



*for a living planet*



# Экономика изменения климата

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ДОПОЛНЕННОЕ И ПЕРЕРАБОТАННОЕ



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.

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» Издание 2-ое, дополненное и переработанное / Кокорин А. О., Кураев С. Н., Юлкин М. А. WWF, Strategic Programme Fund (SPF). – М.: WWF России, 2009. – 60 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.

Первое издание обзора было подготовлено 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 выполнялся при поддержке британского Фонда глобальных возможностей (Global Opportunity Fund). Во втором издании данного обзора, подготовленного в начале 2009 г., значительно дополнена и обновлена информация о России. Кроме этого, добавлены новые материалы о развитии углеродных рынков, о мерах по повышению энергоэффективности и развитию возобновляемых источников энергии. Специальный раздел посвящен разработке нового международного соглашения по проблеме изменения климата, которое с 2013 г. должно прийти на смену Киотскому протоколу. По этому вопросу в середине 2008 г. научной группой под руководством Н. Стерна был подготовлен специальный доклад, обзор которого и составил основу данного дополнительного раздела. Доработка обзора была выполнена А. О. Кокориным (WWF) и М. А. Юлкиным (Центр экологических инвестиций) при поддержке британского Фонда стратегических программ (SPF).

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).

ISBN 978-5-91397-009-1

Распространяется бесплатно

Дизайн и компьютерная верстка: студия Artcodex

© WWF России, 2009

Фото на обложке: © WWF-Canon / Michel GUNTHER, © WWF-Canon / Jo BENN

## Содержание

Предисловие. Россия – страна особенная . . . . .	4
Предисловие ко второму изданию обзора . . . . .	5
Аннотированный обзор содержания доклада . . . . .	6
1. Научные данные об изменении климата . . . . .	11
2. Воздействие изменений климата на биоту, экономику и человека . . . . .	16
3. Оценка ущерба . . . . .	23
4. Долгосрочные последствия изменения климата . . . . .	30
5. Адаптация к изменению климата . . . . .	33
6. Как снижать выбросы? . . . . .	35
7. Сопряженные выгоды от снижения выбросов парниковых газов . . . . .	38
8. Как справедливо поделить груз перемен? . . . . .	40
9. Действия мирового сообщества по снижению выбросов. Углеродный рынок . . . . .	43
10. Подготовка будущего международного соглашения по проблеме изменения климата . . . . .	50
Основные выводы . . . . .	53
Примечания . . . . .	56
Список интернет-сайтов . . . . .	58

## 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 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 с максимально возможной точностью оценить, во что обойдутся экономике климатические изменения. 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 подсчитывают ущерб от стихийных бедствий. Наводнения, засухи, ураганы, торнадо... Небывалая жара сменяется непривычными морозами... В России вспоминают Александра Сергеевича Пушкина: «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 перемени биота вступала вполне здоровой, не чета нынешней, катастрофически теряющей биоразнообразие. И пострадают больше всех те, кто живет в регионах с наиболее быстро меняющимся климатом. Это 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, вызванного человеком. Никогда в истории человечества не было в атмосфере столь больших концентраций  $\text{CO}_2$ . Изотопный и корреляционный анализ показали – это не природная, а антропогенная  $\text{CO}_2$  – результат сжигания ископаемого топлива. И лечить болезнь надо всем миром, ответственно и самоотверженно. Пока не поздно. И понять это вам поможет предлагаемый обзор труда Николаса Стерна и работ 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.

## Предисловие ко второму изданию обзора

За два с половиной года, прошедших с издания доклада Николаса Стерна, выражение «доклад Стерна» стало самостоятельным названием для всех докладов и аналитических исследований, показывающих, что платить сейчас за снижение выбросов парниковых газов экономически более выгодно, чем уже в недалеком будущем понести гораздо больший ущерб от последствий изменения климата. За это время появились два фактора, побудивших нас подготовить второе издание данного обзора.

Во-первых, началась активная работа по подготовке нового международного соглашения по проблеме климата, которое с 2013 г. должно прийти на смену Киотскому протоколу. По мнению экспертов, это будет соглашение о новой финансово-экономической архитектуре мира, противодействующего антропогенному изменению климата. Таким образом, из научно-экологической проблема стала финансово-экономической, что делает доклад Стерна особенно актуальным и востребованным. Более того, в середине 2008 г. научной группой под

руководством Н. Стерна был подготовлен специальный доклад<sup>2</sup>, обзор которого и составил основу 10-й главы второго издания.

Во-вторых, настала необходимость подготовить «доклад Стерна» для России. В 2009 г. Росгидромет выпустил обстоятельный двухтомный «Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации»<sup>3</sup>, где детально описана климатическая часть проблемы. Теперь дело за экономистами, которые должны подсчитать, сколько будет стоить адаптация к новым климатическим условиям, каков будет ущерб от все более частых и сильных опасных погодных явлений и как это соотносится с затратами на снижение выбросов парниковых газов.

А. О. Кокорин, руководитель программы «Климат и энергетика», WWF России

М. Ю. Юлкин, директор, Центр экологических инвестиций

## 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. Особую тревогу вызывают массовые засухи и недостаток пресной воды; рост частоты опасных погодных явлений; разрушение ледниковых щитов Гренландии и Антарктиды, ведущее к подъему уровня моря.

**Глава 2. Экономические и этические аспекты проблемы изменения климата.** Воздействие изменения климата глобально, долгосрочно и сопряжено с большими рисками. 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 для таких жизненно важных элементов 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. При росте температуры на 3–4°C повышение уровня Мирового океана приведет к затоплению прибрежных районов, в которых проживают десятки и сотни миллионов человек. Серьезному воздействию подвергнется здоро-

вье людей как за счет непосредственного влияния повышения температуры, так и за счет расширения зон риска заболевания инфекционными болезнями – малярией, энцефалитом 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 до 1–2°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. Усилятся миграция населения из южных стран и региональные конфликты. Изменение климата окажет влияние на финансовые рынки.

**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 модели PAGE 2002 при двух климатических сценариях: 1) изменение климата без мер по снижению выбросов и 2) еще более жаркий климат, ухудшенный откликом биосферы на потепление. Только рыночная составляющая дает потерю 5% мирового ВВП. 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. 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  $\text{CO}_2$ , метана и ряда других парниковых газов в атмосфере в основном обусловлены сжиганием ископаемого топлива и сведением лесов. На антропогенный характер «избыточного»  $\text{CO}_2$  в атмосфере указывают результаты изотопного и корреляционного анализа. Если в прошлые тысячелетия менялась температура и вслед за ней концентрация  $\text{CO}_2$ , то сейчас наоборот: сначала меняется концентрация  $\text{CO}_2$ , что приводит к росту температуры. 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. Во второй половине XXI в. 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 энергии, то действовать надо начинать немедленно.

**Глава 9. Стоимость мер по снижению выбросов.** Стоимость мер по снижению выбросов парниковых газов включает в себя: 1) расходы на разработку и внедрение высокоэффективных, климатически благоприятных технологий, позволяющих снижать выбросы, и 2) затраты потребителей на переход с товаров и услуг, производство и/или потребление которых сопряжено со значительными выбросами парниковых газов, на низкоэмиссионную продукцию и услуги. В совокупности эти затраты и расходы оцениваются в среднем в 1% мирового ВВП, а при неблагоприятном сценарии – в

3,5% мирового ВВП. Интересно отметить, что при определенных сценариях меры по сокращению выбросов парниковых газов в глобальном масштабе могут приводить не к снижению, а, наоборот, к дополнительному росту ВВП.

**Глава 10. Макроэкономические модели для расчета стоимости.** Для прогноза затрат на сокращение выбросов парниковых газов используются макроэкономические модели, позволяющие рассчитать ожидаемый прирост (снижение) мирового ВВП в зависимости от заданного уровня стабилизации концентрации парниковых газов и требуемого сокращения выбросов. Расчеты показывают, что для разных сценариев цена (плата), которую придется заплатить за сокращение выбросов в период до 2050 года, колеблется от -2% ВВП (в этом случае речь идет не о затратах и потерях, а фактически о новом импульсе роста мировой экономики) до 5% ВВП ежегодно. Для сценария, предусматривающего стабилизацию на уровне 500-550 ppm  $\text{CO}_2$ -экв. к 2050 году, наиболее вероятные затраты составят приблизительно 1% + 3% мирового ВВП в год.

**Глава 11. Последствия переходных процессов и вопросы конкурентоспособности.** Затраты на сокращение выбросов парниковых газов будут различными для разных стран и секторов экономики. Тем странам, где экономический рост традиционно обеспечивается развитием (расширением) производств с высокими удельными выбросами, потребуются более значительные структурные и технологические изменения, а значит – и больше времени для перехода на низкоэмиссионную модель роста. Международные соглашения в отдельных секторах экономики помогут урегулировать вопросы, связанные с конкурентоспособностью товаров, производимых в разных странах с применением различных, в том числе устаревших технологий, с учетом их стартовой (начальной) углеродоемкости.

**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 XXI 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 ( $\text{SO}_2$ , NOX, твердые частицы). Это благотворно сказывается на здоровье человека и состоянии окружающей среды.

### **Глава 13. Цели климатической политики.**

Сокращение выбросов парниковых газов приводит к предотвращению (или 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 сокращение выбросов и экономических потерь от негативного воздействия климатических изменений позволяет дать обоснованный ответ на вопрос, на сколько следует сократить выбросы и как быстро. Исходя из нынешнего понимания ситуации представляется необходимым и целесообразным стабилизировать концентрацию парниковых газов в атмосфере к 2050 году на уровне 450–550 ppm CO<sub>2</sub>-экв. Стабилизация на более высоком уровне чревата катастрофическими последствиями, на более низком – сопряжена с чрезмерными, непосильными затратами на сокращение выбросов. В этой связи огромное значение имеют меры по адаптации к изменению климата.

## **ЧАСТЬ IV. Политика в области сокращения 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 установить общий ценовой подход для различных стран и секторов экономики.

**Глава 15. Цены на углерод (разрешения на выбросы) и рынки квот.** Налоги и торговля, равно как и нормирование, могут быть использованы для формирования справедливой цены на углерод. Однако наибольший эффект эти меры дадут в сочетании с надежной, предсказуемой климатической политикой, рассчитанной на долгосрочную перспективу. Только в этом случае у производящих компаний-эмитентов появятся реальные

экономические стимулы сокращать выбросы, а у потребителей – переходить на менее углеродоемкие товары и услуги. 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 перевести на низкоуглеродные технологии энергетику и транспорт, другие энергоемкие отрасли экономики, а также сельское и лесное хозяйство. Ведущая роль принадлежит частному сектору. Введение цен на углерод обеспечит дополнительный спрос. Однако на первых порах потребуются тесное сотрудничество (партнерство) государства и частного сектора как в формировании целей и адекватных инструментов климатической политики, так и в финансировании соответствующих технологических разработок по всей цепочке от создания до внедрения. Это позволит преодолеть институциональные нерыночные барьеры на пути технического прогресса и ускоренной модернизации экономики на основе инновационных 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, затраты времени на подготовку планов инвестиций, недостаток информации об имеющихся вариантах и способах сокращения выбросов, а также поведенческие и организационные особенности, влияющие на принятие решений. Эти барьеры можно преодолеть с помощью нормирования выбросов, введения углеродных сертификатов на продукцию и специальной углеродной маркировки (лейблинга), дополнительного финансирования с использованием частных и государственных инвестиций.

## **ЧАСТЬ V. Политика в области адаптации**

### **Глава 18. Понятие 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 наиболее уязвимы к изменению климата. Экономическое развитие – вот определяющий фактор для принятия адаптационных мер в развивающихся странах. Наибольшие усилия должны быть сконцентрированы в следующих областях: обеспечение экономического роста и диверсификация экономики, 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 г. 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 противном 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. Развитие устойчивого международного сотрудничества в области изменения климата.** Для смягчения климатических изменений (снижения выбросов) и уменьшения риска их негативных воздействий необходимо срочно принять в глобальном масштабе меры с целью сокращения выбросов парниковых газов. Прежде всего, нужно договориться о масштабах сокращения выбросов, выбрав в качестве долгосрочной цели определенный уровень концентрации парниковых газов в атмосфере. Этот уровень должен отвечать двум основным критериям: он должен обеспечивать приемлемый уровень безопасности и быть принципиально достижимым. Помимо сокращения выбросов международные действия должны включать в себя развитие инновационных низкоуглеродных технологий и меры по адаптации.

### Краткая аннотация дополнительного доклада Н. Стерна «Ключевые элементы глобального соглашения по проблеме изменения климата», 2008 г.

**Глава 1. Вызовы, возможности и рост.** Дана краткая сводка основных положений доклада и имеющихся возможностей, путей решения проблем для развитых и для развивающихся стран.

**Глава 2. Целевые уровни снижения выбросов парниковых газов и эффективность их достижения.** Показано, до каких уровней нужно снизить выбросы и как можно распределить «груз» в метрике выбросов на душу населения.

**Глава 3. Роль развивающихся стран в снижении выбросов и торговле.** Показана роль развивающихся стран в глобальном снижении выбросов. Дан обзор перспектив развития Механизма чистого развития.

**Глава 4. Международная торговля квотами, принцип общей корзины и торговли (cap-and-trade).** Рассмотрен накопленный опыт и показаны возможности систем торговли генерировать финансовые ресурсы.

**Глава 5. Финансирование снижения выбросов от сведения лесов.** Рассмотрена проблема сведения лесов в тропических странах и пути ее решения, в том числе с активным привлечением частного сектора и систем торговли углеродом (разрешениями на выбросы).

**Глава 6. Технологии.** Рассмотрен поэтапный переход на новые низкоуглеродные технологии, а также требующаяся для этого международная координация усилий.

**Глава 7. Адаптация.** Даны оценки объемов средств и механизмов финансирования адаптации в развивающихся странах.

**Глава 8. Выводы.** Даны предложения по конкретным шагам разработки нового соглашения и созданию соответствующей институциональной базы. Выделены ключевые разделы нового соглашения.

**Приложение.** Рассмотрены риски и проблема дисконтирования при сопоставлении будущих и нынешних затрат.

# 1. Научные данные об изменении климата

Последние научные данные неопровержимо доказывают, что доминирующей причиной этого является антропогенное усиление парникового эффекта. Никогда ни в истории человечества, ни за последние полмиллиона лет в атмосфере не было столь высокой концентрации  $\text{CO}_2$ . На антропогенный характер «избыточного»  $\text{CO}_2$  в атмосфере указывают результаты изотопного и корреляционного анализа<sup>1,3</sup>. Для российской аудитории важно обратить особое внимание на сопоставление антропогенного эффекта с естественными факторами, поскольку в наших СМИ все еще встречаются самые экзотические утверждения о причинах наблюдаемых изменений. Эти ошибки, как правило, вызваны непониманием различий между нынешним краткосрочным изменением и естественными климатическими процессами с характерным временем в сотни и тысячи лет.

