуществляться в условиях продолжающегося экономического роста в глобальном масштабе. По имеющимся оценкам мировой ВВП в 2050 году должен превзойти современный в 3–4 раза. Следовательно, углеродоемкость единицы ВВП в условиях сокращения выбросов должна сократиться на соответствующую величину.

Имеющиеся оценки необходимых расходов по сокращению выбросов парниковых газов к 2050 году на величину около 75% по сравнению с нынешним уровнем свидетельствуют о необходимости затрат мирового ВВП в диапазоне от –1% (нетто-прибыль) до +3,5% (затраты) ежегодно. Осредненная оценка дает цифру в 1%. Достаточно широкий диапазон

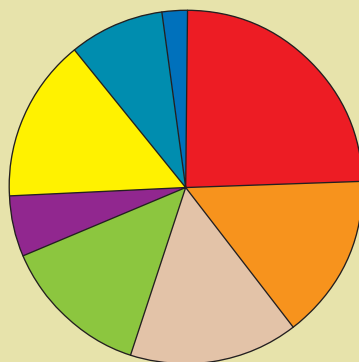
### Роль адаптации в сокращении негативных последствий изменения климата

Вклад различных технологий  
в сокращение выбросов в 2025 году



Сокращение 11 Гт CO<sub>2</sub>

Вклад различных технологий  
в сокращение выбросов в 2050 году



Сокращение 43 Гт CO<sub>2</sub>

- энергоэффективность
- улавливание и захоронение углерода
- атомная энергетика
- биотопливо
- солнечная энергия
- ветровая энергия
- гидроэнергетика
- децентрализация в производстве тепла и энергии



оценок определяется высокой степенью неопределенности в сфере развития инновационных низкоуглеродных технологий, а также скорости роста цен на углеводородное сырье. При этом затраты на сокращение выбросов парниковых газов будут различными в зависимости от того, где эти сокращения произведены. Понятно, что стоимость мер по сокращению выбросов 1 т углекислого газа энергетической установкой в высокоэффективной экономике развитой страны и в развивающейся экономике будут различными. В первом случае цена может быть в десятки раз больше. Стоимость мер по снижению выбросов парниковых газов включает в себя: 1) расходы по разработке и внедрению высокоэффективных технологий, позволяющих снижать эмиссии; 2) затраты потребителей по переходу с товаров и услуг, при изготовлении которых использовались процессы с высоким уровнем выбросов парниковых газов, на низкоэмиссионную продукцию.

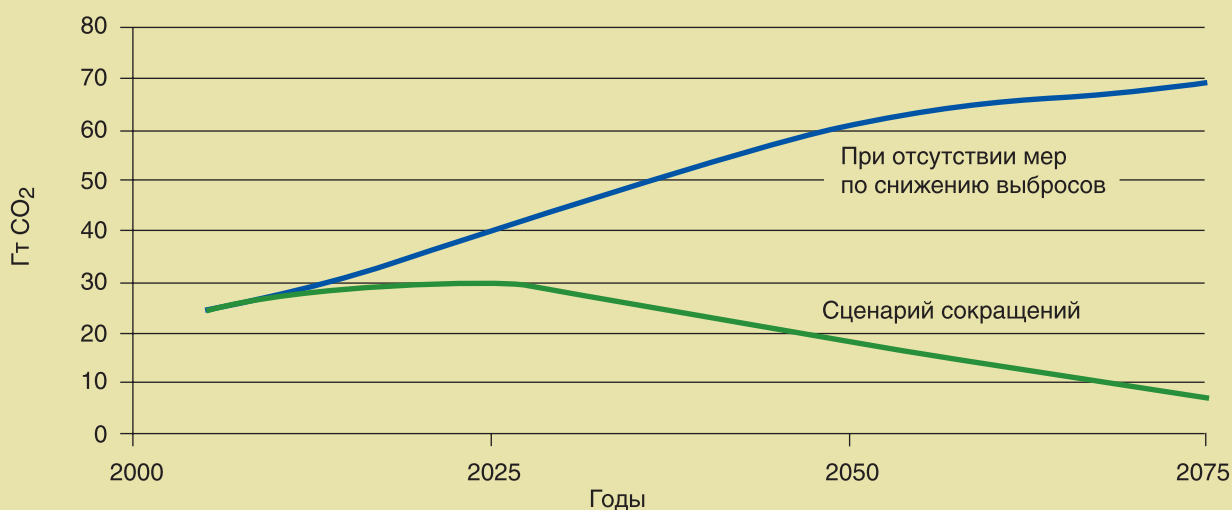
Переход на такую модель экономики требует осуществления широкомасштабных мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов от сжигания ископаемых видов топлива. Это может быть достигнуто с помощью таких мер, как сокращение спроса на высокоуглеродную продукцию, повышение энергоэффективности, низкоуглеродные технологии. Сокращение спроса на высокоуглеродную продукцию предусматривает включение в цену товара составляющей, которая отражает степень использования производств с высоким уровнем выбросов парниковых газов. Чем больше выбросов, тем выше эта составляющая и следовательно, выше цена. Индивидуальные потребители и частные компании будут реагировать на это ес-

тественным выбором более дешевой низкоэмиссионной продукции. Например, вычисления, сделанные для Великобритании, демонстрируют, что при введении углеродной составляющей в цену товара размером в 30 долларов США за 1 т выбросов углекислого газа розничные цены вырастут в среднем на 1%. Но это в среднем, а там, где таких тонн больше, и цена возрастет больше. Понятно, что покупатель будет вынужден ориентироваться на менее углеродоемкую продукцию. Повышение уровня знаний и понимание проблемы изменения климата также существенным образом влияет на спрос. Однако один лишь фактор снижения спроса на высокоуглеродную продукцию не сможет решить проблему сокращения выбросов парниковых газов.

Повышение энергоэффективности предоставляет возможность, сокращая выбросы парниковых газов, сберегать энергию и ресурсы. Использование меньшего количества топлива при производстве тепла для поддержания в зданиях заданной температуры или меньшее потребление бензина автомобилем, являются простейшими примерами более высокой энергоэффективности. Потенциал мер по сокращению выбросов парниковых газов за счет более эффективного использования энергии весьма высок. За прошедшее столетие энергоэффективность в развитых странах возросла в десятки и более раз. Так, исторические исследования производства электроэнергии в Великобритании показывают, что в 1891 году расходовалось 10–25 фунтов угля для производства 1 кВт/ч, в 1947-м – 1,5, в наши дни – 0,7 фунта. По данным Международного энергетического агентства, меры по энергоэффективности позволят сокращать еже-

## Сценарии выбросов

Выбросы, связанные со сжиганием ископаемого топлива:  
при отсутствии мер по снижению выбросов и сценарий снижения выбросов (Гт CO<sub>2</sub>).



годные выбросы парниковых газов к 2050 году на величину до 16 Гт  $\text{CO}_2$ -эквивалента.

Наряду с мерами по энергоэффективности необходимо разрабатывать и внедрять широкий спектр низкоуглеродных технологий.

В настоящее время уже имеются такие более эффективные и чистые технологии в различных отраслях: в производстве тепла и энергии, на транспорте, в промышленности и др. Но, к сожалению, во многих случаях они дороже, чем традиционные технологии, основанные на сжигании ископаемого топлива. Их стоимость в будущем может сокращаться, но в этом процессе имеются существенные неопределенности. Среди этих технологий значительное место занимают возобновляемые источники энергии – ветроэнергетика, приливные станции, солнечные батареи, гидроэнергетика, использование биотоплива. Особое место занимает ядерная энергетика в силу неоднозначного отношения к ней как отдельных людей, так и целых государств. Широко обсуждается в последнее время возможность развития технологии по улавливанию и захоронению углерода. Привлекательность такого решения состоит в том, что если эта технология найдет широкое применение, она позволит продолжать широко использовать ископаемые виды топлива в средне- и долгосрочной перспективе. По данным МГЭИК, потенциал захоронения углерода в геологических структурах составляет от 1700 до 11 100 Гт  $\text{CO}_2$ -эквивалента. Это равнозначно изъятию из атмосферы такого количества  $\text{CO}_2$ , которое было выброшено при сжигании ископаемого топлива в течение 70–450 лет.

Существует целый ряд исследований, которые используют технологический подход для определе-

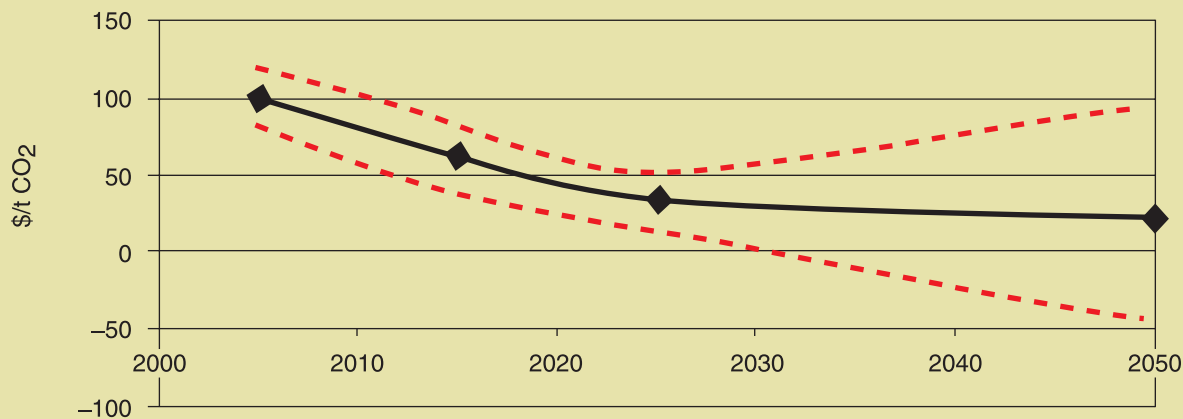
ния стоимости мер по сокращению выбросов парниковых газов от сжигания ископаемого топлива. Международное энергетическое агентство провело свое исследование, которое показало относительно невысокие затраты на сокращение выбросов. Данное исследование предполагает, что выбросы от сжигания ископаемого топлива сначала будут возрастать, а впоследствии будут снижаться до величины в 18 Гт  $\text{CO}_2$  в год к 2050 году за счет комбинированного использования мер по энергоэффективности и низкоуглеродных технологий.

Анализ возможных сокращений выбросов основан на технологическом подходе и подразумевает сокращение выбросов парниковых газов на величину около 75% от нынешнего уровня к 2050 году. Анализ предполагает, что в этот год на сокращение выбросов будет тратиться около 1 триллиона долларов США, что составит приблизительно 1% мирового ВВП. Средняя стоимость сокращения 1 т углерода при таком подходе определяется путем вычисления стоимости сокращений при использовании каждой технологии в сравнении стоимости адекватных сокращений, которые были бы достигнуты при сжигании ископаемого топлива.

Данный рисунок демонстрирует предполагаемое снижение стоимости сокращения выбросов 1 т углерода почти наполовину в предстоящие 20 лет. Затем стоимость сокращения снизится еще на треть к 2050 году. Однако долгосрочные оценки перехода на низкоуглеродные технологии дают очень широкий разброс значений, что и подтверждает приведенный рисунок.

Кроме мер, направленных на снижение выбросов парниковых газов в результате сжигания ископаемо-

**Средняя стоимость сокращения выбросов от сжигания ископаемого топлива до величины 18 млрд т  $\text{CO}_2$  в 2050 году**



Вычисления произведены с использованием метода Монте-Карло. Для каждой технологии определялся диапазон возможных цен. Будущие цены на нефть оценивались как диапазон от 20 до 80 долларов за баррель, цены на природный газ – 2–6 фунтов стерлингов за гигаджоуль выработанной энергии. Это привело к неопределенности в оценках, показанной красными пунктирными линиями.

го топлива, значительный потенциал сокращений заложен в деятельности человека, связанной с лесным и сельским хозяйством. Нетопливные эмиссии парниковых газов в настоящее время оцениваются в 40% глобального уровня выбросов. Почти 20% (8 Гт  $\text{CO}_2$ ) мировых выбросов углекислого газа обусловлено процессами сведения лесов. Посадка новых лесов может привести к дополнительному связыванию как минимум 1 Гт  $\text{CO}_2$  в год. Стоимость одной тонны  $\text{CO}_2$  при этом оценивается в 5–15 долларов за 1 тонну  $\text{CO}_2$ . По данным МГЭИК, потенциал поглощения углекислого газа при посадке новых лесов составляет от 4 до 6 Гт  $\text{CO}_2$  в год в период с 1995 до 2050 года, 70% данного потенциала приходится на страны тропического пояса. Изменения в практике сельскохозяйственного производства и землепользования могут привести к сокращению выбросов на величину в 1 Гт  $\text{CO}_2$  в год к 2020 году, также имеются оценки сокращения 1 Гт

$\text{CO}_2$  в год к 2030 году. Стоимость сокращения 1 т  $\text{CO}_2$  составляет 20 долларов.

Приведенные выше данные исследований и основанные на них оценки потенциала сокращения антропогенных выбросов парниковых газов позволяют с осторожным оптимизмом смотреть на будущее развитие человечества. При доброй политической воле руководителей стран, разумной экономической политике крупных частных корпораций и, безусловно, готовности каждого человека немного изменить модель своего поведения преодоление проблемы изменения климата не кажется такой уж неосуществимой. В любом случае затраты на сокращение выбросов парниковых газов, произведенные сейчас и в ближайшие годы, будут несравненно меньше затрат на борьбу с негативными или даже катастрофическими последствиями изменения климата в будущем.

## 7. Возможности сопряженных выгод снижения выбросов

Осуществление климатической политики, направленной на сокращение выбросов парниковых газов, приводит к структурной перестройке в энергетике и других высокоуглеродных отраслях экономики. Переход к глобальной экономике с низким уровнем выбросов парниковых газов открывает новые возможности в самом широком спектре человеческой деятельности. Развитие низкоэмиссионной экономической модели само по себе является глобальной выгодой, сопутствующей целенаправленному и системному сокращению выбросов парниковых газов за счет экономических и экологических эффектов от снижения объемов сжигания ископаемых видов топлива. Современный рынок энергетике, основанной на возобновляемых источниках, оценивается экспертами в 38 миллиардов долларов. Число занятых в данной отрасли людей достигает по всему миру 1,7 миллиона. В 2005 году прирост этого сектора в энергетике составил приблизительно 25%. Некоторые отрасли показывают еще больший и быстрый рост. Так, количество установок, работающих на солнечных батареях, в 2005 году показало рост на 55%. Потенциал рынка низкоуглеродной энергетической продукции оценивается в 500 миллиардов долларов в год к середине XXI столетия.

В сфере финансов большие возможности связаны с торговлей сокращенными выбросами – квотами на выбросы, чистой энергетикой, страхованием. Кроме того, мероприятия по сокращению выбросов парниковых газов сопровождаются сокращением выбросов традиционных загрязнителей атмосферы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , твердые частицы), что благотворно сказывается на здоровье человека и состоянии окружающей среды. Исследования, проведенные Европейским экологическим агентством, показывают, что выполнение мероприятий по снижению выбросов парниковых газов, требующихся для удерживания повышения глобальной температуры в пределах  $2^\circ\text{C}$ , приведут в Европе к сокращению расходов на здравоохранение на 16–46 миллиардов евро в год.

Локальное загрязнение воздуха серьезно влияет на здоровье населения, а следовательно, и на качество жизни. Эти воздействия особенно сильны в развивающихся странах, где местное загрязнение атмосферного воздуха по воздействию на здоровье может сравниться с такими негативными явлениями, как недоедание, недостаточное снабжение водой, плохая санитария. При сокращении выбросов парниковых газов, например в Китае, на 10–20% от нынешнего уровня выгоды от сокращения загрязнения воздуха традиционными загрязнителями превзойдут затраты.

Неправительственная экологическая организация «Защита природы» провела в 2002 году крупномасштабные исследования сопряженных выгод для Российской Федерации. Эти исследования были направлены на анализ экологических и экономических выгод, которые могут быть получены наряду с сокращением выбросов парниковых газов. Исследования показали, что целенаправленные мероприятия по снижению выбросов парниковых газов (преимущественно  $\text{CO}_2$  в энергетике) приводят к дополнительным выгодам. Они заключаются в снижении загрязнения окружающей среды, в первую очередь атмосферного воздуха, многими опасными для здоровья веществами. Речь идет о сокращении выбросов: мелкодисперсных частиц (PM10), диоксида серы, полиароматических углеводородов (ПАУ), в частности бенз(а)пирена, ряд тяжелых металлов и др. Основное внимание было уделено анализу политики и технологий по снижению выбросов парниковых газов при производстве электрической и тепловой энергии, включая муниципальные системы теплоснабжения. Также были рассмотрены выгоды от широкомасштабного использования древесного топлива в технологических процессах целлюзно-бумажного производства.

Исследования проводились в городах Европейской части России, которые находятся в различных климато-географических зонах: Центр России (г. Москва), Северо-Запад (г. Великий Новгород), Север (Новодвинск и Вельск Архангельской области), Поволжье (г. Нижний Новгород) и Центрально-черноземный регион (г. Воронеж). Эти города значительно различаются по уровню экономического развития и числу населения. Однако у них много общего в функционировании систем производства и потребления электрической и тепловой энергии. Большое внимание уделялось возможностям снижения выбросов углекислого газа от замещения угля и мазута природным газом, а также улучшению работы муниципальных систем теплоснабжения.