Данные Всемирной метеорологической организации (ВМО) говорят об аномальном росте температуры. За всю историю инструментальных наблюдений никогда не было столь длительного и сильного потепления. Данные охватывают все континенты и океаны. По данным сети Росгидромета, за последние 100 лет (с 1907 по 2006 г.) потепление на территории России составило в среднем  $1,29^\circ\text{C}^2$ , что в полтора раза больше, чем в мире в целом, где потепление составило около  $0,8^\circ\text{C}^3$ . Основной рост значений температуры в России пришелся на последние 30 лет, что служит индикатором возникновения нового фактора, влияющего на климат – именно в

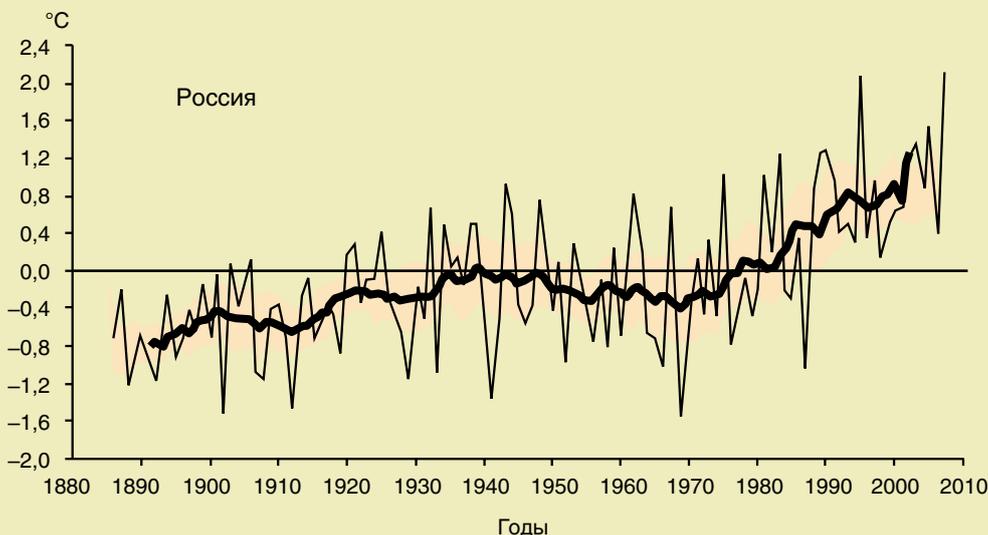
это время глобальные концентрации  $\text{CO}_2$  и метана в атмосфере стали расти особенно быстро.

Что касается прошлого, то известно о существовании средневекового максимума, когда Гренландию называли «зеленой землей». Были ледниковые периоды, а во времена динозавров было значительно теплее, чем сейчас. Насколько сейчас ситуация уникальна, если измерения ведутся только 150 лет?

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. Подтверждается теплый период в районе 1000 года нашей эры. Однако на этом фоне нынешний рост температуры резко выделяется (см. с. 12).

Палеоклиматические данные имеют масштаб сотен тысяч лет. Существуют, например, ряды, полученные по кернам антарктических льдов, которые насчитывают 650 тыс. лет (см. с. 13). По ним четко прослеживается чередование ледниковых и межледниковых периодов. Хорошо виден последний ледниковый период, когда температура была на  $7-9^\circ\text{C}$  ниже, чем сейчас. В настоящий момент температура «на максимуме» и через несколько десятков тысяч лет надо ожидать ледникового периода. Подобный ход хорошо объясняется изменениями орбиты Земли по признанной астрономами теории Миланковича. Ось вращения Земли совершает очень медленное круговое движение – пре-

## Изменения среднегодовой приземной температуры воздуха ( $^\circ\text{C}$ ), осредненной по территории России<sup>2</sup>



Тонкая линия показывает результаты наблюдений по станциям, жирная – сглаженный ход температуры воздуха (11-летние скользящие средние). На фоне устойчивого повышения температуры за последние примерно 35 лет наблюдаются значительные межгодовые колебания средней температуры<sup>2</sup>.

цессию. Кроме этого, наклон земной оси 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 – альbedo 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 и т.д.

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. Этот факт надежно подтверждает корреляционный анализ. То есть ситуация обратная естественным изменениям-вариациям орбиты Земли и солнечной активности.

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 были раньше. Но данные по парниковым газам действительно внушают тревогу.

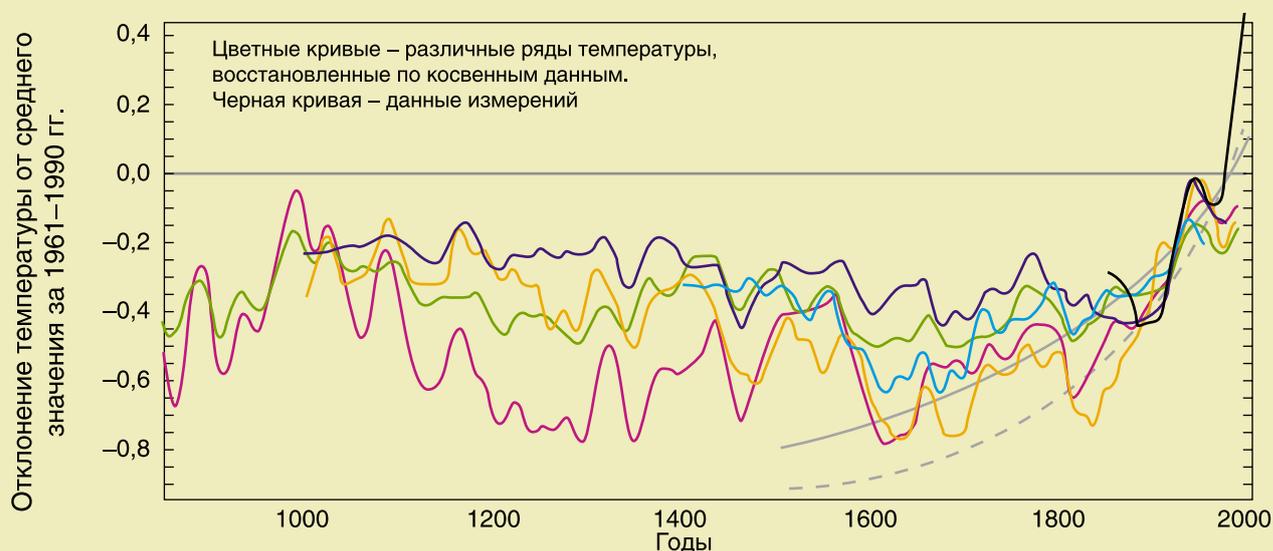
По сравнению с 1750 годом концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере выросла на треть: с 280 до 380 млн<sup>-1</sup> (то есть на миллион литров воздуха приходится 380 литров  $\text{CO}_2$ ), причем резкий рост пришелся на последние десятилетия XX века. Точность измерения концентрации  $\text{CO}_2$  достаточно велика.

Концентрация метана – второго по нынешнему влиянию на климат парникового газа после  $\text{CO}_2$ , выросла в 2,5 раза  $\pm 4\%^2$ . Тренд еще одного парникового газа – закиси азота – равен  $17\pm 5\%^1$ . Такого в последние сотни тысяч лет не было никогда. 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. Поэтому, например, в докладе Росгидромета концентрации парниковых газов даны не только в объемных единицах, но и в энергетических, в Вт прогрева на м<sup>2</sup>, (см. стр. 16). 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, с тех пор как у Земли появилась атмосфера. Средняя температура у поверхности Земли в доиндустриальную эпоху была равна 13,7°C, без парникового эффекта было бы около -19°C, или на 33°C ниже. Сейчас температура возросла до 14,5°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 Стерна приведена схема взаимодействий и рассмотрены все ее ключевые элементы. Большое влияние на потоки тепла может оказывать также антропогенное изменение подстилающей поверх-

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



ности, изменение альбеда из-за сведения лесов, таяние снежного покрова и т. п., (см. рис. на с. 14).

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 его 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 разные факторы – антропогенные и естественные. В последнем докладе IPCC приведена сводка всех факторов. Заметим, что оценка факторов дана на текущий момент, то есть во временном масштабе нескольких десятилетий. В ином масштабе оценка может быть совсем другой. Например, в момент мощного извержения вулкана с забросом аэрозолей в стратосферу будет наблюдаться сильный охлаждающий эффект. В масштабе десятков тысяч лет нужно будет рассматривать изменения орбиты Земли как главный фактор наступления ледниковых периодов и т. п.

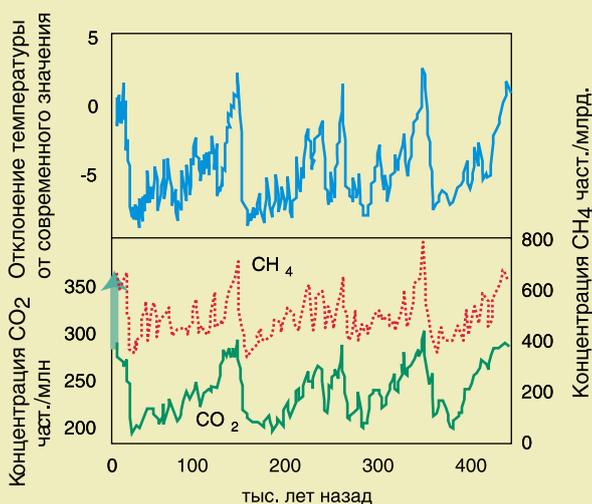
Видно, что сильнейшим фактором является рост концентраций парниковых газов, прежде всего  $\text{CO}_2$ .

Из естественных процессов потепление вызывает рост солнечной активности, но по силе 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 альбеда облачного покрова Земли.

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

В представленной на с. 14 схеме обратных связей самая мощная – изменение способности океана поглощать  $\text{CO}_2$ , который не только растворяется в воде, но и переходит в ионные формы  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ . Баланс между ними зависит от температуры, кислотности вод (pH) и ряда других факторов. Все это непосредственно связано с жизнью морской биоты. Поглощение  $\text{CO}_2$  уже вызывает повышение pH воды, что 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  $\text{CO}_2$ .

**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**



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 покрытых лесом земель – около 125 млрд т С. Содержание детрита (отмершего органического вещества) в российских лесах также достаточно велико – около 18 млрд т С. Депонирование углерода в фитомассе лесов России (брутто-прирост) на 2003 г. 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>. Однако глобальная роль лесов России гораздо меньше, чем у тропических лесов, тем более что наши леса стабильны, а тропические быстро вырубаются. Поэтому именно прекращение сведения тропических лесов рассматривается как главная глобальная лесо-климатическая задача.

Заметим, что 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.

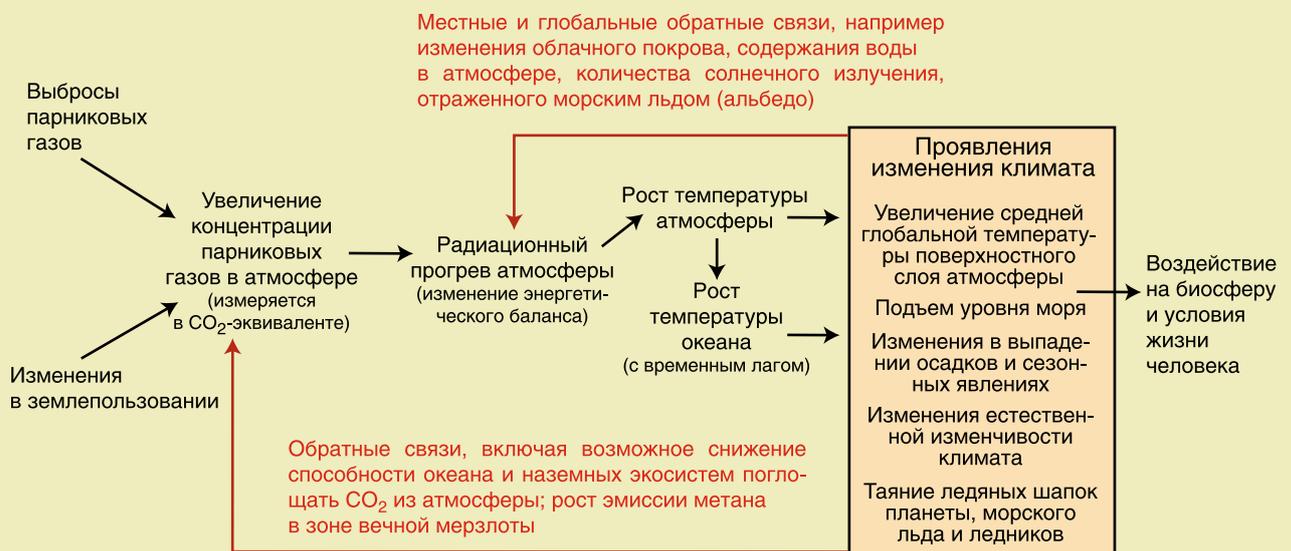
Разрушение ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии – еще одна важная обратная связь.

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>.

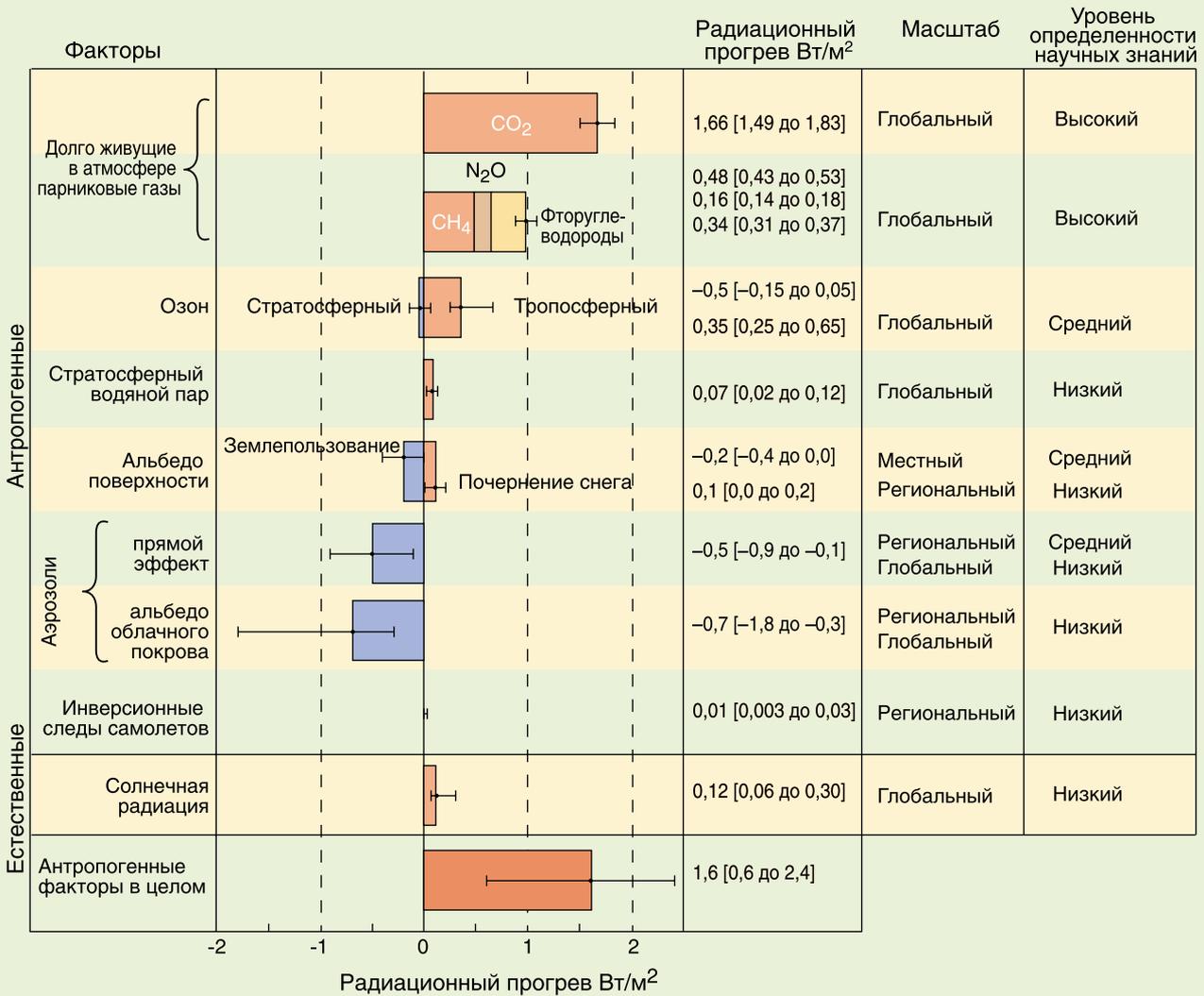
В докладе Стерна обращается серьезное внимание на метан, накопленный в вечной мерзлоте. При потеплении он будет высвобождаться. При повышении температуры усиливается и разложение органического вещества, что также является источником  $\text{CO}_2$  и метана. Последние данные показывают, что поток метана из тундры растет, хотя по абсолютной величине он пока невелик. Наряду с этим в мире имеются огромные запасы метангидратов (метана в форме снега), в основном лежащие на морском шельфе. Повышение температуры может нарушить их стабильность и привести к гигантским выбросам метана в атмосферу, что, вероятно, случилось миллионы лет назад. Ближе всего к поверхности океана метангидраты залегают в более холодных водах, в Арктике. Все эти опасности требуют пристального внимания и глубоких научных исследований. Без знаний и безопасных технологий недопустимо пытаться добывать метангидраты на морском дне.

Главные выводы первой главы доклада Стерна – 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.

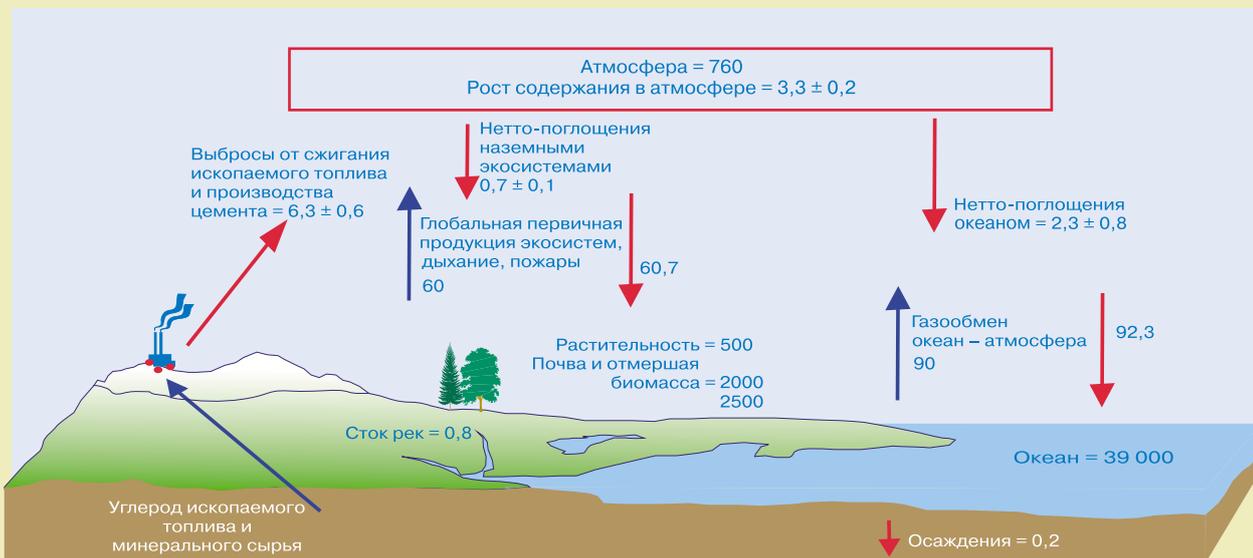
### Сводная схема взаимодействий и обратных связей изменения климата



Факторы, влияющие на радиационный прогрев атмосферы<sup>9, 2</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

Одна из важнейших глав доклада Стерна 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. Российскому читателю важно обратить дополнительное внимание на Арктику и районы вечной мерзлоты. Поэтому ниже сначала дается общее резюме наблюдаемых и ожидаемых в ближайшем будущем эффектов. Затем более подробно излагается ситуация в северных регионах, а в заключение даются экономические оценки.

В докладе Стерна содержится практически тот же вывод, что и в последних исследованиях Росгидромета<sup>1,2</sup>. **На начальной стадии глобального потепления в Канаде, России и Скандинавии изменения климата могут приводить к нетто-положительному эффекту.** Улучшатся условия для сельскохозяйственного производства, для развития туризма, будет меньше случаев болезни и гибели людей от переохлаждения, меньше топлива потребуется на обогрев. Однако **положительный эффект возможен только до уровня глобального потепления в 1–2°C (что в северных широтах означает примерно 3–5°C), далее нетто-эффект от изменений климата превратится в сугубо негативный.** Засухи и вредители приведут к снижению урожайности, вырастет число ураганов, наводнений и ливневых осадков, все больше энергии будет тратиться на охлаждение, появятся «южные» болезни, дороже станет любая деятельность и жизнь людей в зоне вечной мерзлоты и т. п.

### Обзор влияния на отрасли экономики России

Наряду с повышением средней температуры (см. с. 11) за последние 30 лет в России существенно изменились индексы экстремальности температуры и осадков, что согласуется с фактом глобального потепления<sup>2</sup>. Годовые минимумы и максимумы температуры увеличиваются, при этом минимумы растут быстрее максимумов, так как большая часть периода повышенных температур приходится на холодное время года, число суток с морозом уменьшается. В целом по России за последние 30 лет отмечается рост осадков и увеличение стока рек. Осадки увеличились в основном весной и зимой, а летом их число даже несколько снизилось. В центральной и западной части европейской территории страны, в Якутии и в Прибайкалье сток рек в последние три десятилетия на 30–40% превышал показатели 1946–1977 гг. Отмечено увеличение повторяемости сильных осадков и сокращение длительности сухих периодов.

В центральной части европейской территории страны, и в частности в московском регионе, суще-

ственно изменилась зимняя погода. Стало больше циклонов и меньше антициклонов, что в основном обусловлено изменениями в климатических процессах в Северной Атлантике<sup>2</sup>.

Глобальное изменение климата приводит к усилению частоты и интенсивности опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ). За 1990–2007 гг. их число удвоилось и достигло примерно 350–400 в год (в 2006 и 2007 годах 387 и 436 случаев соответственно). Более того, Росгидромет предсказывает последующее удвоение числа ОГЯ за 10 лет, то есть на территории России предполагается по два явления каждый день. По оценке Всемирного банка, ежегодный ущерб от различных ОГЯ, в число которых входят и последствия изменения климата, в России составляет 1–2 млрд. долларов.

Больше всего ОГЯ – 70% – 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 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 г. 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 г. 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. Материальный ущерб был оценен в 16 миллиардов рублей.

В целом в 2010–2040 гг. объем водных ресурсов в России увеличится, особенно в зимнее вре-

мя. В европейской части страны пики половодья повсеместно сместятся с мая на апрель. Сток рек, впадающих в Северный ледовитый океан, возрастет на 3–11%. Ожидается увеличение риска опасных весенних наводнений в бассейнах рек Лены и Енисея, в несколько меньшей степени – Печоры, Северной Двины, горной части бассейна Оби. Повысится вероятность ледовых заторов, особенно на Лене и других сибирских реках. В Сибири и на Дальнем Востоке количество осадков будет больше не только зимой, но и летом, что повысит вероятность дождевых паводков, особенно в горных районах.

Ожидается увеличение количества и интенсивности ливневых осадков и вызываемых ими наводнений на малых и средних реках, особенно на Северном Кавказе. Потребуется коренная модернизация систем ливневого стока во многих городах европейской части страны. Увеличится вероятность нагонных наводнений в устьях больших рек. В частности, в Санкт-Петербурге возрастет вероятность наводнений с повышением уровня воды более чем на 3 метра, что может привести к серьезным негативным последствиям для города<sup>2</sup>.

С другой стороны, в ряде густонаселенных регионов – на территориях черноземных областей Центрального и Южного федерального округов, в юго-западной части Сибирского округа (где и сейчас водные запасы ограничены) следует ожидать уменьшения водных ресурсов на 5–15%. С учетом изменений климата и увеличения водопотребления нагрузка на них возрастет на 5–25%<sup>2</sup>.

На многих реках увеличится период навигации, но при этом сократится период доставки грузов по зимним дорогам. Это особенно важный фактор для Республики Саха (Якутия) и Магаданской области, для Архангельской области и Ненецкого автономного округа и в целом для северных регионов с неразвитой сетью дорог. В северных лесохозяйственных регионах усложнится вывоз древесины по зимним дорогам, особенно проложенным в болотистых местностях.

В горных районах на всей территории Большого Кавказа продолжительность селеопасного периода увеличится на 1,5 месяца. Произойдет оттаивание значительного объема многолетнемерзлых пород, увеличится площадь интенсивного морозного выветривания и, соответственно, объем горных пород, участвующих в формировании селевых потоков, которые в результате возрастут на 20–30%. Таяние ледников в сочетании с дождями приведет к тому, что систематически будет отмечаться прохождение селей в бассейнах рек Малая и Большая Лаба, Большой Зеленчук, Сулак и Самур. Дождевые сели особенно усилятся в районах Пастбищного и Лесистого хребтов, где негативные эффекты могут быть усилены сведением лесов<sup>2</sup>.

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. Впрочем, изменение периода вегетации в основном происходит в северных районах, а в черноземной зоне и в других главных житницах России этот эффект совсем не велик<sup>2</sup>.

Опасный сигнал – в последние десять лет наблюдается рост численности насекомых-вредителей, они становятся все активнее и распространяются на большие расстояния, усиливается миграция некоторых видов в северном направлении. Массовое размножение саранчовых в последнее десятилетие XX в. приобрело значительные масштабы и фактически охватило все степные районы юга России. В 1997 г. нашествию саранчовых подверглись 16 субъектов Российской Федерации. Массовые очаги насекомых появились в Ростовской и Оренбургской областях, в Краснодарском крае, на юге Сибири. Общая сумма только прямых затрат на борьбу с саранчовыми только в одном Ставропольском крае составляет 2,8 млрд. рублей в год<sup>2</sup>. Вызывает большое опасение распространение колорадского жука. Ежегодно в России он снижает урожаи картофеля на одну треть. К концу XX в. ареал жука достиг Челябинской и Оренбургской областей, ставших зонами его массового размножения. Колорадский жук приблизился к климатически обусловленным границам своего ареала, который в результате изменения климата, прежде всего мягких зим, имеет явную тенденцию к увеличению. В ряде восточных регионов России стали случаться засухи и понижалась урожайность. В 2002 г. летняя засуха в Читинской области уничтожила 70% посевов, а бескормица привела к значительному сокращению поголовья скота и массовой гибели диких животных.

В целом влияние изменения климата на сельское хозяйство России может пойти по двум сценариям: ариднему и гумидному. В первом случае урожайность зерновых и кормовых культур будет сразу падать по всей территории степной и лесостепной зон страны. К середине XXI в. 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.

При гумидном (влажном) потеплении до середины XXI в. можно ожидать роста урожайности, после чего наступит падение. Во второй половине XXI в. урожайность зерновых в черноземной зоне будет ниже современного уровня на 10–13%, на юге Сибири – на 20–25%. Выше, чем сейчас, урожайность

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

Регион	Изменение ежегодных затрат на отопление (дни*градусы)	Изменение ежегодных затрат на охлаждение (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 не рассматривалась возможность менее комфортного проживания (то есть изменение «базовой» температуры или влажности воздуха)

будет в Нечерноземной зоне (на 11–29%)<sup>2</sup>. Однако это не сможет служить полноценной заменой потерь в главных сельскохозяйственных районах юга России. Заметим, что наиболее благоприятен гумидный сценарий, который отдалает потери на несколько десятилетий. По ариднему сценарию потери будут уже через 10 лет.

Благодаря росту концентрации CO<sub>2</sub> будет активнее расти биомасса, но только до некоторого предела. Затем удобряющий эффект CO<sub>2</sub> примет форму «плато», а негативное влияние жары, засух и т. п. будет резко снижать урожаи и рост лесных культур.

Вероятным последствием изменения климата является увеличение лесных пожаров. Негативная тенденция наблюдается уже сейчас, растет как число пожаров, так и пройденная ими площадь. В 1994–2003 гг. в России было уничтожено пожарами 3,1 млн. га лесных насаждений, или 80% погибших от всех причин древостоев. Только прямые потери от лесных пожаров (стоимость сгоревших и поврежденных древостоев, лесной продукции и др.), в частности в 2004 г., составили почти 20 млрд рублей<sup>2</sup>.