Был сделан вывод, что создание эффективной системы управления выбросами парниковых газов позволяет дополнительно предотвратить рост выбросов традиционных атмосферных загрязнителей. Сегодня вклад выбросов от сжигания топлива в общий риск здоровью составляет примерно 10–25%. Однако при отсутствии эффективной стратегии регулирования выбросов эта величина может возрасти до 50% и более. Эти исследования подтвердили, что мероприятия по повышению энергоэффективности, энергосбережению, переходу на более чистые источники энергии содействуют снижению заболеваемости и смертности населе-

ния от загрязнения атмосферы вредными примесями. Осуществление мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов в широких масштабах, предусмотренных Киотским протоколом, позволяет предотвратить риск смертности в России от загрязнения атмосферного воздуха на 40 000 случаев в год.

#### **Оценки снижения риска смертности за счет сокращения выбросов веществ, сопутствующих выбросам парниковых газов**

Исследование показало, что не всегда существует линейная связь между снижением выбросов парниковых газов и риском здоровью. Более важным оказалось то, какое топливо замещалось. Особенно большой эффект для здоровья давало замещение угля газом.

Следует отметить еще ряд сопряженных экономических выгод, которые могут быть достигнуты при осуществлении мер по сокращению выбросов парниковых газов в Российской Федерации:

- повышение капитализации российских компаний за счет появления в их балансе углеродной составляющей от проектов совместного осуществления Киотского протокола. Это означает повышение кредитоспособности и инвестиционной

привлекательности компаний и реализуемых ими инвестиционных проектов;

- привлечение сопутствующих инвестиций в проекты, имеющие эффект в виде снижения выбросов парниковых газов («эффект рычага» для софинансирования инвестиционных проектов);

- развитие инфраструктуры углеродного рынка в России, в том числе в секторе услуг (аудит, консалтинг, страхование, банковское кредитование и т. д.);

- дополнительные доходы от роста цен на экспортируемый из России природный газ (газ – менее углеродоемкое топливо, при его сжигании по сравнению с углем и мазутом выбросы парниковых газов ниже на 40%), а также энергоемкую продукцию (металлы, электроэнергия и др.);

- создание реальных стимулов для развития и внедрения наукоемких технологий, увеличение занятости в этом секторе.

Создание в России системы управления выбросами парниковых газов приведет к получению долгосрочных экономических и экологических выгод. А связанное с этим сокращение выбросов наиболее распространенных загрязнителей атмосферного воздуха будет иметь незамедлительный положительный эффект для здоровья населения страны.

Страна/сектор/город	Предотвращенных случаев смерти в год	Сокращение выбросов CO <sub>2</sub> (тысяч т)	Предотвращенная смертность на 100 тысяч населения
Россия	40 000		28
Москва	850	3 600	55
Воронеж	1 130	220	120
Нижний Новгород	277	1 700	28
Великий Новгород	51	1 100	21
Вельск	40	50	150
Новодвинск	16	1 000	140



## 8. Как справедливо поделить груз перемен?

Результаты последних научных исследований свидетельствуют о том, что потепление на 3°C по сравнению с доиндустриальной эпохой уже вызывает угрожающие потери в экологических системах и негативные воздействия на жизнь людей. В качестве допустимого уровня роста средней глобальной температуры в большинстве работ рассматривается уровень в 2°C. Расчеты Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) показывают, что при всей неопределенности оценок максимально допустимая при этом концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере равна 500–550 ppm. При таком росте концентрации в 2050 году выбросы должны составлять величину 9 млрд т углерода в год (имеются в виду выбросы парниковых газов, выраженные в CO<sub>2</sub>-эквиваленте, а затем пересчитанные на углерод, 1 т углерода = 44/12 т CO<sub>2</sub>), в то время как в 2000 году выбрасывалось 8 млрд т углерода. Такой сценарий выбросов предполагает, что в ближайшие 10–20 лет выбросы в развивающихся странах будут расти, а выбросы почти во всех развитых странах сокращаться.

В дальнейшем выбросы крупнейших развивающихся стран стабилизируются. С 30–40 годов XXI столетия они должны начать сокращаться в результате интенсивного развития мировой экономики только на основе новых низкоуглеродных технологий и мер по повышению энергоэффективности и энергосбережения. Осуществление на практике такого сценария невозможно без устойчивого глобального экономического роста (примерно на 2,5% в год).

Формулирование цели глобальной климатической политики, безусловно, является стратегически важным шагом. Однако первым и основополагающим решением должно быть признание факта, что серьезные действия необходимо предпринять незамедлительно. Задержка с принятием мер на 20–30 лет может многократно увеличить цену негативных последствий изменения климата и даже привести к тому, что цель по стабилизации выбросов на уровне 550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента окажется недостижимой.

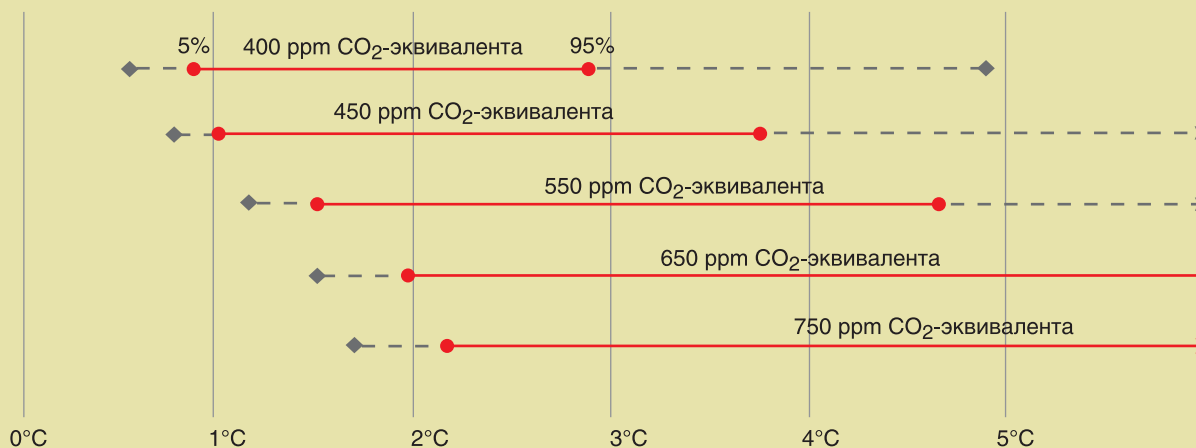
Ниже на рисунках видно, как относительно невысокая стоимость мер по сокращению выбросов парниковых газов возрастает со временем при разных сценариях действий. Представленные на рисунках графики отображают разницу между сценарием осуществления мер по сокращению выбросов парниковых газов для достижения уровня концентрации в 550 ppm CO<sub>2</sub> и сценарием обычной практики, то есть без специальных мер по достижению глобальной климатической цели.

Приведенные графики наглядно подтверждают тот факт, что чем дольше будет продолжаться период непринятия специальных мер по сокращению выбросов парниковых газов, тем большая доля мирового ВВП будет тратиться на преодоление негативных последствий изменения климата.

По достижении консенсуса по цели глобальной климатической политики очень важно найти согласие по вопросу участия каждой страны мира в ее реализации. Наивно полагать, что в современной

### Концентрации парниковых газов в атмосфере и рост средней глобальной температуры

Стабилизационный уровень (в CO<sub>2</sub>-эквиваленте) и соответствующее повышение температуры



Предполагаемое изменение температуры (по сравнению с доиндустриальной эпохой)

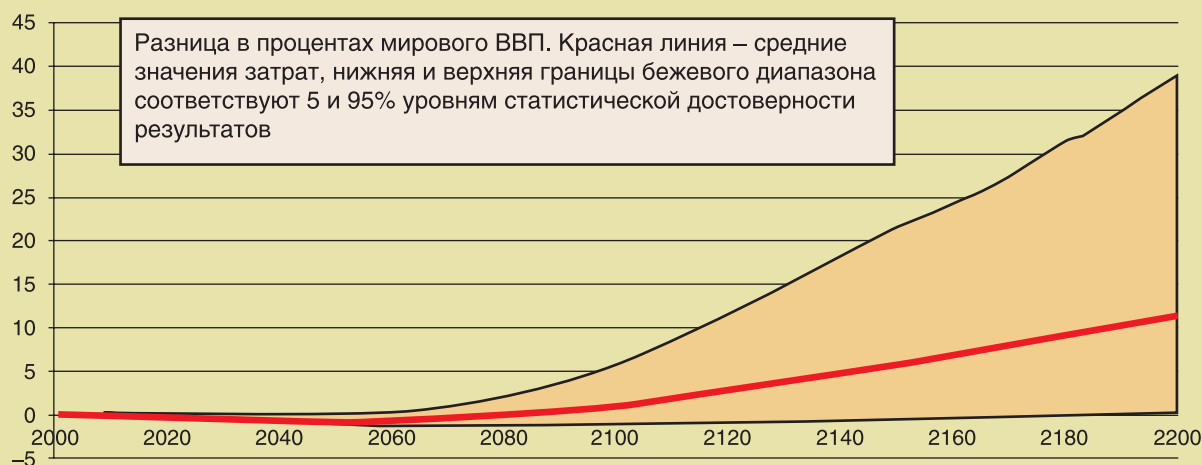
Левая (5%) и правая (95%) границы диапазона показывают, с какой вероятностью достигается ограничение температуры на определенном уровне

действительности, в условиях набирающей все больший и больший ход глобализации, кто-то сможет «отсидеться» и переждать неблагоприятный период в жизни человечества. Все страны мира будут вынуждены предпринимать меры по борьбе с изменением климата. Важно отметить, что затраты на реализацию мер по сокращению выбросов парниковых газов и адаптации к изменению климата должны и будут существенно различаться в разных странах. Крупнейшие страны мира уже прилагают серьезные усилия по борьбе с изменением климата. Так, например, Европейский союз создал крупнейшую в мире межгосударственную систему торговли квотами на выбросы парниковых газов. Данная система уже способствовала увеличению инвестиций в низкоэмиссионные технологии как в Европе, так и в развивающихся странах. Китайский 11-й пятилетний план предусматривает весьма амбициозные цели по сокращению энергоемкости ВВП на 20% в период с 2006 по 2011 год. Индия

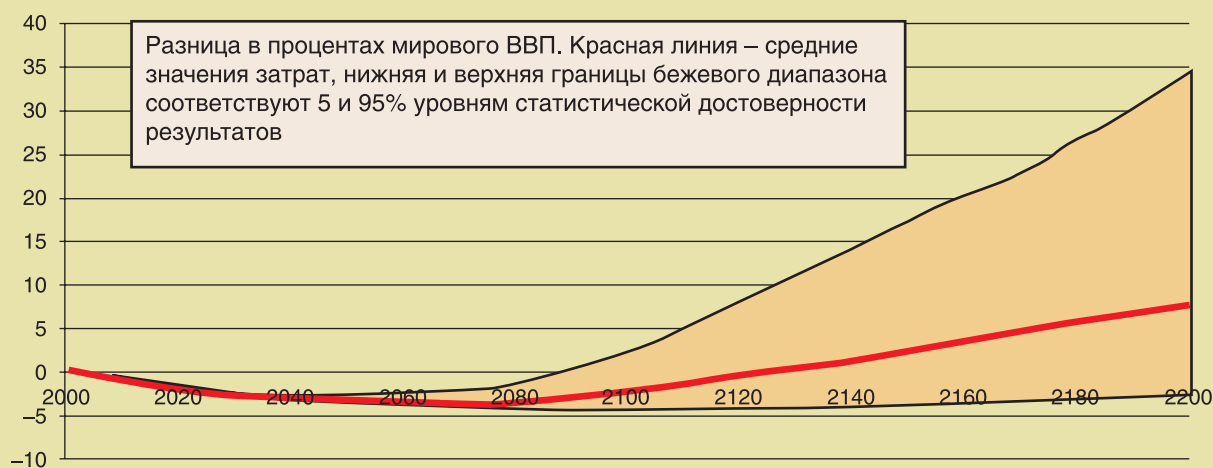
увеличивает долю возобновляемых источников энергии в балансе страны, поощряет меры по энергоэффективности.

Следующий раздел рассматривает международные усилия по снижению выбросов. Они пока не сведены к общему знаменателю долгосрочной глобальной политики, необходимость которой особо подчеркивается в докладе. Главная проблема состоит в том, чтобы определить конкретные условия и подходы каждой отдельной страны. Затем нужно образовать систему международных взаимосвязей, которые позволят проводить экономически эффективную политику сокращения выбросов парниковых газов, а следовательно, минимизировать затраты как на глобальном, так и на национальном уровнях. При этом те промышленные страны, которые несут основной груз ответственности за нынешний рост концентраций парниковых газов в атмосфере, должны всемерно способствовать беднейшим странам в создании их адаптационного потенциала.

#### Результирующая разница между сценарием «550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента при мерах по сокращению выбросов в 1% мирового ВВП» и сценарием «обычная практика»



#### Результирующая разница между сценарием «550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента при мерах по сокращению выбросов в 4% мирового ВВП» и сценарием «обычная практика»



## 9. Международные усилия по предотвращению изменений климата

Данный раздел с учетом особенностей российской аудитории подробно излагает суть Киотского протокола и процесс его текущей реализации. Затем, как это сделано в Докладе, рассматривается широкий спектр международных усилий в рамках РКИК ООН, внутренних планов крупнейших экономик мира, на много- и двусторонней основе, показана их взаимосвязь со стратегическими экономическими положениями, изложенными в предыдущих разделах обзора.

### Развитие международного сотрудничества и выполнение Киотского протокола

Проблема изменения климата была включена в политическую повестку дня международного сообщества в середине 80-х годов XX века. В 1988 году Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Программа по окружающей среде ООН (ЮНЕП) учредили Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК) – форум тысяч ученых, в том числе и российских. В этом же году Генеральная Ассамблея ООН впервые рассмотрела вопрос об изменении климата и приняла резолюцию 43/53 «О защите глобального климата в интересах нынешнего и будущих поколений человечества». В 1990 году МГЭИК выпустила «Первый оценочный доклад», в котором подтвердила угрозу изменения климата и призвала к подготовке специального глобального соглашения по решению этой проблемы. Призыв ученых был поддержан Резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН 45/212, на основании которой была разработана Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК), которая вступила в силу в 1994 году<sup>1</sup>. В настоящее время Сторонами Конвенции являются более 190 стран, вне Конвенции остались только несколько небольших развивающихся стран.

В отличие от других соглашений, РКИК не устанавливает каких-либо ограничений или запретов для конкретных видов экономической деятельности или производства. РКИК устанавливает, что «Стороны должны защищать климатическую систему на благо нынешнего и будущих поколений человечества на основе справедливости и в соответствии с их общей, но дифференцированной ответственностью и имеющимися у них возможностями». В данном случае сохраняется базовый принцип ООН – разделение стран на развитые и развивающиеся. «Сторонам, являющимся развитыми странами, следует играть ведущую роль в борьбе с изменением климата и его отрицательными последствиями». Таким образом, наличие численных обязательств по Киотскому протоколу у России и отсутствие у Китая,

Индии, Бразилии, ЮАР и др. есть своего рода плата за статус развитой страны.

С принятием РКИК были заданы рамки будущего международного сотрудничества. Однако требовалось воплотить идеи и принципы на практике. Такая несколько необычная структура – «Рамочная конвенция + Протокол» – отражает новизну и сложность проблемы, ее прямую связь с основой мировой экономики – потреблением нефти, газа и угля. Было практически невозможно сразу согласовать, что и когда надо делать.

Киотский протокол был единогласно принят на Третьей конференции сторон РКИК в г. Киото (Япония, декабрь 1997 года). Он устанавливает обязательства развитых стран по ограничению выбросов парниковых газов в 2008–2012 годах (для России – не превысить в 2008–2012 годах уровень выбросов 1990 года). Парниковые газы, регулируемые Киотским протоколом, это: диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). До 80% выбросов дает главный источник – это выбросы  $\text{CO}_2$  при сжигании угля, газа и нефтепродуктов. При этом, в отличие от других соглашений, выбросы, как правило, рассчитываются, а не измеряются: данные о расходе топлива, производстве определенной продукции и т. п. умножаются на коэффициенты, прошедшие апробацию на международном уровне. В данном случае расчет дает достаточную точность. Отметим, что важно кумулятивное действие всех парниковых газов, то есть суммарный парниковый эффект. Он выражается в единицах  $\text{CO}_2$ -эквивалента. Выбросы остальных газов умножаются на определенные коэффициенты глобального потепления.

В основе Киотского протокола – несколько основополагающих соображений. Они во многом необычны и при обсуждении протокола в России и других странах иногда представляются как открытия, но именно они предопределили тот Протокол, который мы видим.

- Есть уверенность в антропогенном характере и причинах наблюдающихся изменений климата. Есть понимание будущей угрозы, но еще нет прямого влияния на бюджет нынешнего и ближайших лет: снижение выброса – получение эффекта (например предотвращение конкретного наводнения или засухи), что сильно затрудняет принятие заблаговременных мер. Эта особенность стала одной из главнейших причин появления Доклада, цель которого – с цифрами в руках убедить страны активно действовать.

- Контроль выбросов парниковых газов затрагивает всю мировую экономику в целом. Чисто тех-

нически необходимо много времени на «раскачку», надо начинать с малого – с пилотного, отладочного этапа. В итоге был выбран пятилетний период с 2008 по 2012 год включительно. Но именно масштабность задачи заставляет планировать стратегически, как это сделано в Докладе: поставить долгосрочную задачу и последовательно ее решать.