Расчеты показывают, что неблагоприятный сценарий МГЭИК А2, где человечество минимальным образом ограничивает выбросы парниковых газов, приводит к резкому росту пожароопасности. Для всей территории России построены карты изменения пожароопасности. К 2025 г. на юге Западной Сибири, в Якутии увеличение числа суток с горимостью «высокая и больше» составит 20–60%<sup>2</sup>. К 2050 г. возрастет горимость на обширных территориях, покрытых хвойными лесами.

К положительным последствиям изменения климата большинство специалистов относят сокращение отопительного сезона. Расчеты показывают, что даже самый «жаркий» сценарий МГЭИК А2 дает от-

носительно небольшое сокращение. К 2025 г. сокращение длительности отопительного сезона составит 5%, к 2050 г. 5–10%. В ряде регионов экономия будет в 1,5–2 раза больше: на юге и на западе европейской части страны, на Чукотке и на Камчатке. По потреблению топлива экономия может составить до 10% к 2025 г. и 10–20% к 2050 г. Только в отдельных указанных выше регионах экономия топлива к середине века может составить 1/32. 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. 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 к.п.д. охлаждения намного ниже, чем при отоплении, выгоды становятся совсем небольшими, а в Европе и особенно в Северной Америке практически отсутствуют.

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.

Все это приведет к существенному воздействию на здания, сооружения и транспорт. В последние годы наблюдается рост числа случаев разрушения зданий, что связано как с изменением климата, так и с недостаточным учетом климатических факторов при проектировании и эксплуатации<sup>2</sup>. Большие снеговые нагрузки привели к обрушению ряда спортивных и торговых помещений и к гибели людей. Хорошо известно разрушение зданий в зоне многолетней мерзлоты, которое рассматривается в следующем разделе.

На северо-западе европейской части страны вероятно повышение уровней грунтовых вод и подтопление равнинных территорий, что ускорит деформацию фундаментов и технических сооружений. На юге России, в Поволжье и на Дальнем Востоке вероятно увеличение гололедной нагрузки на здания и сооружения. При учащении заморозков и оттепелей увеличится повторяемость гололедицы на дорогах. Прежде всего, это относится к центральной и северной частям европейской территории страны, центральным частям Сибири и Дальнего Востока. В северных районах в начале и в конце зимы будут проблемы с эксплуатацией зимних дорог<sup>2</sup>.

Усиление процессов размыва русел рек повышает риск аварий на подводных участках трубопроводов. Места наиболее проблемных подводных

переходов имеются в бассейнах Верхней и Средней Волги, на юге России, в Тюменской области и по всему югу Сибири и Дальнего Востока<sup>2</sup>. Учитывая, что общая протяженность газо- и нефтепроводов в России более 200 тыс. км и они пересекают тысячи рек, укрепление переходов может стать весьма дорогим делом.

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.

За последнюю четверть XX в. заболеваемость клещевым энцефалитом в России возросла в 9 раз и достигла 10 тыс. случаев в год. Вследствие потепления климата происходит ускоренное развитие клещей, увеличение периода их активности, рост численности диких животных – «хозяев» клещей. Этот процесс протекает в основном на Урале и в Сибири, в Архангельской области, расширяется ареал клещевого энцефалита в центральной части европейской территории страны. Доказаны связи между климатическими условиями и численностью клещей в Красноярском крае. В другом сибирском регионе – Иркутской области – температура зимних и весенних месяцев за последние годы повысилась, а длительность безморозного периода увеличилась с 90–100 до 120–130 дней. По многолетним наблюдениям (1956–2003 годы), число иксодовых клещей возросло в 57,5 раза, а заболеваемость – в 40,2 раза<sup>3</sup>. В качестве причин, приведших к росту заболеваемости клещевым энцефалитом, называют также освоение лесных массивов под дачные участки, более частый выезд горожан на природу для отдыха, сбора грибов, ягод и т. д., что способствует повышению контакта населения, прежде всего городского, с клещами.

Отмечается рост заболеваемости геморрагической лихорадкой и лихорадкой Западного Нила. Ожидается усиление заболеваемости на юге европейской части страны, в Поволжье, на юге Сибири. На побережье Черного моря возможно укоренение комаров – переносчиков желтой лихорадки и лихорадки Денге. Ожидается, что потепление климата скажется на природных очагах таких опасных инфекций, как чума, туляремия, лептоспирозы и сальмонеллезы. Еще в большей степени потепление может повлиять на заболеваемость холерой. Заболеваемость малярией растет по всему миру. В долгосрочном плане эта опасность угрожает и России, однако до 2025 г. значительные проблемы с этой болезнью у нас маловероятны<sup>2–4</sup>.

Жара и прямо влияет на здоровье людей. Исследования, проведенные в Твери, показали связь между числом обращений за экстренной медицинской помощью, общей смертностью и смертностью

от ряда причин (цереброваскулярные нарушения, травмы, утопления и самоубийства) и температурой воздуха в летний период. Во время жары при увеличении максимальной дневной температуры на 10°C число обращений и смертность от отдельных причин возрастают на 100 %, общая смертность – на 8%. Особенно опасно сочетание волн жары с загрязнением атмосферного воздуха. Опыт ряда стран, в частности Франции, показывает, как можно помочь населению, однако это требует значительных средств.

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

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 льда меньше всего. Никогда в XX веке не было так мало льдов, как сейчас, особенно многолетних – более толстых, и никогда они так быстро не сокращались. За последние 30 лет общая площадь льдов (по состоянию на сентябрь каждого года) сократилась примерно с 7,5 до 5,5 млн км<sup>2</sup>. В 2007 году был поставлен рекорд минимума льдов – 4,3 млн км<sup>2</sup>, в 2008 году этот рекорд был почти повторен. Наибольшее сокращение отмечено для многолетнего ледяного покрова в Восточно-Сибирском и Чукотском морях, в море Бофорта. По данным ААНИИ<sup>2</sup>, площадь льдов в сибирских арктических морях с 1979 по 2006 год уменьшилась примерно в 2 раза, с 1,3 до 0,6 млн км<sup>2</sup>. В сентябре 2005 года льдов было лишь 0,2 млн км<sup>2</sup>. Основной причиной называют большее поступление теплых вод из Атлантики. Этот процесс накладывается на естественную Арктическую осцилляцию с периодом порядка 10 лет. Снижается и количество зимних льдов, что особенно заметно на «окраинах» Арктики, в Беринговом и Баренцевом морях.

Через 10–20 лет ледовый покров в июле – сентябре столь сильно сократится, что суда пойдут по Северному морскому пути без ледоколов. Это облегчит судоходство, но более частые и сильные шторма и ураганы, дрейфующие ледовые поля сильно его осложнят. Та же угроза будет и для газовых промыслов, в частности для Штокмановского месторождения. 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 2007 год их площадь сократилась более чем на 20%.

Лесотундра будет все сильнее зарастать лесом и продвигаться на север, оттесняя тундру на арктическое побережье. Если в северной тайге потепление будет идти так же 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.

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 перегонем 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 будет происходить в феврале, когда мясо животных гораздо хуже.

Здоровье населения в Арктике тоже будет под значительным воздействием изменения климата. С одной стороны, будет меньше экстремальных зимних температур, но зато будет больше метелей, сильных ветров, оттепелей и других погодных явлений, отрицательно воздействующих на здоровье. Опасения вызывает распространение кишечных инфекций, разрушение санитарных сооружений в зоне вечной мерзлоты, нарушение привычного образа жизни коренного населения<sup>4</sup>.

Из-за изменения состояния грунта (оттаивание вечной мерзлоты, повышение уровня грунтовых вод, подтопление и т. п.) будут расти нагрузки на здания

и различные инженерные сооружения, в том числе и на трубопроводы. В 1990-х годах число зданий, получивших повреждения из-за неравномерных просадок фундаментов, увеличилось по сравнению с предшествующим десятилетием в Норильске на 42%, в Якутске – на 61% и в Амдерме – на 90%. В Западной Сибири на магистральных трубопроводах более 20% всех аварий вызвано механическими воздействиями, в том числе связанными с потерей устойчивости и деформацией опор.

Особую опасность представляют «линзы» высокоминерализованной воды, имеющей отрицательную температуру. Они широко распространены вдоль Арктического побережья, в частности на Ямале и в других районах добычи нефти и газа. Даже небольшое увеличение температуры грунта может нарушить равновесие и привести к таянию значительных массивов многолетней мерзлоты. Это представляет особую опасность для зданий и сооружений, скважин, и опор и трубопроводов<sup>2,3</sup>.

Перспективная оценка рисков на середину XXI века приведена ниже на карте<sup>2,3</sup>. Заметим, что эта карта – результат расчетов по сценарию В1 МГЭИК, подразумевающему наиболее активные действия человечества по сокращению выбросов парниковых газов, то есть это оценка минимальных рисков. В зону наибольших значений попадают бассейны верхнего течения рек Индигирка и Колыма, Чукотка, значительная часть Западно-Сибирской равнины, побережье Карского моря. Там имеются развитая инфраструктура, добыча нефти и газа, в частности, система трубопроводов Надым – Пур -Таз, линии электропередач от Черского до Певека и многие другие

### Сводная оценка потерь, вызванных изменением климата, в ближайшие десятилетия (по докладу Стерна)

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 водноболотных 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 водноболотных угодий и земель (без промышленных и жилых объектов)

объекты. Особенно опасно наложение техногенных и климатических факторов, что требует тщательного мониторинга и придирчивого выбора технологий и методов работы в зоне многолетней мерзлоты. Там нужна не только организация повсеместного мониторинга состояния объектов, но и введение строгих стандартов работы и допустимых технологий.

Согласно докладу Стерна еще одним, возможно, самым сильным глобальным воздействием изменения Арктики на планету может стать эмиссия метана. Сибирские торфяные болота, образовавшиеся около 11 тыс. 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. При потеплении усиливается и разложение органического вещества, что также является источником  $\text{CO}_2$  и метана. Последние данные показывают, что поток метана из тундры растет, хотя по абсолютной величине он пока невелик.

В докладе Стерна указывается, что в мире имеются огромные запасы метангидратов (метана в форме снега), в основном лежащих на морском шельфе. Повышение температуры может нарушить их стабильность и привести к гигантским выбросам метана в атмосферу. Ближе всего к поверхности океана метангидраты залегают в более холодных водах, в Арктике. Все эти опасности требуют пристального внимания и глубоких научных исследований.

### Общая оценка экономических потерь и временных выгод

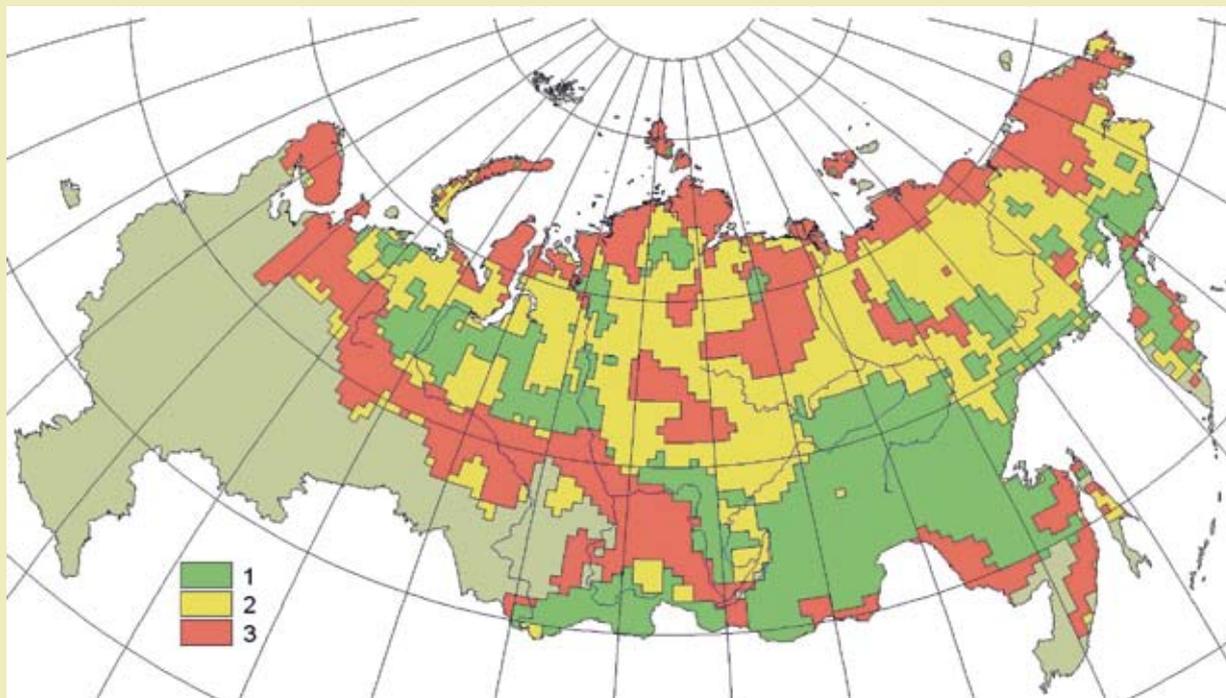
Как указывалось выше, для северных стран начальный небольшой нетто-положительный эффект изменения климата при глобальном потеплении более чем на  $1\text{--}2^\circ\text{C}$  вскоре сменяется нетто-негативным. В более южных странах (а также в южных регионах России) к ущербу ведет уже нынешнее потепление. В Великобритании ежегодный ущерб от штормов и наводнений уже составляет 0,1% ВВП и, по оценкам, вырастет в ближайшие десятилетия до 0,2–0,4% ВВП. В США увеличение скорости ветра во время тропических ураганов на 5–10% привело к удвоению ежегодных потерь. Сегодня они оцениваются в 0,15% ВВП. В целом в мире потери от штормов, ураганов, наводнений, засух, волн жары будут в ближайшие десятилетия прирастать примерно на 0,1% ВВП в год. К середине века совокупный ущерб, нанесенный опасными гидрометеорологическими явлениями, может достичь 0,5–1,0% мирового ВВП в год.

Об опасности таких явлений можно судить хотя бы по результатам наводнений и волн жары, прокатившихся по Европе в 2003 году. Более 35 тыс. человек тогда погибло или скоропостижно скончалось, не выдержав экстремальных температур. Ущерб, нанесенный сельскому хозяйству, составил 15 млрд. долларов.

В докладе Стерна приводятся детальные оценки того, как повлияет изменение климата на инвестиции, капитальные затраты, трудовые ресурсы и

### Карта риска для зданий и сооружений в зоне вечной мерзлоты (расчеты по климатическому сценарию GFDL)<sup>2, 3</sup>

1 – слабый, 2 – средний, 3 – высокий риск



потребление в США с учетом и без учета мер по адаптации<sup>6</sup>. Показано, что в отсутствие действенных мер по адаптации экономика и население США будут нести тяжелые потери вследствие изменения климата. Сильнее всего пострадает сельское хозяйство, на долю которого придется от 70 до 80% совокупного экономического ущерба. В то же время США имеют шанс извлечь вполне ощутимую выгоду, если смогут оптимизировать экономику с учетом изменения климата. Наряду с этим в докладе показано, что при повышении средней глобальной температуры больше чем на 3°C меры по адаптации Соединенным Штатам уже не помогут и потери станут неизбежными. Это повлечет за собой спад потребления и снижение уровня жизни населения.

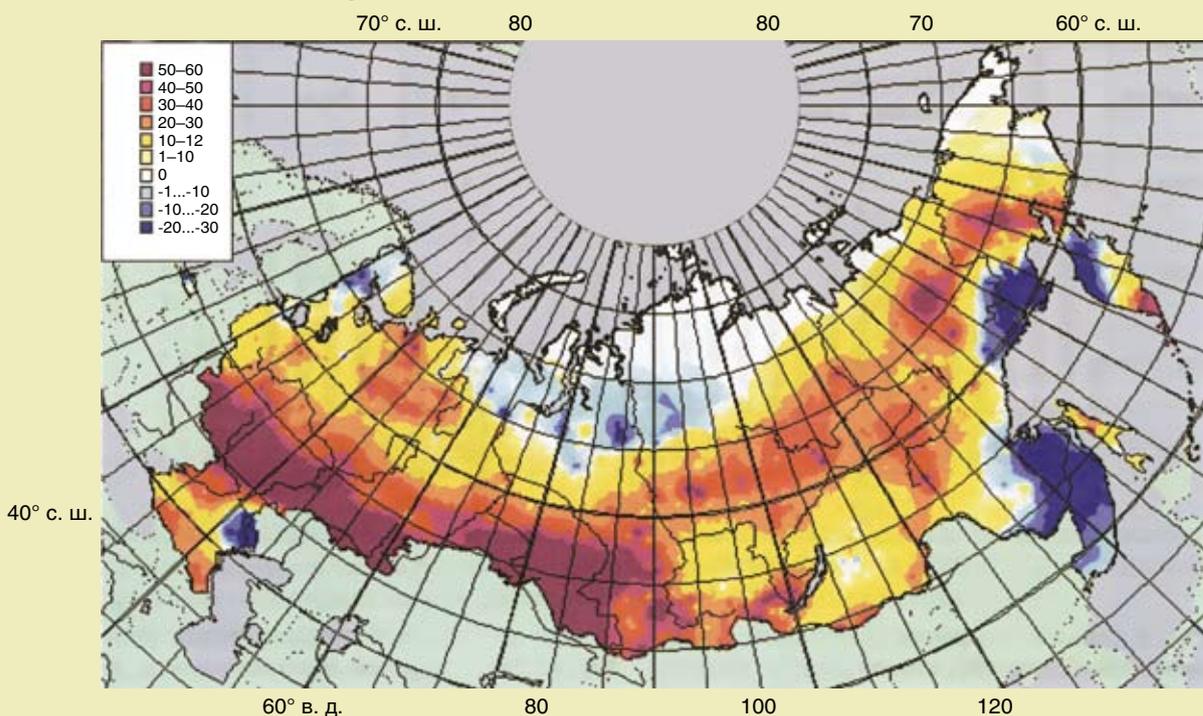
Заметим, что в расчет не брались тропические ураганы и другие крупные стихийные бедствия. С их учетом, а это очень важный фактор, порог выгоды при оптимальных действиях снижается до 2°C. Данный порог близок к требованиям экологов, основанных на выживании различных видов животных и растений.

Говоря о России, очень важно оценить ущерб от таяния вечной мерзлоты, от жары и засух в сельскохозяйственных регионах, от наводнений и павод-

ков. По оценке МЧС, нынешние потери от погодноклиматических явлений составляют (2006 г.) 30–60 млрд рублей<sup>7</sup> (0,07–0,15% ВВП), а главный ущерб несут 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.

При оценке возможного экономического ущерба от изменения климата важно учитывать нелинейные эффекты. На это специально обращается внимание в докладе Стерна. Так, ущерб от урагана пропорционален кубу скорости ветра. В свою очередь скорость ветра растет по экспоненте при увеличении прогрева поверхности океана. Поэтому даже при относительно безопасном (и, увы, неизбежном) потеплении на 2°C в ближайшие 30 лет ущерб, вызванный изменением климата, будет нарастать и к 2050 году составит 0,5–1,0% мирового ВВП, как минимум. Экономические последствия изменения климата в более отдаленной перспективе могут оказаться тяжелее, но еще есть возможность их сгладить или предотвратить заблаговременным сокращением выбросов парниковых газов.

### Изменение (%) числа суток в году со значениями индекса горимости «высокий и больше» к 2025 г. относительно нормы 1961–1990 гг.<sup>2</sup>



### 3. Оценка ущерба

Прогнозирование изменения климата принципиально отличается от краткосрочного прогноза погоды. При прогнозе погоды с помощью мощнейших компьютеров имитируют реальное изменение атмосферных условий в течение нескольких дней. Отслеживаются пути движения воздушных масс, циклонов и антициклонов и исходя из законов физики прочерчивается их дальнейшее движение и трансформация. Поэтому уверенно предсказать погоду для большинства мест на Земле можно лишь на 5–7 дней. Повышение компьютерных мощностей может увеличить срок надежного прогноза на несколько дней, но не более. Например, для Москвы временным ограничением может служить период между образованием циклона в Северной Атлантике и его приходом в европейскую часть России.

Прогноз изменения климата «устроен» совершенно иначе и зависит от временного масштаба прогнозирования. Изменения климата в далеком будущем (или прошлом), через тысячелетия – это астрономический расчет по теории Миланковича, описывающей особенности изменения орбиты Земли. Он говорит о наступлении следующего ледникового периода через несколько десятков тысяч лет. Сейчас мы к этому постепенно движемся – «астрономически» холодает, но это очень медленный процесс. В масштабе сотен лет немалую роль может играть, например, 200-летний солнечный цикл. В самом коротком временном масштабе – нескольких лет – для тех или иных

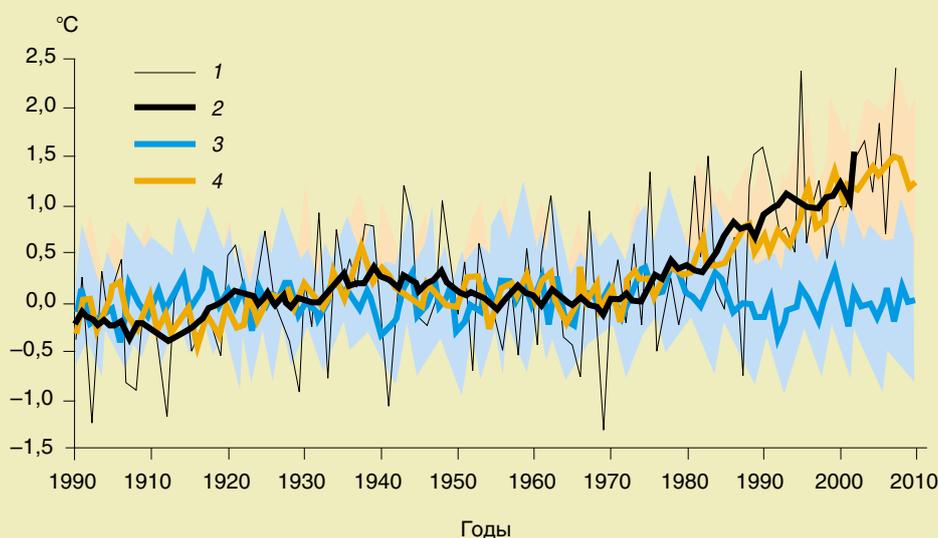
регионов главную роль играют естественные колебания, такие как Эль-Ниньо или Арктическая осцилляция. В этом случае прогноз может основываться на статистическом анализе, выявлении циклических процессов и их экстраполяции на будущие годы.

#### Прогноз изменений климата на XXI век

Когда говорится о проблеме глобального изменения климата, имеются в виду несколько десятилетий или максимум XXI в. – то «экономическое и климатическое пространство», в котором жить нам и нашим детям и внукам. В этом случае ни «астрономия», ни естественные циклы не могут справиться с задачей, например, описать, что происходило за последние 30 лет. Подход иной, и его можно разделить на несколько шагов.

Сначала делаются прогнозы выбросов  $\text{CO}_2$  (а также других парниковых газов и аэрозолей). Это экономико-энергетическая задача, которой в глобальном масштабе занимается МГЭИК1, Международное энергетическое агентство и другие организации. Затем выбросы пересчитываются в концентрации  $\text{CO}_2$ , других парниковых газов и аэрозолей в атмосфере. Для этого требуются определенная дополнительная информация (например, о том, как  $\text{CO}_2$  будет поглощаться океаном), которая берется по совокупности накопленных научных данных<sup>1</sup>. Естественно, тут не может быть определено точных цифр и возникает «диапазон» оценок. Далее в дело вступает парниковый эффект.

#### Временной ход среднегодовых аномалий температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России<sup>2</sup>



Данные наблюдений (1, 2) расчет по ансамблю 16 МОЦАО CMIP3 с учетом только естественных внешних воздействий (3) антропогенных и естественных воздействий (4). Аномалии рассчитаны по отношению к среднему за 1901–1950 гг. Кривая (2) получена из (1) с помощью 11-летнего скользящего осреднения. Цветные заштрихованные области показывают межмодельный разброс, равный стандартным отклонениям ( $\pm$ ) от средних по ансамблю.

Это физическое явление хорошо и достаточно точно описано (см. главу 1) и, говоря о глобальной температуре на Земле, ее рост можно оценить просто исходя из закона сохранения энергии, что еще в XIX веке делали Фурье, Аррениус и другие ученые. Прогнозирования климата в современном понимании здесь еще нет.

На следующем, самом сложном и главном шаге с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) год за годом воспроизводится будущее: температура, осадки, состояние снежного покрова, делаются региональные прогнозы и т.п.<sup>2</sup>. Именно на этих моделях и расчетах основаны прогнозы Росгидромета (равно как и всех зарубежных климатических центров), изложенные в предыдущей главе данной работы.

В последние годы ученые значительно продвинулись в моделировании климата на ближайшие столетия. Есть более 15 различных моделей общей циркуляции атмосферы и океана, которые при задании одинаковых сценариев выбросов парниковых газов дают в целом 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 с конца 1970-х годов кардинально меняет дело и позволяет описать происходящее<sup>1,2,3</sup>.

Ниже на рисунках представлены результаты расчетов из последнего доклада Росгидромета<sup>2</sup>, где принципиально важно отметить две вещи:

**1) Только «включение» антропогенного усиления парникового эффекта позволяет описать изменение климата за последние 30 лет.**

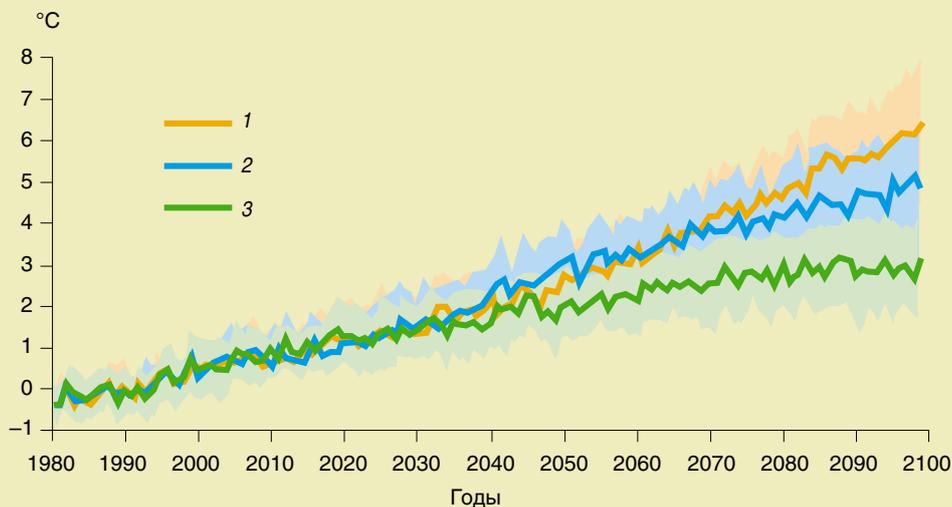
**2) Динамика антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу – главный фактор, определяющий в XXI веке температуру и дальнейшие последствия глобального потепления.**

Если изменение средней глобальной температуры в XX веке составило около 0,7°C, то на XXI век прогнозируется изменение на 1–6°C, причем в теснейшей зависимости от выбросов парниковых газов<sup>2</sup>. Увеличение средней температуры на 2°C означает ее рост в ряде регионов на 5°C и более. Особенно сильные изменения ожидаются в полярных районах. В худшем случае рост средней температуры составит до 6°C, а в отдельных местах – до 10–15°C. Это означает кардинальное изменение климата и, вероятно, многократное увеличение частоты и силы неблагоприятных погодных явлений. Пока еще очень сложно моделировать 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 CO<sub>2</sub> 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).

Тревогу вызывает повышение уровня Мирового океана. По прогнозам ученых, за XXI век повышение уровня моря составит до 1 м, при этом около

### Временной ход средней за год аномалии температуры приземного воздуха (°C) в XXI веке на территории России<sup>2</sup>

Расчет выполнен для сценариев МГЭИК увеличения содержания в атмосфере парниковых газов и аэрозоля: A1B (2), A2 (1) и B1 (3) по отношению к базовому периоду 1980–1999 гг. Жирные линии соответствующего цвета характеризуют средние распределения по ансамблю из 16 МОЦАО CMIP3. Выделены области стандартных отклонений (±), характеризующие межмодельный разброс.



60 см будет приходиться 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 в основание ледника, огромные куски по образовавшейся смазке сползают в океан, где и тают.

В докладе Стерна отмечается, что повышение уровня океана даже на 50–90 см вызовет разрушение многих береговых сооружений и прибрежную эрозию, засоление питьевой воды, большие проблемы для малых островных государств и т. п. 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, смогут существовать только за высокими дамбами.

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 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 вбок и ослабить. Тогда в XXII веке ослабление Гольфстрима вызовет понижение температуры в Великобритании и Скандинавии примерно на 10°C.