- Парниковые газы в обычном смысле слова не являются загрязняющими веществами. Поэтому было бы неверно регулировать выбросы через предельно допустимые концентрации около трубы. Парниковые газы хорошо перемешиваются в атмосфере, и для изменений климата неважно, где произошел выброс: в Москве, Нью-Йорке или Пекине. С другой стороны, снижение их выбросов – это не очистка отходящих газов и не установка каких-либо уловителей. Это замена самого производственного оборудования, энергоустановок, бойлеров, восстановление лесов и т. п. Это нельзя сделать сразу, нужно время и тесная увязка с экономикой в целом. Поэтому был предложен основополагающий принцип торговли квотами: у страны или предприятия есть квота, и они сами решают – снизить выбросы сейчас или купить квоту у соседа, который с запасом снизил выбросы и хотел бы продать излишек.

В Киотском протоколе для развитых стран (около 40 таких стран вошли в Приложение 1 РКИК) были приняты численные обязательства по ограничению выбросов парниковых газов. В среднем за 5 лет, с 2008 по 2012 год включительно, они должны быть не выше определенного процента от выброса страны в 1990 году (для некоторых небольших стран используется иной год). Для стран Евросоюза (15 стран) уровень – 92%, Японии, Канады, Польши и Венг-

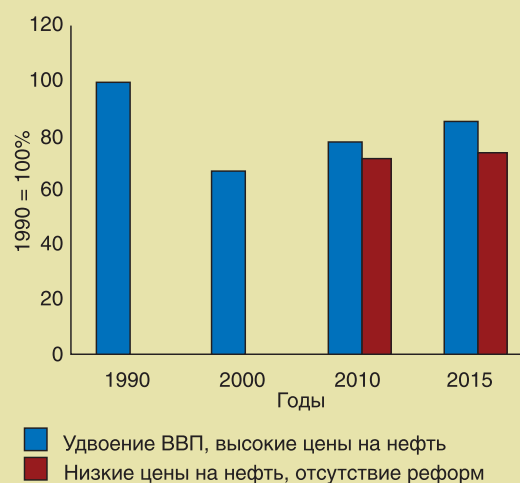
рии – 94%, для России, Украины и Новой Зеландии – 100%, Норвегии – 101%, а Исландии – 110%. Из развитых стран только США и Австралия отказались от ратификации Киотского протокола.

Следуя практике ООН, Китай, Индия и другие развивающиеся страны (не входящие в Приложение 1 РКИК) не стали брать на себя численные обязательства, но ратифицировали Киотский протокол. В межгосударственной торговле квотами эти страны не могут принимать участие, такая торговля может идти только среди стран Приложения 1 РКИК. Участие развивающихся стран в снижении выбросов пока должно идти через так называемый Механизм чистого развития (МЧР). Механизм подразумевает выполнение на территории этих стран проектов по снижению выбросов парниковых газов, которые бы частично или полностью финансировались компаниями или фондами развитых стран. Достигнутое в проектах МЧР снижение выбросов выражается в определенных единицах Киотского протокола и фактически представляет собой квоту на выброс. Эти квоты можно использовать для выполнения обязательств развитых стран, продавать, перепродавать и т. п.

По аналогии с МЧР для стран с переходной экономикой, входящих в Приложение 1 РКИК, был создан механизм Проектов совместного осуществления (ПСО). В результате Россия, Украина, Болгария и других такие страны могут и делать проекты ПСО, и торговать квотами, а Китай, Индия, Бразилия, Молдавия, закавказские и среднеазиатские страны – только выполнять проекты МЧР.

В 2001 году были разработаны детальные подзаконные акты Киотского протокола – Марракешские соглашения. Они были приняты в конце 2005 года на первой конференции стран – участниц Киотского

**Динамика ВВП, потребление топливно-энергетических ресурсов и выбросы CO<sub>2</sub> в России<sup>2</sup>**



протокола уже после его вступления в силу. Киотский протокол вступил в силу 16 февраля 2005 года, после того как в конце 2004 года он был ратифицирован Россией. Именно от России, в отсутствие США, зависела судьба Протокола, так в Киото были сформулированы правила – распределены «веса» стран.

Ряд ученых указывали на «экологическую слабость» Протокола, призывали сделать его гораздо более жестким. Однако никакое иное, более действенное соглашение принять было невозможно. Политики живут сегодняшним днем, впрочем, как и большая часть представителей бизнеса. Они не желают сегодня нести большие издержки, даже если это, как показано в докладе, позволяет избежать огромных затрат в будущем. Отчасти именно из-за этого в прессе постоянно обсуждаются теории о том, что «ничего еще не известно» или «само рассосется». Отказ от Киото означал бы потерю 5 или даже 10 лет, ведь для нового соглашения опять был бы нужен отладочный этап.

На начало 2007 года в Киотском протоколе участвуют уже 166 стран, работает система торговли квотами стран Европейского союза, очень активно развиваются проекты по снижению выбросов парниковых газов.

Безусловным лидером по проектам МЧР является Китай, там работают более 300 проектов. В каждой провинции созданы специальные органы, четко определены правила и отчисления с доходов каждого проекта в пользу правительства, чтобы направить средства на меры по снижению выбросов и адаптации к неблагоприятным последствиям изменения климата. На втором месте по проектам МЧР – Индия, затем Бразилия и другие латиноамериканские страны. Всего в секретариате РКИК ООН на той или иной стадии (от заявок на проекты до выпуска квот) находится более 1100 проектов. Планируемый до 2013 года объем снижения выбросов в этих проектах уже достиг 1 млрд т CO<sub>2</sub>, или порядка 4% от ежегодного глобального выброса парниковых газов. Проекты совместного осуществления (ПСО) стартовали на 2 года позже (это одно из условий Марракешских соглашений). Сейчас в РКИК рассматривается более 40 проектов, причем примерно половина из них – российские<sup>3</sup>.

В России уровень выбросов парниковых газов сейчас примерно на 30% ниже уровня 1990 года. В 1990-х годах спад экономики привел к резкому снижению выбросов. Нынешний рост ВВП на 5–7% в год сопровождается очень слабым ростом выбро-

### Снижение выбросов парниковых газов (ПГ)

**Великобритания:** по Киото в среднем за 2008–2012 годы выбросы ПГ на 12,5% ниже уровня 1990 года  
20%-ное снижение выбросов CO<sub>2</sub> к 2010 году, к 2050 году 60%-ное снижение от уровня 2000 года

**Германия:** по Киото в среднем за 2008–2012 годы выбросы ПГ на 21% ниже уровня 1990 года  
Готова принять обязательства снизить к 2020 году выбросы до уровня на 40% ниже, чем в 1990 году, если ЕС в целом примет уровень на 30% ниже 1990 года

**Италия:** по Киото в среднем за 2008–2012 годы выбросы ПГ на 6,5% ниже уровня 1990 года

**Россия:** по Киото в среднем за 2008–2012 годы выбросы ПГ не выше уровня 1990 года.  
К 2030 году по новой энергетической стратегии выбросы ПГ пока не определены

**Франция:** по Киото в среднем за 2008–2012 годы выбросы ПГ не выше уровня 1990 года  
25%-ное снижение выбросов ПГ к 2020 году, 75–80%-ное снижение к 2050 году.

**Япония:** по Киото в среднем за 2008–2012 годы выбросы ПГ на 6% ниже уровня 1990 года

### Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

**Бразилия:** доля ВИЭ (без больших ГЭС) к 2030 году – 10%

**Германия:** к 2020 году 20% электроэнергии из ВИЭ

**Китай:** доля всех ВИЭ за 2005–2015 годы. достигнет 15%

**Индия:** обязательные и добровольные меры по использованию ВИЭ

**Италия:** к 2010 году – 20% электроэнергии из ВИЭ

### Повышение энергоэффективности экономики

**Индия:** обязательные и добровольные меры по повышению энергоэффективности экономики.  
В будущем энергетическая политика позволит снизить удельные выбросы ПГ (карбонемкость экономики) на 1/3.

**Китай:** с 2005 по 2010 год 20%-ное снижение потребления энергии на единицу ВВП

**Россия:** К 2030 году снижение потребления энергии на единицу ВВП пока не определено

**США:** добровольное обязательство на федеральном уровне: снизить удельные выбросы ПГ (карбонемкость экономики) на 18% за 2002–2012 годы.

Калифорния (крупнейший штат США) к 2050 году приняла решение снизить выбросы CO<sub>2</sub> на 80% от уровня 1990 года  
Северо-восточные и средне-атлантические штаты США приняли региональную инициативу в 2009–2015 годах сократить средние выбросы ПГ до уровня 2005 года, а затем снизить их на 10% в 2015 – 2018 годах.

Федеральный закон о снижении удельных выбросов ПГ можно ожидать в ближайшие годы

**Япония:** с 2003 по 2030 год 30%-ное снижение потребления энергии на единицу ВВП

**Международное соглашение о сокращении выбросов парниковых газов на период после 2012 года**

### Другие планы

**Бразилия:** программа сохранения лесов

**Китай:** за 2005–2010 годы – 10%-ное снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу



сов парниковых газов, примерно на 1% в год от сегодняшнего уровня<sup>4</sup>. Причина этого – в структуре роста ВВП. Добыча нефти и газа не требует много энергии, торговля и сфера обслуживания тоже, а это главные отрасли по росту ВВП. Электричество, тепло, топливо нужны населению, транспорту, всей инфраструктуре страны в целом. Численность населения снижается, а инфраструктура не столько растет, сколько обновляется.