К середине XXI века 200 млн человек могут стать вынужденными переселенцами вследствие засух, 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 до уровня 2°C от доиндустриального уровня начала XX века. Повышение кислотности (pH) океана, вызванное поглощением углекислого газа, может серьезно отразиться на морских экосистемах и негативно повлиять на рыбные ресурсы. **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>.**

### Экономическое моделирование, структура и результаты

В докладе Стерна предложена оригинальная модель комплексной экономической оценки парникового эффекта с учетом предпринимаемых на международном уровне мер по стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере. Модель получила название PAGE 2002 (Policy Analysis of the Greenhouse Effect 2002). Она позволяет рассчитать совокупный ущерб для мировой экономики, а также для экономики отдельных стран и регионов в зависимости от различных сценариев изменения климата, соответствующих тому или иному уровню концентрации парниковых газов. В качестве меры экономического ущерба используется относительный показатель ежегодных потерь в процентах от ВВП: мирового ВВП, если речь идет о глобальных оценках ущерба, ВВП страны (группы стран) – если речь идет о локальных оценках.

Ущерб оценивается по трем направлениям: (1) – воздействие на рынки (Market impacts), (2) – внерыночные воздействия (Non Market impacts) и (3) – социально обусловленные потери, вызванные возможными форс-мажорными (катастрофическими в терминологии Стерна) событиями социального характера. Первая компонента моделирует возможные негативные воздействия климатических изменений на традиционные рынки – энергетику, сельское и лесное хозяйство, т.д. Здесь ущерб оценивается сравнительно просто – через показатели роста (сокращения) соответствующих секторов в действующих рыночных ценах. В отдельную подгруппу выделена экономика прибрежных зон, которые могут пострадать в случае подъема уровня Мирового океана. Вторая компонента позволяет оценить ущерб, нанесенный окружающей среде (снижение биоразнообразия) и здоровью населения (повышение смертности). Для этого применяются косвенные экономические оценки, такие как стоимость человеческой жизни и цена вымирания биологического вида. В третью группу объединены возможные экономические потери (утрата инвестиций), связанные с массовой миграцией населения, развитием международных конфликтов и другими социальными реакциями на разрушение привычного уклада жизни в результате изменения климата.

Собственно изменение климата под влиянием повышения концентрации парниковых газов в атмосфере описывается традиционными для экономического моделирования сценариями МГЭИК. Особенность лишь в том, что средние (умеренные) сценарии МГЭИК сведены в один базовый сценарий, получивший название Baseline climate. Этот сценарий соответствует предположению о стабилизации концентрации парниковых газов на уровне 450–550 ppm CO<sub>2</sub>-экв., относительно безопасному росту средней температуры на 2–3°C к 2050 г. и ми-

нимальному уровню экономического ущерба: 0% ВВП для промышленно развитых стран и 3% ВВП для беднейших развивающихся стран. Наряду с этим в докладе Стерна рассматривается сценарий High climate, который отличается от базового сценария более тяжелыми климатическими условиями. Такое ухудшение климата может быть вызвано обратными связями в цепочке климатических изменений, прежде всего – ослаблением поглощающей способности природных экосистем, а также дополнительной эмиссией метана, законсервированного в болотах и вечной мерзлоте, вследствие роста температур.

Расчеты экономического ущерба по модели PAGE 2002 проводились с использованием метода Монте-Карло. Входные значения задавались с помощью датчика случайных чисел. Для каждого заданного набора значений входных параметров производились расчеты, а затем полученные результаты усреднялись. При достаточно большем числе прогонов модели появляется также возможность проанализировать разброс полученных оценок и составить представление о возможном диапазоне их вероятных значений.

Результаты «базового» моделирования на конец XXI века (при глобальном потеплении на 5–6°C) дают оценку экономических потерь от 5% до 10% мирового ВВП. При этом нижняя граница учитывает только прямые рыночные воздействия климатических изменений. Учет внерыночных воздействий повышает оценку экономического ущерба в среднем до 11% ВВП и даже до 14% ВВП, если реализуется самый неблагоприятный сценарий изменения климата с учетом факторов обратной связи. В этом случае ущерб для наименее развитых стран, эконо-

мики которых слабы и особенно уязвимы к изменению климата, составит до 25% ВВП. Объединение всех трех видов возможных экономических потерь от изменения климата позволило сделать вывод о том, что при неблагоприятном развитии событий уровень жизни населения (или потребление товаров и услуг на душу населения) может упасть к концу века на 20% от сегодняшнего уровня.

Таким образом, расчеты по модели PAGE 2002 наглядно показали, что изменение климата может обернуться значительными материальными издержками и ляжет тяжелым грузом на мировую экономику и человечество в целом, если пустить дело на самотек и не предпринять заранее необходимых мер с целью ограничения и сокращения выбросов парниковых газов, а также с целью адаптации экономики к тем изменениям, избежать которых уже ни при каких условиях не удастся.

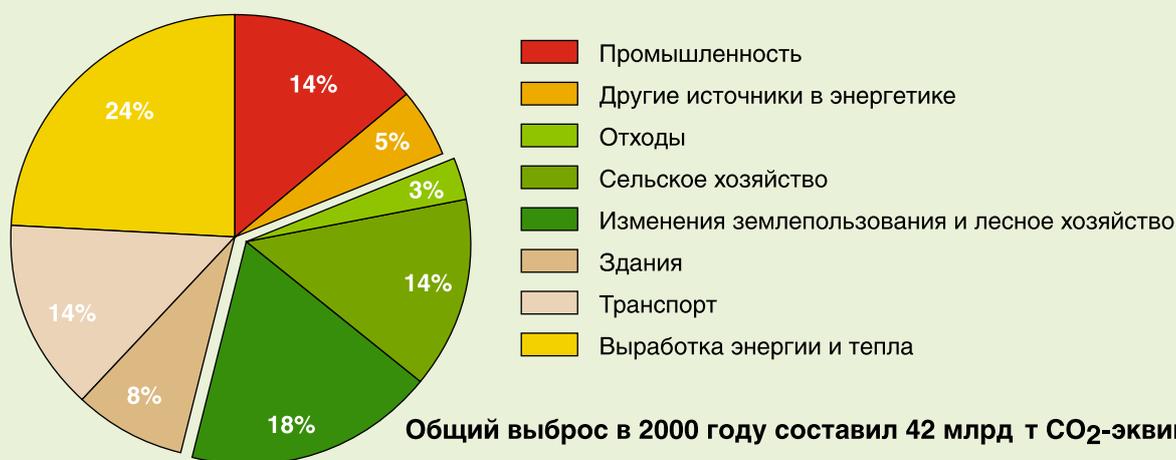
Точность этих расчетов и достоверность полученных на их основе экономических оценок неоспорны. Собственно, и в самом докладе Стерна подчеркивается, что выполненные оценки носят вероятностный и во многом условный характер и не претендуют на истину в последней инстанции. Это ни в коем случае не прогноз ожидаемых экономических потерь, а именно попытка в комплексе оценить масштаб воздействия глобального изменения климата, его глобальные экономические, экологические и социальные последствия. И как таковая она, безусловно, заслуживает внимания. Тем более что это едва ли не первый опыт подобного рода в мире.

Другим достоинством исследования является учет выбросов всех без исключения видов парниковых газов, а не только выбросов углекислого газа

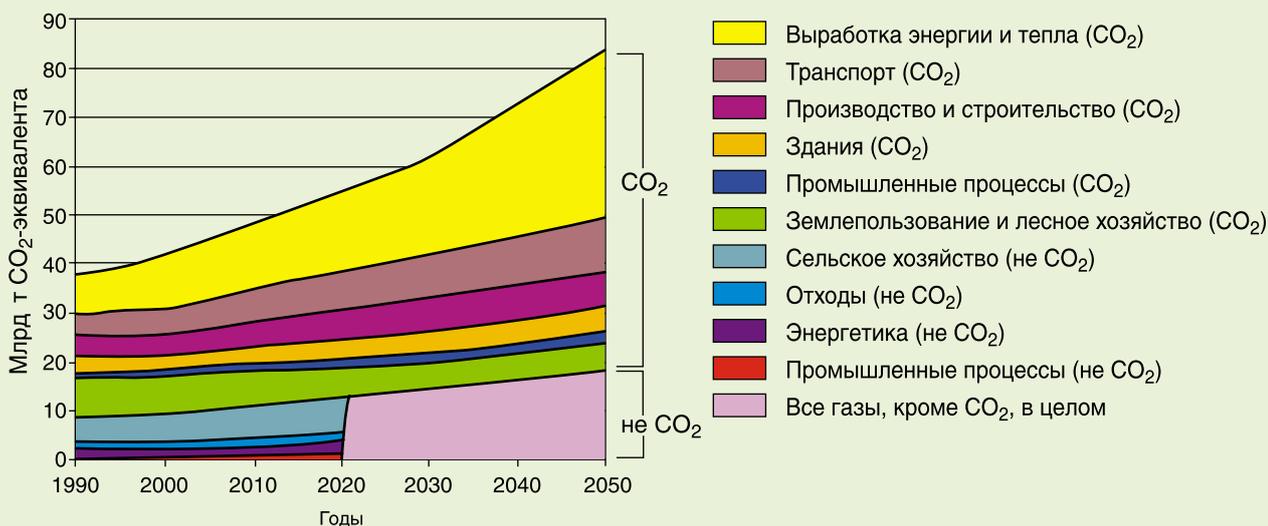
### Оценка возможного ущерба от изменения климата по модели PAGE 2002, в % ВВП на душу населения

Климатический сценарий	Экономическое воздействие	Среднее значение (% снижения ВВП на душу населения)	Минимальное значение (уровень 5% наименьших результатов прогонов модели)	Максимальное значение (уровень 5% 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, внерыночные 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, внерыночные воздействия и риск катастроф	14,4	2,7	32,6

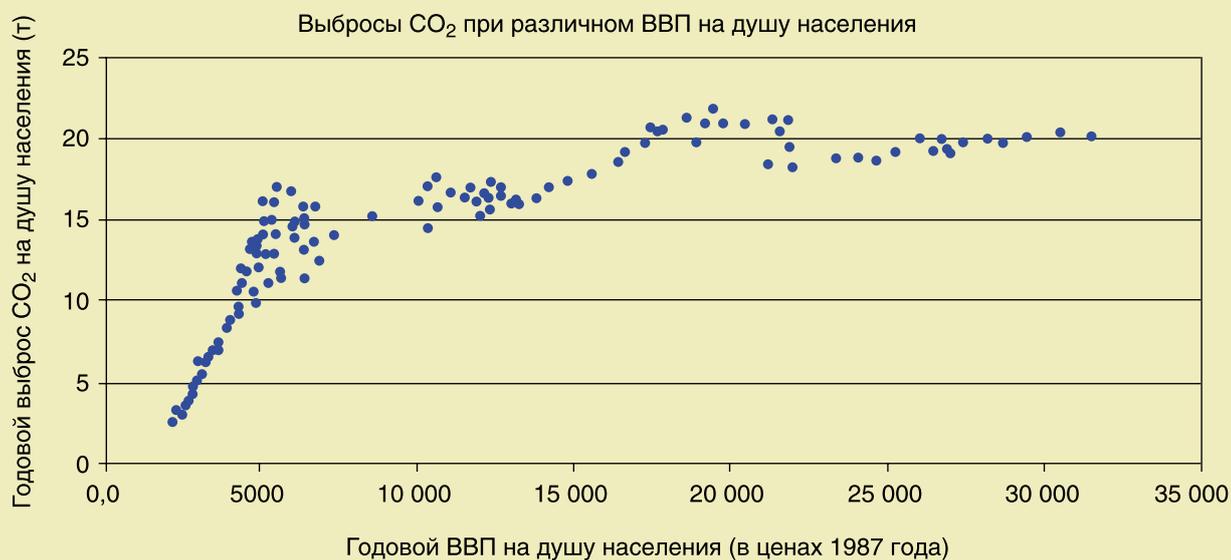
### Распределение глобальных выбросов парниковых газов по секторам экономики



### 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)



от сжигания ископаемого топлива, как это принято в большинстве экономических моделей. Это дает более полную картину антропогенных выбросов парниковых газов и их воздействия на климат. В самом деле, уровень концентрации углекислого газа в атмосфере в 2006 году составил 380 ppm; однако если к этому добавить метан и другие парниковые газы, эмитируемые в результате человеческой деятельности, то в совокупности их концентрация возрастает до 430 ppm в пересчете на CO<sub>2</sub>-эквивалент. И тогда становится понятно, какой вклад на самом деле внесло и продолжает вносить человечество в повышение концентрации парниковых газов: в доиндустриальную эпоху, когда выбросы метана и других парниковых газов были еще ничтожно малы, их концентрация в атмосфере не превышала 280 ppm. С другой стороны, если сравнить нынешний уровень концентрации парниковых газов с относительно безопасным уровнем, принятым в модели, то нетрудно заметить, что край много ближе, чем мы привыкли думать, и что времени на раздумье осталось не так много (если оно вообще еще осталось).

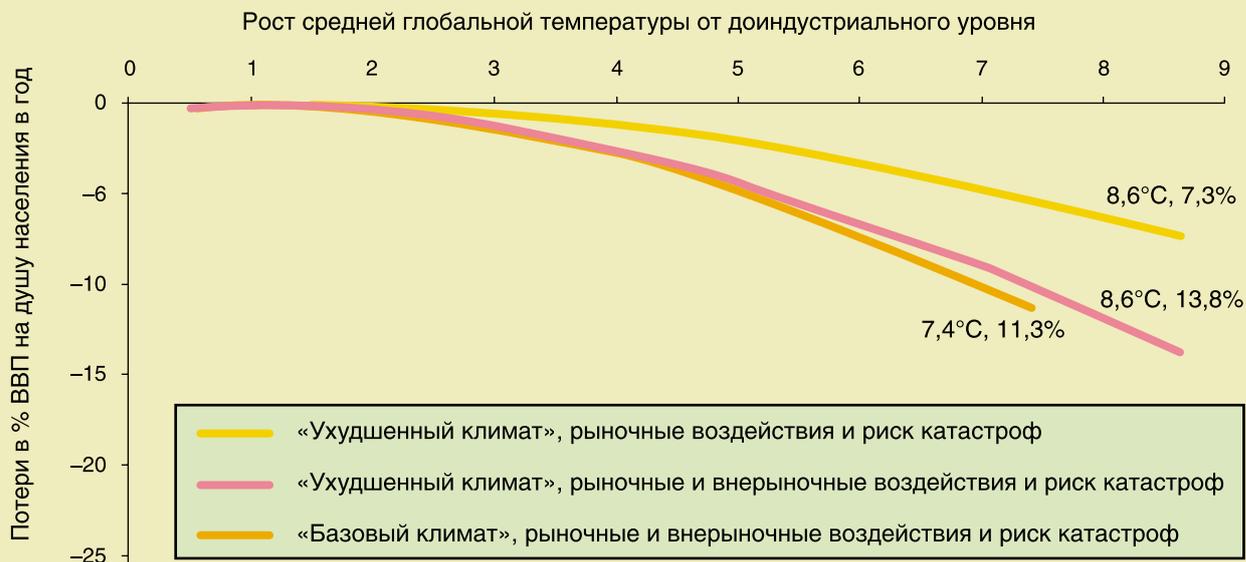
В докладе Стерна оценен также и вклад различных отраслей в глобальные выбросы парниковых газов как в ретроспективе, так и в перспективе до 2050 года. Показано, что львиная доля выбросов приходится на сжигание ископаемого топлива. Причем не только собственно в энергетике, но и в промышленности, строительстве, на транспорте. Если не предпринять специальных мер для ограничения и сокращения выбросов парниковых газов, то их рост, особенно в энергетике, может принять угрожающий характер и тогда более чем вероятным будет повышение температуры не на безопасные

2-3°C к 2050 г., а на 5-6°C и более, что чревато катастрофическими последствиями поистине вселенского масштаба.

Важное место в докладе Стерна уделено анализу динамики выбросов парниковых газов и ее соотношению с экономической динамикой и уровнем жизни населения. На обширном статистическом материале показано, что жесткой прямой связи между ростом экономики, повышением уровня жизни и выбросами парниковых газов нет. Все зависит от конкретных исторических условий конкретной страны, от роста численности населения, устоявшихся традиций, наличия или отсутствия собственных источников энергии и т.п. Определенная положительная связь наблюдается только на ранних этапах экономического развития в период электрификации и индустриализации, во время переселения больших масс людей в города и вовлечения их в активную экономическую деятельность, либо после кризисов, когда экономика быстро набирает ход, вовлекая все новые ресурсы. Так было в России в первой половине XX в., так было в Германии и Японии после Второй мировой войны, так было и в США после Великой депрессии. Что-то похожее происходит сегодня в Китае и в Индии.

В дальнейшем связь между ростом выбросов парниковых газов и темпами роста ВВП на душу населения становится менее очевидной. После того как ВВП на душу населения достигает 15–20 тыс. долл. США (в ценах 2005 г.), дальнейшее развитие экономики и рост благосостояния населения практически не приводят к увеличению выбросов парниковых газов на душу населения. По крайней мере, за последние 25 лет во всех крупных, промышленно развитых странах среднедушевое потребление

### Результаты расчетов по модели PAGE 2002. Средние потери ВВП на душу населения по трем сценариям экономического и климатического воздействия



энергии, а значит, и выбросы парниковых газов на душу населения очень слабо росли с ростом ВВП. Исключение составляет только Австралия, которая до недавнего времени развивалась преимущественно как сырьевая экономика.

Комплексных оценок воздействия климатических изменений на экономику, экологию и население России пока нет. Хотя с выходом в 2009 году фундаментального двухтомного доклада Росгидромета «Об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации» построение таких оценок становится актуальной задачей. Из доклада Росгидромета видно, что и где на территории России будет происходить в связи с измене-

нием климата. Теперь необходимо подсчитать, во что это нам обойдется. В то же время пора, видимо, всерьез задуматься и о том, что Россия может сделать для ограничения и сокращения выбросов парниковых газов, а также о том, какие меры необходимо принять для адаптации экономики страны к изменению климата. Это тем более важно, что климат в России меняется быстрее, чем в остальном мире. По данным Росгидромета, средняя температура на территории России возросла за последние 100 лет (с 1907 по 2006 г.) на 1,29°C, а в некоторых арктических районах и того больше – на 3–4°C, тогда как в целом по миру потепление составило около 0,8°C.

## 4. Долгосрочные последствия изменения климата

Особенностью доклада Стерна является сжатое и наглядное представление возможного влияния изменений климата на различные секторы экономики и жизнь людей в зависимости от роста средней глобальной температуры в масштабе XXI – XXII веков. Приводимая сводная таблица потерь и угроз служит серьезным предостережением не допустить роста температуры более чем на 2°C от доиндустриального уровня

**В долгосрочной перспективе вероятность того, что температура повысится более чем на 5°C, составляет больше 50%. Такое повышение будет чрезвычайно опасным.** Детальное изучение региональных последствий изменения климата с использованием экономических моделей указывает на то, что даже при более умеренном уровне потепления следует ожидать серьезных воздействий на мировую экономику, человеческую жизнь и окружающую среду.

Россия относится к числу стран, сельское хозяйство которых зависит от колебаний и изменений климатических условий. В краткосрочной перспективе в отдельных районах улучшатся условия для ведения сельского хозяйства, но в других – ухудшатся. В долгосрочной перспективе снижение урожайности в отдельных районах в 1,5–3 раза может привести к сокращению общей продуктивности сельскохозяйственного производства на 20–25%.

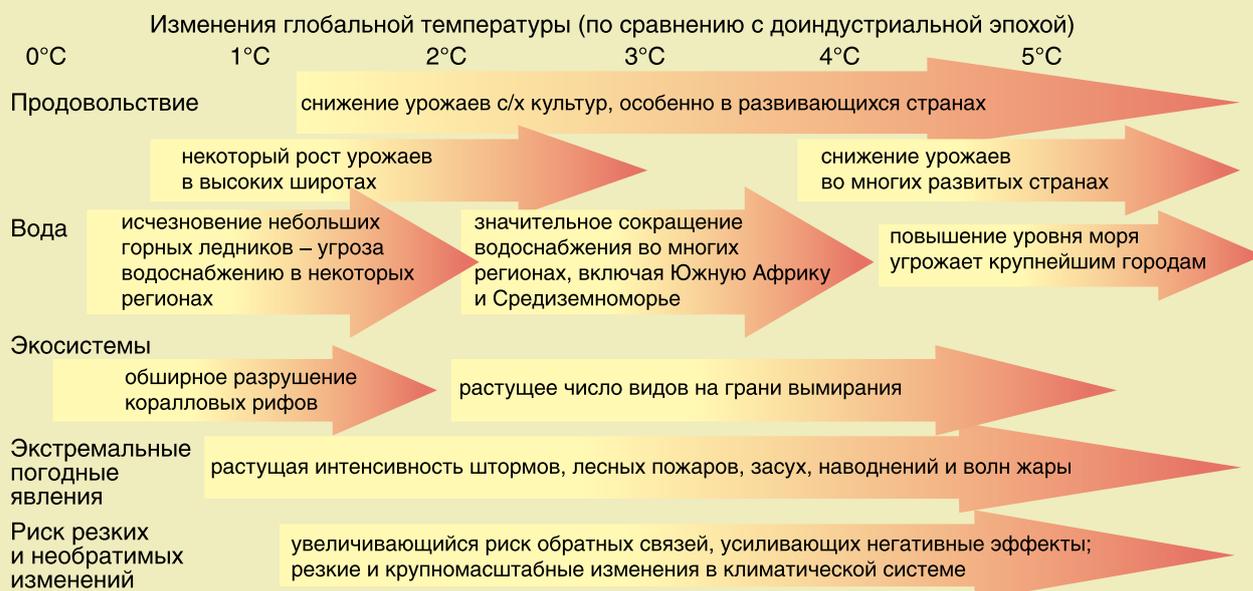
Леса России являются огромным резервуаром углерода в виде надземной и подземной биомассы растений и их остатков, гумуса и торфов. Наруше-

ние 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 худшие из возможных климатических изменений могут нарушить установившийся ход взаимоотношений между древесными породами на стадии естественного возобновления лесов после вырубок, пожаров, в очагах болезней и вредителей. Под угрозой гибели будет не менее половины арктической тундры, многие горные экосистемы; выживание белого медведя и других арктических видов будет под большим вопросом.

Сигналы о негативных изменениях условий жизни идут из всех уголков планеты, но действительно катастрофической ситуация может стать в беднейших странах. Говоря о жизни людей в России и сопредельных странах, первое, на что надо обратить внимание, – это ситуация с растущим дефицитом воды в Средней Азии и Северном Китае, где уменьшение количества воды, доступного для ведения сельского хозяйства, происходит одновременно с ростом численности населения<sup>1,2</sup>.

Оценка социальных потерь – сложная задача, по которой пока нет полной информации, но уже понятно, что потери будут большими и миллионам людей придется сменить место проживания. Даже для такой экономически сильной державы, как Китай, проблема пресной воды в семи северных и северо-

### Предполагаемые воздействия изменения климата<sup>1</sup>



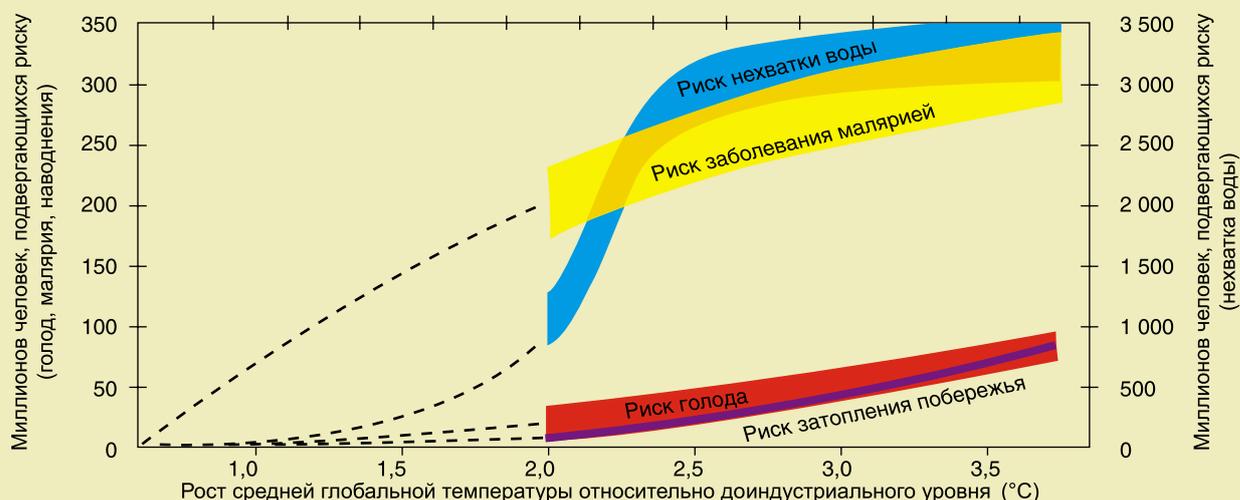
Рост температуры	Водные ресурсы	Продовольствие	Здоровье	Суша	Окружающая среда	Резкие крупномасштабные воздействия
1°C	Полностью исчезают небольшие ледники в Андах, что вызывает проблемы в водоснабжении 50 миллионов человек	Незначительный рост урожайности зерновых в средних широтах	Как минимум 300 тысяч 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 России и Канады	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 Средиземноморье и Средней Азии	Резкое сокращение урожаев сельскохозяйственных культур в тропических регионах	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	
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.	От 1 до 3 миллионов человек умирает от недоедания	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)	
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	До 300 миллионов человек, проживающих в прибрежных зонах, ежегодно подвергаются риску наводнений	Гибель половины Арктической тундры. Около половины особо охраняемых природных территорий не могут справляться со своими задачами	Начинается необратимое таяние Гренландского ледового щита, ускорятся рост уровня моря, ставя мир перед вероятностью повышения уровня на 7 м.
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, рыбным ресурсам		Небольшие острова и прибрежные низменности (Флорида), а также крупнейшие города мира (Нью-Йорк, Лондон, Токио) находятся под угрозой затопления		Повышающийся риск резких изменений в циркуляции атмосферы, например изменения в муссонах. Растущий риск исчезновения Западного Антарктического ледового щита. Возрастающий риск коллапса термохалинной циркуляции вод Атлантического океана
Более 5°C	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					

западных провинциях будет очень серьезной. Согласно докладу Стерна, там значительно снизится урожайность четверти обрабатываемых земель, что составляет 14% всех сельскохозяйственных земель страны. В среднем продуктивность орошаемых земель в Китае может снизиться к 2020 году на 1,5%, а к 2080 г. на 7%.

Оценки потерь и возможных миграционных потоков населения для Центральной Азии пока не сделаны. Однако оценки, имеющиеся для сходных по уровню жизни и уязвимости стран Азии и Африки, говорят, что это не 1–2 или даже 5% ВВП, предсказываемые для развитых стран, в частности, для

России. Для бедных стран потери, рассчитанные с учетом роста социальных проблем, гораздо больше. К концу XXI века потери для Индии, стран Северной Африки и Ближнего Востока могут составить 7–8% ВВП по умеренному сценарию и 10–13% ВВП по худшему сценарию, если человечество не будет сдерживать рост выбросов парниковых газов. Видно, что в этом случае потери намного больше вероятного экономического роста, равного 3–6%, то есть пойдет откат в прошлое, причем достаточно быстрыми темпами. Страны будут становиться все беднее, а жизнь там будет все тяжелее, что неизбежно вызовет многомиллионную миграцию.

### Оценка числа людей, подвергающихся различным видам риска, в 2080 году<sup>3</sup>



## 5. Адаптация к изменению климата

Потери мировой экономики от воздействий изменения климата уже составили триллионы долларов. Однако, в отличие от выбросов «обычных» загрязняющих веществ, выбросы парниковых газов нельзя запретить, как нельзя запретить мировую энергетику и транспорт. Поэтому, **хотя адаптация к изменению климата – лишь временная мера, а решить проблему можно, лишь кардинально снизив выбросы, человечеству придется жить в новых условиях и адаптироваться к ним.** Нужно адаптировать экономику, стиль жизни людей, нужно помочь экосистемам. Адаптационные способности «матушки природы» огромны, но для адаптации нужно время, а человек меняет климат слишком быстро, чтобы животные, растения и экосистемы в целом успевали приспособиться.

Под адаптацией понимаются любого вида меры по уменьшению уязвимости естественных и антропогенных систем к фактическим или ожидаемым последствиям изменения климата. Меры могут быть как ответными, так и упреждающими. Увы, гораздо чаще меры принимаются после разрушительного стихийного бедствия и осознания все более высокой вероятности его повторения в будущем. В докладе Стерна подчеркивается, что гораздо дешевле предпринять превентивные меры до бедствия. Задача экономистов показать политикам, бизнесу и лицам, принимающим решения, что строить защитные дамбы, вводить засухоустойчивые сельскохозяйственные культуры, перестраивать инфраструктуру в зоне многолетней мерзлоты, делать прививки и учить детей и т.д., и т.п. надо заранее.