На будущее при любых ценах на нефть выбросы парниковых газов будут расти медленно. Если к этому добавить так нужные нам меры по энергосбережению и энергоэффективности, то Россия вполне может принять обязательства на уровне Евросоюза – к 2020 году сделать уровень выбросов на 20% ниже 1990 года.

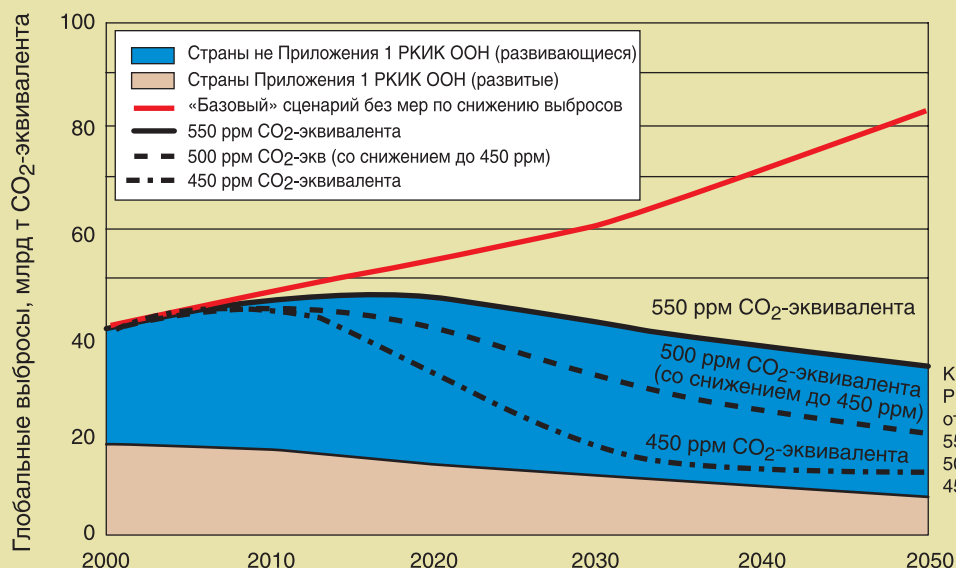
Для выполнения Киотского протокола в 2006 году в России приняты решения правительства по учету выбросов парниковых газов, ведению регистра китотских единиц (квот), которые более или менее выполняются. В начале 2007 года Минэкономразвития подготовило, согласовало с остальными ведомствами и направило премьер-министру Положение о проектах совместного осуществления и проект Постановления правительства. Российские компании направили в Минэкономразвития более 30 проектных заявок, а в целом их подготовлено более 100. Это проекты по повышению энергоэффективности, переходу с угля на газ, ликвидации утечек метана и др. Особенно выигрышными могут быть проекты по возобновляемой энергетике и использованию древесного биотоплива. По условиям Киотского протокола, сжигание древесины не связано с выбросами парниковых газов (ведь при росте деревьев  $\text{CO}_2$  был ранее поглощен из атмосферы).

### Разработка будущего международного соглашения о сокращении выбросов парниковых газов

Подготовка международного соглашения на период после 2012 года уже началась. Пока она находится на начальной стадии. С точки зрения ученых-экологов, Киотского протокола недостаточно, нужно значительно его усилить. Но для политиков это уже невиданный прорыв: включение новых механизмов экономических отношений, признание новой всемирной проблемы и путей ее решения. Политики, ведущие переговоры, настроены сохранить все лучшее, что есть в Киото, но не спешат его кардинально усиливать. Развивающиеся страны только на будущих этапах, а не с 2012 года, готовы брать обязательства по снижению выбросов, свои обязательства они видят в развитии МЧР. Страны Евросоюза (ЕС) в начале 2007 года официально заявили, что они в любом случае будут сокращать выбросы к 2020 году на 20% от уровня 1990 года, а если другие страны примут столь же жесткие обязательства, то ЕС готово ужесточить и свои.

В Соединенных Штатах тоже много делается в этом направлении, но пока лишь внутри страны, а не на международном уровне. Калифорния, крупнейший штат США, к 2050 году принял решение снизить выбросы  $\text{CO}_2$  на 80% от уровня 1990 года. Северо-восточные и средне-атлантические штаты США приняли региональную инициативу в 2009–2015 годах сократить средние выбросы до уровня 2005 года, а затем снизить их на 10% в 2015–2018 годах. С приходом демократического большинства в Сенат и Конгресс вероятно принятие федерального закона о снижении выбросов парниковых газов. С экологической точки зрения неважно, будет ли это часть глобального соглаше-

### Сценарий, при котором развитые страны к 2050 году снижают выбросы на 60% от уровня 1990 года



К 2050 году страны не Приложения 1 РККИ ООН (развивающиеся) от уровня 1990 года.  
550 ppm – рост на 25%  
500 ppm – снижение на 35%  
450 ppm – снижение на 70%

ния или нет, однако из политических, экономических и стратегических соображений было бы очень важно, чтобы США участвовали во втором этапе международного соглашения по климату.

Интересно, что Австралия, не участвующая сейчас в Киотском протоколе, на деле его выполняет. Сейчас уровень выбросов в этой стране гораздо ниже, чем предполагалось в начале 2000-х годов, то есть Австралия укладывается в обязательства, принятые в Киото.

Важным шагом вперед стало включение изменения климата в повестку дня ежегодной встречи мировых лидеров Группы восьми. Впервые это произошло в 2005 году в Великобритании, где был принят План действий по изменению климата, чистой энергетике и устойчивому развитию – «Диалог Глениглс». Фактически была образована площадка для многостороннего диалога по проблеме климата и энергетике. В диалоге участвует около 20 стран, включая страны Восьмерки и 5 крупнейших развивающихся стран: Китай, Индия, Бразилия, Мексика и Южная Африка. План также включает деятельность Международного энергетического агентства (МЭА) и Мирового банка по подготовке стратегических исследований, постепенную реорганизацию системы международных инвестиций с целью поддержки энергетики с низкими выбросами CO<sub>2</sub>. В 2006 году МЭА срочно подготовило обширный доклад с анализом энергетических технологий и сценариями развития и снижения выбросов CO<sub>2</sub>. В рамках диалога происходят регулярные встречи на уровне министров ведущих стран.

В 2006 году в России, где главной темой была энергетическая безопасность, изменение климата тоже очень активно обсуждалось в Группе восьми.

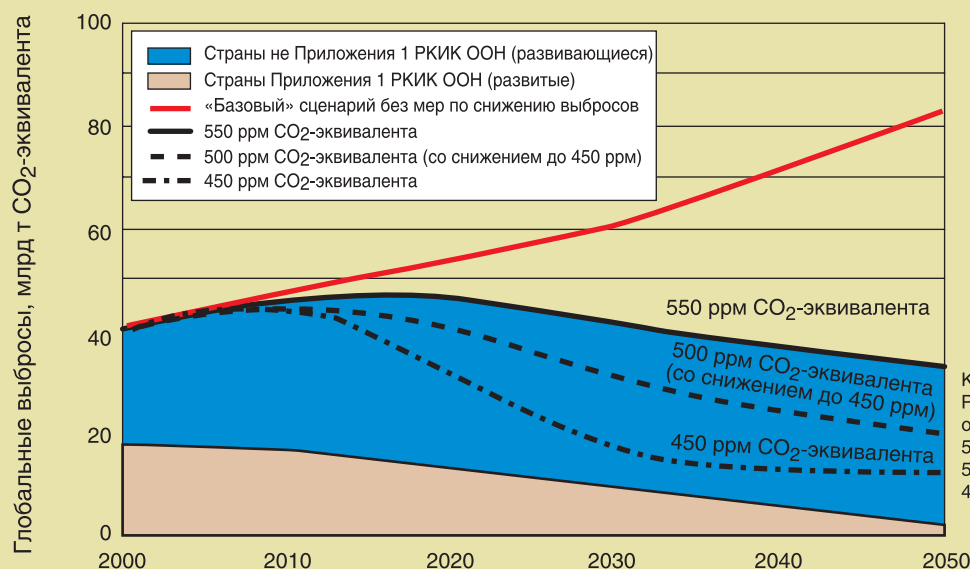
Поскольку климат затрагивает все стороны жизни и мировой экономики, эта тема, вероятно, будет обсуждаться каждый год. В 2007 году Группа восьми соберется в Германии, где интерес к этой проблеме очень высок. В 2008 году в Японии будет представлен итоговый доклад по «Диалогу Глениглс».

С изменениями климата тесно связаны и ряд других инициатив, в частности Партнерство по развитию возобновляемой энергетики и энергоэффективности (Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership – REEEP), Партнерство метан для рынка (Methane for Markets Partnership). В 2005 году было объявлено о создании Азиатско-тихоокеанского партнерства (Asia Pacific Partnership), объединяющего усилия крупнейших стран в области энергетики, охраны окружающей среды и изменений климата. В него вошли: Австралия, Китай, Индия, США, Япония и Южная Корея – страны, ответственные почти за половину глобальных выбросов парниковых газов, потребления энергоресурсов, ВВП и населения. Было создано восемь тематических рабочих групп для координации усилий и разработки совместных исследовательских и частных коммерческих проектов по снижению выбросов парниковых газов.

На уровне крупнейших частных компаний также развивается деятельность по снижению выбросов парниковых газов. В частности BP, Toyota, Vattenfall, Alcan, Sony, HSBC и многие другие компании приняли планы углеродного менеджмента, установили для себя добровольные обязательства по снижению выбросов.

В Докладе делается компиляция намерений 10 крупнейших экономик мира, объединение которых, вероятно, и станет новым соглашением. Были собраны только официально принятые планы, ко-

### Сценарий, при котором развитые страны к 2050 году снижают выбросы на 90% от уровня 1990 года



К 2050 году страны не Приложения 1 РККИ ООН (развивающиеся) от уровня 1990 года.  
550 ppm – рост на 50%  
500 ppm – снижение на 10%  
450 ppm – снижение на 50%

нечно, они могут меняться, будет принято немало новых, в частности Энергетическая стратегия России на период до 2030 года.

Планы стран можно разделить на три группы: 1) планы по абсолютному ограничению и снижению выбросов парниковых газов в рамках первого периода Киотского протокола (на 2008–2012 годы); 2) национальные планы по повышению энергоэффективности экономики (снижение энергоемкости ВВП); 3) национальные планы по развитию возобновляемых источников энергии. Необходимость наличия у страны плана по той или иной группе обязательств очевидна, но пока нет официально принятого плана. В этом случае в приведенной ниже диаграмме стоит знак вопроса.

Сейчас, вероятно, невозможно создать единую международную «конструкцию», охватывающую все планы. Пока целесообразно параллельное движение в двух направлениях: развитые страны принимают обязательства в виде уровней выбросов, отсчитываемых от уровня базового года (*cap and trade*), а Китай, Индия и Бразилия находятся в рамках низкоуглеродного пути развития (*decarbonisation track*).

Конечно, в целом обязательства по снижению выбросов должны быть достаточно жесткими – позволяющими держаться в русле сценария 2°C. В частности, для развитых стран к середине века снижение выбросов должно составить 60–90% от уровня 1990 года.

Формат нового соглашения, вероятно, будет шире, чем у нынешнего Киотского протокола. Шире должно быть и вовлечение стран в те или иные формы закрепленных обязательств. Однако, как подчеркивается в Докладе, самое главное в процессе разработки и заключения соглашения – не потерять стратегическую цель: добиться стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на уровне не выше 550 ppm, а лучше 450 или 500 ppm.

На будущие обязательства немалое влияние оказывает и настрой политиков, бизнеса, широкой общественности. Приведенные выше официальные планы правительств 10 крупнейших стран мира неизбежно «окрашиваются» в зависимости от мнения общественности и бизнеса. В развитых странах это обычно более явно, а какие-то страны пока менее чувствительны к мнению простых людей.

Можно видеть все более сильный позитивный экономический взгляд на проблему. «Мы видим революционный сдвиг в дебатах об изменении климата, уходя от взгляда на климатическую политику как на нагрузку на пути развития, страны начали видеть возможности ускорения устойчивого экономического развития», – сказал Иво де Боер, исполнительный секретарь РКИК ООН. «Дальнейшее развитие углеродного рынка может помочь мобилизовать финансовые ресурсы, необходимые для глобального реагирования на изменения климата,

и направляет нас на достижение будущего соглашения, основанного на стимулах более активных действий»<sup>5</sup>. Такой подход полностью отвечает положениям доклада.

Всемирно известная служба общественного мнения Pew Center в 2006 году провела опрос в 15 крупнейших странах, включая Россию. Если человек положительно отвечал на вопрос «Слышали ли вы об изменении климата?», а это были почти все, кто соглашался на беседу, то ему предлагалось три варианта ответа: это большая проблема, средняя или небольшая. В России голоса респондентов распределились практически поровну: 34, 31 и 34%. Наибольшее беспокойство выразили в Японии: 66% – большая проблема, 27 – средняя и только 7% не беспокоятся. Интересно, что почти те же проценты – в Индии. В Европе в наиболее жарких Испании и Франции около половины людей проявляют большое беспокойство, а в Германии и Великобритании этот процент ниже, там мнения людей схожи с Россией. В Китае и в США только около 20% ответивших считают проблему большой, а 41 и 34% соответственно считают проблему средней. Вывод Pew Center такой: во всех странах не менее половины людей считают проблему серьезной, причем процент этих людей слабо зависит от действий их правительств на международной арене.

Последние результаты по России говорят о росте знаний населения. Фонд «Общественное мнение» провел опрос в 100 населенных пунктах 44 областей, краев и республик России. 20–21 января 2007 году было опрошено 1,5 тысячи респондентов, статистическая погрешность не превышает 3,6%<sup>6</sup>. На вопрос, чем же объясняется необычно теплая зима, дали ответ 62% опрошенных. Из них две трети респондентов посчитали, что это проявление глобального потепления климата (22% от общего числа опрошиваемых) и последствия человеческой деятельности (20%), а именно – негативное влияние технического прогресса на природу, в частности загрязнение атмосферы, парниковый эффект и т. д. То есть 2/3 ответивших дали вполне грамотный ответ. Были, конечно, и другие версии: повышение солнечной активности (7%), изменения течений Мирового океана, таяние ледников, активизация вулканов (3%), смещение оси Земли (2%). Некоторые россияне утверждали, что теплая зима – это Божья кара (3%) и предвестие конца света (1%). Впрочем, были и те, кто высказал мнение, что подобные природные явления нормальны и носят циклический характер (4%).

**Налицо позитивные тенденции: более определенные знания о проблеме и путях ее решения, более грамотное общественное мнение, действия бизнеса и передовых стран. Теперь дело за формализацией успехов в виде нового действенного международного соглашения, ведущего к стратегическому решению проблемы.**

## Основные выводы

В докладе Николаса Стерна отражены результаты исследований по экономической оценке возможностей перевода глобальной экономики на низкоуглеродный тип развития в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Представлены различные подходы к выбору политики и мер, а также необходимых институциональных мероприятий. Оценен потенциал возможных адаптационных мероприятий в области изменения климата. Кроме того, проанализированы специфические особенности экономики Соединенного Королевства в контексте существующих целей политики по проблеме изменения климата.

**Представленные в Докладе выводы заключаются в том, что изменение климата, вызванное хозяйственной деятельностью человека, является реальностью. Для снижения риска его негативных воздействий требуется принятие мер по значительному сокращению выбросов парниковых газов. Причем эти меры должны быть предприняты в срочном порядке.**

Действия по решению проблемы изменения климата не смогут быть успешными без определения долгосрочных целей по уровню концентрации парниковых газов в атмосфере. Научные исследования показывают, что этой целью должна быть стабилизация на уровне 500–550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента. Тогда возможно остановить глобальное изменение климата на 2°C от доиндустриального уровня и избежать наиболее тяжелых последствий.

Рыночные механизмы, новые низкоуглеродные технологии, а также меры по энергоэффективности и энергосбережению обладают высоким потенциалом снижения выбросов парниковых газов. Действия должны быть начаты незамедлительно и включать в себя как сокращение выбросов парниковых газов, так и адаптационные мероприятия.

**При реализации целенаправленной и эффективной климатической политики проблема может быть решена параллельно с продолжением экономического роста в мировом масштабе.**

Ниже приведены основные выводы доклада.

1. Худшие изменения климата еще можно предотвратить, если начать действовать незамедлительно.
2. Если не предпринимать мер по снижению выбросов парниковых газов, их концентрация в атмосфере может удвоиться по сравнению с доиндустриальным уровнем уже в 2035 году. Это фактически означает повышение средней глобальной температуры более чем на 2°C.
3. Экономические модели оценивают затраты и ущерб от неконтролируемого изменения климата в размере 5% глобального ВВП ежегодно, но эта цифра может увеличиться до 20% при учете более широкого спектра видов ущерба и рисков.
4. Затраты на стабилизацию климата существенны, но реалистичны. Задержки с принятием мер будут опасны и могут привести к несравнимо большим расходам.
5. Средние оценки ежегодных затрат по стабилизации уровня концентрации парниковых газов в атмосфере на отметке 500–550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента составляют приблизительно 1% мирового ВВП. В 2050 году это может составлять 1 триллион долларов.
6. Затраты могут быть еще ниже, если учитывать прибыль от энергоэффективности, а также значительные сопутствующие выгоды от снижения загрязнения воздуха.
7. Меры по борьбе с изменением климата необходимо предпринимать во всех странах, но они не должны ограничивать экономический рост ни богатых, ни бедных стран.
8. Выбросы могут быть снижены путем повышения энергоэффективности, регулирования спроса (энергосбереже-

ния), а также посредством применения чистых технологий в производстве энергии, тепла и на транспорте.

9. Во всем мире использование ископаемого топлива в секторе электроэнергетики к 2050 году должно быть снижено по меньшей мере на 60% до 2050 года для того, чтобы стабилизировать атмосферные концентрации парниковых газов на уровне 550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента.
10. Дальнейшая задержка с принятием мер может привести к потере возможности стабилизации на уровне 550 ppm CO<sub>2</sub>-эквивалента. В этом случае начнутся необратимые изменения в экосистемах планеты.
11. Необходимо осуществление мероприятий по снижению выбросов в неэнергетических секторах, таких как лесное и сельское хозяйство, землепользование.
12. Три элемента, без которых решение проблемы изменения климата невозможно:
  - экономические меры: системы торговли разрешениями на выбросы парниковых газов, введение стандартов, налоги и т. п.;
  - политические меры, направленные на поддержание инноваций и использование низкоуглеродных технологий;
  - меры по искоренению барьеров на пути повышения энергоэффективности и энергосбережения, а также действия по информированию и образованию населения.
13. Изменение климата требует согласованных международных действий. Рамочная конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол, а также ряд смежных инициатив представляют собой хорошую базу для международного сотрудничества, однако необходимо принятие более существенных и масштабных мер.
14. Ключевые меры будущего международного сотрудничества должны включать следующие элементы:
  - 1) торговля разрешениями на выбросы;
  - 2) технологическое сотрудничество;
  - 3) меры по сохранению лесов;
  - 4) меры по адаптации.



## Примечания

### Предисловие

1. UNFCCC. National Communications. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

### Глава 1

1. МГЭИК, 2001 (IPCC): Изменения климата 2001. Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Резюме для лиц, определяющих политику. Т. 1. Научные аспекты. – 109 с. Т. 2. Последствия, адаптация и уязвимость. – 107 с. Т. 3. Смягчение последствий. – 103 с. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

2. Будыко М. И., Ронов А. Б., Яншин А. Л. История атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985.

3. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Presented on IPCC Conference in Paris 02 February, 2007.

4. Antarctic Ice Sheet and Sea Level Rise Chris Rapley. In: Avoiding Dangerous Climate Change. International Symposium on the Stabilisation of greenhouse gas Concentrations. Hadley Centre, Met Office, Exeter, UK, 1–3 February 2005 [http://www.stabilisation2005.com/day1/Chris\\_Rapley.pdf](http://www.stabilisation2005.com/day1/Chris_Rapley.pdf)

5. МГЭИК, 2001 (IPCC): Изменения климата 2001. Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Резюме для лиц, определяющих политику. Т. 1. Научные аспекты. – 109 с. Т. 2. Последствия, адаптация и уязвимость. – 107 с. Т. 3. Смягчение последствий. – 103 с. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). LULUCF, 2000. Land-Use, Land-Use Change and Forestry. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge Univ. Press. [www.cambridge.org](http://www.cambridge.org)

6. World Resource Institute. 2005. Stocks and Flows: Carbon Inventory and Mitigation Potential of the Russian Forest and Land Base Sohngen B., Andrasko K., Gytarsky M., Korovin G., Laestadius L., Murray B., Utkin A. and Zamolodchikov D., WRI Report, 52 pp. <http://pubs.wri.org>

7. Antarctic Ice Sheet and Sea Level Rise Chris Rapley. In: Avoiding Dangerous Climate Change. International Symposium on the Stabilisation of greenhouse gas Concentrations. Hadley Centre, Met Office, Exeter, UK, 1–3 February 2005 [http://www.stabilisation2005.com/day1/Chris\\_Rapley.pdf](http://www.stabilisation2005.com/day1/Chris_Rapley.pdf)

8. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Presented on IPCC Conference in Paris 02 February, 2007.

9. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science

Basis. Presented on IPCC Conference in Paris 02 February, 2007.

10. LULUCF, 2000. Land-Use, Land-Use Change and Forestry. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge Univ. Press. [www.cambridge.org](http://www.cambridge.org)

### Глава 2

1. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – М.: 2005, 28 с.

2. Jorgenson, D.W., R.J. Goettle, B.H. Hurd et al. (2004): 'US market consequences of global climate change', Washington, DC: Pew Center on Global Climate Change, available from [http://www.pewclimate.org/global-warming-in-depth/all\\_reports/marketconsequences](http://www.pewclimate.org/global-warming-in-depth/all_reports/marketconsequences)

3. По данным Warren, R., N. Arnell, R. Nicholls, et al. (2006): 'Understanding the regional impacts of climate change', Research report prepared for the Stern Review, Tyndall Centre Working Paper 90, Norwich: Tyndall Centre, available from [http://www.tyndall.ac.uk/publications/working\\_papers/twp90.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/twp90.pdf)

4. «Гражданская Восьмерка 2006». Выступление руководителя Росгидромета А. И. Бедрицкого, Москва, Центр международной торговли, 10 марта 2006 г.

### Глава 3

1. МГЭИК, 2001 (IPCC): Изменения климата 2001. Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Резюме для лиц, определяющих политику. Т. 1. Научные аспекты. – 109 с. Т. 2. Последствия, адаптация и уязвимость. – 107 с. Т. 3. Смягчение последствий. – 103 с. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). Всемирная метеорологическая организация, 2003, [www.wmo.ch](http://www.wmo.ch)

2. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Presented on IPCC Conference in Paris 02 February, 2007.

3. Avoiding Dangerous Climate Change, 2006 H.J. Schellnhuber, W. Cramer, N. Nakicenovic, T. Wigley, G. Yohe (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. 392 pp.

4. Pacala, S. and R. Socolow (2004): 'Stabilization wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies', Science, v. 305: 968–972.

5. Parry M.L., Arnell N.W., McMichael T., Nicolls R., Martens W.J.M., Kovats S., Livermore M., Rosenzweig C., Iglesias A., and Fischer G. 2001. Millions at risk: defending critical climate change threats and targets. *Global Environmental Change* v. 11, pp. 181–183.

6. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – М.: 2005. – 28 с.

7. Четвертое национальное сообщение РФ по РКИК ООН и Киотскому протоколу / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М.: АНО Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 164 с.

8. UNFCCC. National Inventory Reports. Russian Federation. Common Reporting Format. 2007. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

9. Четвертое национальное сообщение РФ по РКИК ООН и Киотскому протоколу / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – М.: АНО Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 164 с.

## Глава 5

1. Измеров Н. Ф., Ревич Б. А., Корнеберг Э. И. (ред.) Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке: Сборник материалов международного семинара 5–6 апреля 2004 г. – М.: Российская академия медицинских наук: Изд-во «АдамантЪ». – 260 с.

2. Ревич Б. А., Платонов А. Е., Малеев В. В., Беэр С. А. Новая угроза. Потепление климата – угроза роста инфекционных и паразитарных заболеваний в России. – М.: Российский региональный экологический центр; WWF. – 24 с. [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)

## Глава 9

1. Первые десять лет РКИК, 2004. Секретариат РКИК. Бонн, Германия. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

2. Четвертое национальное сообщение РФ по РКИК ООН и Киотскому протоколу / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – М.: АНО Метеоагентство Росгидромета, 2006, – 164 с.

3. [http://ji.unfccc.int/JI\\_Projects/verification/PDD](http://ji.unfccc.int/JI_Projects/verification/PDD)

4. Четвертое национальное сообщение РФ по РКИК ООН и Киотскому протоколу / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – М.: АНО Метеоагентство Росгидромета, 2006, – 164 с.

5. Пресс-релиз РКИК ООН по итогам Конференции, 17 ноября 2006 г. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

6. <http://top.rbc.ru/index9.shtml> 27 января 2007 г.



**Всемирный фонд дикой природы (WWF)** – одна из крупнейших независимых международных природоохранных организаций, объединяющая около 5 миллионов постоянных сторонников и работающая более чем в 100 странах.

Миссия WWF – остановить деградацию естественной среды планеты для достижения гармонии человека и природы.

Стратегическими направлениями деятельности WWF являются:

- сохранение биологического разнообразия планеты;
- обеспечение устойчивого использования возобновимых природных ресурсов;
- пропаганда действий по сокращению загрязнения окружающей среды и расточительного природопользования.



*for a living planet®*

Всемирный фонд дикой природы (WWF)  
109240, Москва, ул. Николаямская, 19, стр. 3  
Тел. +7 495 727 09 39  
Факс +7 495 727 09 38  
E-mail: [russia@wwf.ru](mailto:russia@wwf.ru)

**www.  
wwf  
.ru**