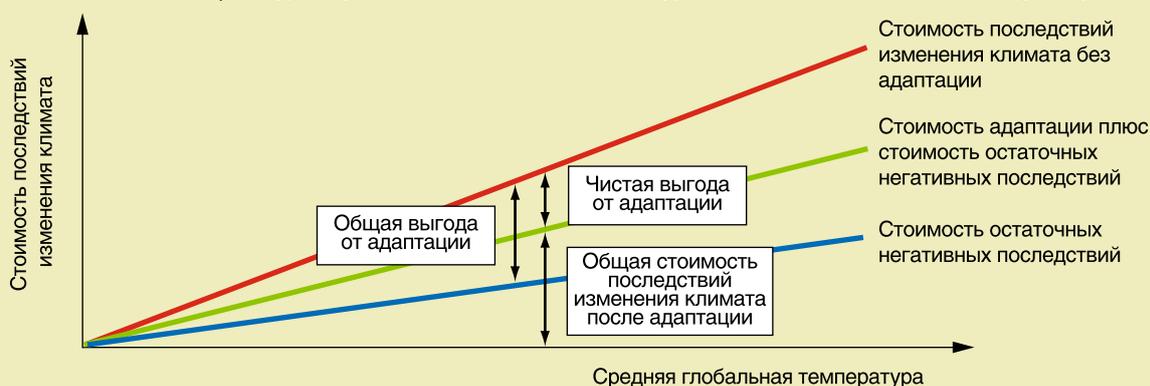
Адаптироваться можно далеко не всегда. Существуют как естественные, например, невозможность для животных уходить все дальше на север или в горы, так и экономические ограничения. Возведение гигантских защитных сооружений может быть столь технически сложно и дорого, что человеку придется просто «уйти», например, покинуть затопляемые малые островные государства. Вывод Стерна: **чем дальше мировое сообщество будет тянуть с принятием жестких мер по сокращению выбросов парниковых газов, тем дороже будут меры по адаптации, которые необходимо будет предпринимать в обязательном порядке.**

С экономической точки зрения вопрос адаптации состоит из двух задач. Первая – рассчитать потенциальный ущерб и выбрать оптимум между затратами на адаптацию и стоимостью остаточных негативных последствий. Полная адаптация, вероятно, экономически нецелесообразна или же в принципе невозможна.

Вышедшие в последние годы Четвертый оценочный доклад МГЭИК и Оценочный доклад, подготовленный Росгидрометом для России, ряд других докладов дают для расчетов климатологическую основу. Они показывают где, когда и какие последствия и воздействия изменения климата наиболее вероятны<sup>1,2,3,4</sup>. Теперь возможно приступить к следующему этапу работы – выразить эти воздействия в «натуральных показателях», например, километрах дорог и трубопроводов или количестве зданий и мостов, подлежащих перестройке, гектарах

### 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, которых 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.

сельскохозяйственных земель, объемах мер по защите населения от «южных болезней», количестве систем мониторинга и раннего предупреждения об опасных явлениях, площади новых заповедников и т.д., и т. п. После этого должна быть сделана стоимостная оценка тех или иных адаптационных мер.

Реализация мер потребует соответствующей государственной политики, специальных стимулов, стандартов, правил, вероятно, даже мер принуждения. Несмотря на наибольшую гибкость и способность к адаптации, 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. Действия по адаптации должны быть интегрированы в политику развития и планирования на каждом уровне.

Оценить глобальные затраты на адаптацию пока представляется весьма затруднительным в силу больших неопределенностей в степени воздействия различных последствий изменения климата. В любом случае эти затраты измеряются десятками миллиардов долларов. В этой связи чрезвычайно важной становится своевременная и существенная помощь промышленно развитого мира беднейшим странам. Развивающиеся страны, а среди них самые бедные, являются наиболее уязвимыми к изменению климата.

Вторая задача более сложная и долгосрочная – рассчитать стоимость мер по адаптации при различных сценариях снижения выбросов парниковых газов (как в стране, так и в мире в целом) и сопоставить их со стоимостью снижения выбросов. Нужно выбрать временной оптимум с учетом дисконтирования затрат, например, определить какие специальные меры и затраты на снижение выбросов экономически целесообразно предпринять, чтобы предотвратить гораздо больший ущерб через 10–20 и более лет.

Если первую задачу каждая страна может решать на национальном уровне, то вторую можно решить только сообща. Без справедливого разделения общей нагрузки и без соответствующего международного соглашения вряд ли возможны эффективные совместные действия.

В определенной мере ответ на задачу 2 уже есть. Резкий рост ущерба от последствий изменения климата ожидается при росте глобальной температуры более чем на 2°C от доиндустриального уровня. Чтобы с неплохой вероятностью не превысить этот порог, по рекомендациям МГЭИК нужно к 2050 г. в 2 раза снизить глобальные выбросы парниковых газов от уровня 1990 г. Для этого развитые страны должны к середине века снизить выбросы примерно на 80%, а развивающиеся в целом прекратить рост выбросов через 10–20 лет и затем начать их существенно снижать. Такой план снижения диктует именно высокая цена (ущерб), а в ряде случаев и невозможность адаптации.

Как подчеркивается в докладе Стерна, отсутствие точных цифр ущерба и стоимости адаптации не может служить причиной отказа от снижения выбросов, иначе будет просто поздно и затраты многократно возрастут. С другой стороны, отсутствие планов оптимальной адаптации не должно тормозить реализацию первоочередных мер, необходимость которых понятна уже сейчас.

В 2007–2008 гг. в осознании необходимости адаптации России к изменениям климата достигнут немалый прогресс. Проблемой серьезно занялось профильное ведомство – Росгидромет Министерства природных ресурсов и экологии РФ (МПР). В мае 2008 г. в Мурманске была созвана конференция по адаптации к изменению климата и намечено начать работы в регионе Баренцева моря. В МПР в мае 2008 г. была подготовлена «Стратегическая программа действий по защите морской среды от загрязнения в арктической зоне РФ», где проблема изменения климата присутствует в явном виде и ставится задача адаптации. Однако часто официальные лица и даже ученые планируют, прежде всего, изучать проблему и вести мониторинг изменений. Этого уже совершенно недостаточно.

#### **Пора приступать к практическим действиям:**

- **Повысить готовность к стихийным бедствиям и «волнам жары».**
- **Принять более жесткие экологические нормы и правила для работы в Арктике<sup>3,4</sup>.**
- **Предпринять практические меры по профилактике болезней, распространению которых способствует изменение климата, усилить эпидемиологический надзор за инфекционными заболеваниями<sup>3</sup>.**
- **Усилить контроль за водными ресурсами в зонах их дефицита. Начать соответствующие защитные мероприятия, в частности, лесопосадки.**
- **Начать перестройку инфраструктуры в зоне вечной мерзлоты.**
- **Планировать работу энергетических объектов и транспорта в условиях дополнительной нагрузки, обусловленной неблагоприятными последствиями изменения климата.**
- **Поддерживать особо охраняемые природные территории и где нужно расширять их границы.**
- **Помогать коренному населению.**
- **Организовать широкую информационно-образовательную кампанию по разъяснению проблемы изменения климата и путей ее решения.**

Конечно, такая задача гораздо сложнее, чем адаптация на уровне исследования. Поэтому ее решение движется медленно. Здесь без общих усилий государственных органов, ученых, бизнеса, общественных организаций все может остаться на уровне «бумажных» планов и стратегий.

## 6. Как снижать выбросы?

Как было показано выше, сокращение выбросов парниковых газов – единственно возможный ответ человечества на глобальный вызов изменения климата. Различные меры, получившие название «геоинжиниринг», как, например, смещение орбиты Земли с помощью космических ядерных взрывов или рассеивание сульфатных аэрозолей в верхних слоях атмосферы и стратосфере, не могут рассматриваться серьезно. Слишком велики риски и непредсказуемы последствия такого вмешательства. Сейчас в мире достигнут консенсус в том, что сокращение выбросов в любом случае благо и для человека, и для окружающей среды. Остается согласовать лишь вопрос распределения финансовой нагрузки. Когда, сколько и кто должен платить за сокращение выбросов – вот ключевые вопросы мировой политики в сфере изменения климата на нынешнем этапе.

Чтобы на них ответить, нужно определиться с тем, какой уровень концентрации парниковых газов в атмосфере следует считать приемлемым. В последние годы в качестве такого приемлемого уровня называют 450–550 ppm CO<sub>2</sub>-экв., что соответствует глобальному потеплению на 2°C. Однако для этого потребуется значительно сократить выбросы парниковых газов. Если исходить из того, что максимум выбросов будет достигнут в 2015–2025 гг., необходимо в последующие годы сокращать их на 1–3% в год и к 2050 г. добиться их снижения на 25–75% от современного уровня. При этом следует учесть, что это сокращение выбросов будет проис-

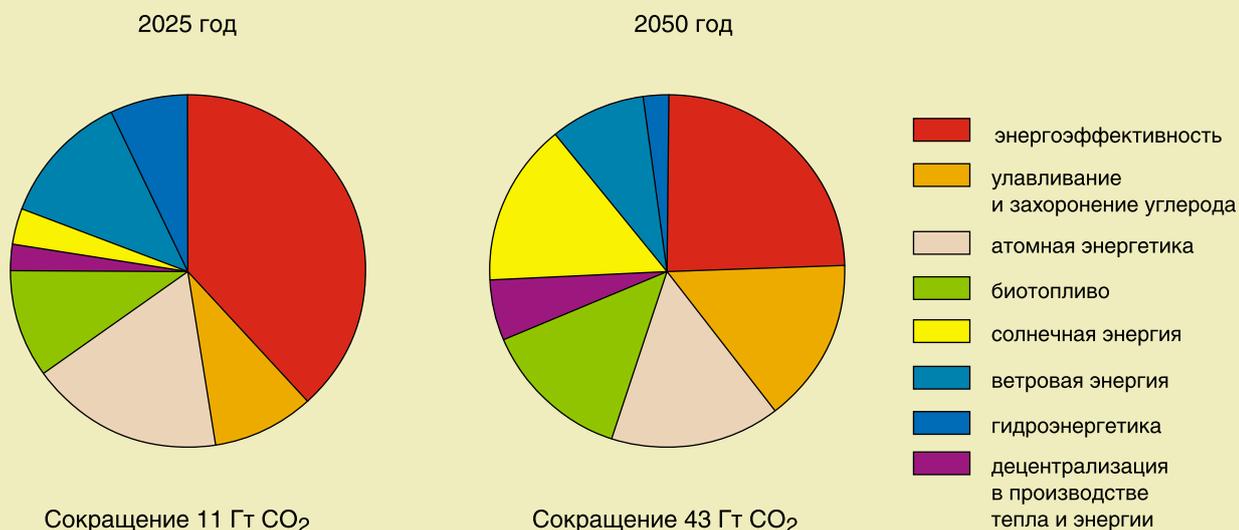
ходить на фоне экономического роста. По прогнозам, к 2050 г. мировой ВВП возрастет в 3–4 раза. Значит, углеродоемкость ВВП должна снизиться на 75–95%. Задача поистине грандиозная!

Переход на низкоуглеродную модель экономики требует осуществления широкомасштабных мер по сокращению выбросов парниковых газов. Такими мерами могут и должны стать:

- сокращение спроса на высокоуглеродную продукцию со стороны потребителей;
- повышение энергоэффективности, причем одновременно на стороне предложения (т.е. повышение эффективности использования топлива для производства энергии) и на стороне спроса (т.е. повышение эффективности использования и снижение потерь энергии при производстве конечных товаров и услуг);
- разработка и внедрение низкоуглеродных технологий;
- улавливание и захоронение углекислого газа;
- изменение земле- и лесопользования, предотвращение сведения и охрана лесов.

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 естественным выбором

### Вклад различных технологий в сокращение выбросов



более дешевой, низкоэмиссионной продукции. Расчеты, сделанные для Великобритании, показывают, что при включении углеродной составляющей в цену товара исходя из ставки 30 долл. за 1 т  $\text{CO}_2$  розничные цены вырастут в среднем на 1%. Но это в среднем, а там, где выбросов больше, и цена возрастет больше. Повышение уровня знаний и понимание проблемы изменения климата также существенным образом влияют на спрос. Этому среди прочего будет способствовать и углеродная маркировка продукции, что сегодня активно не только обсуждается, но и внедряется в ряде стран.

Повышение энергоэффективности предоставляет возможность, сокращая выбросы парниковых газов, сберечь энергию и ресурсы. За прошедшее столетие энергоэффективность в развитых странах возросла в десятки раз. Например, исследования производства электроэнергии в Великобритании показывают, что в 1891 г. для производства 1 кВт\*ч энергии расходовалось 10–25 фунтов угля, в 1947 г. – 1,5 фунта, а в наши дни – всего 0,7 фунта. Тем не менее, потенциал сокращения выбросов парниковых газов за счет более эффективного использования энергии еще достаточно высок. Международное энергетическое агентство оценивает его в 16 Гт  $\text{CO}_2$ -экв. в год.

Наряду с мерами по энергоэффективности необходимо разрабатывать и внедрять низкоуглеродные технологии. Среди них следует прежде всего выделить использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – ветроэнергетики, приливных электростанций, солнечных батареи, гидроэнергетики, биоэнергетики. К сожалению, во многих случаях эти технологии оказываются значительно дороже, чем традиционные технологии, основанные

на сжигании ископаемого топлива. Поэтому для их внедрения требуется государственная поддержка и специальные меры стимулирования. Особое место занимает ядерная энергетика. И не только в силу повышенной опасности ядерных объектов и неоднозначного отношения к ней. А еще и потому, что потенциал развития ядерной энергетике в мире весьма ограничен и она в любом случае не сможет сыграть решающей роли в сокращении выбросов парниковых газов.

Успешный пример реализации мер, направленных на повышение энергоэффективности и внедрение низкоуглеродных технологий, демонстрирует Дания. За период с 1990 по 2007 г. энергоемкость экономики Дании уменьшилась на 18,3%, а удельные выбросы парниковых газов на 1 долл. ВВП – на 28%. В 2005 г. доля возобновляемых источников в конечном энергопотреблении составила 17%, а в производстве электроэнергии – без малого 30%. Дания стала инициатором использования ветровой энергии в прибрежных водах. Установленная мощность ветропарка составляет 400 МВт и продолжает увеличиваться год от года<sup>1</sup>.

В целом в странах Евросоюза, удельные выбросы парниковых газов на 1 долл. ВВП снизились по сравнению с 1990 г. более чем на 20%. На перспективу до 2020 г. страны Евросоюза ставят своей целью дополнительно сократить энергопотребление на 20% и увеличить долю возобновляемой энергетики в энергобалансе до 20%.

В 2009 г. Правительство России поставило задачу к 2020 г. снизить энергоемкость ВВП на 40% и увеличить долю возобновляемых источников энергии до 4,5% против нынешних 0,9%. Между тем экономический (т.е. доступный для коммерческо-

### Структура производства электроэнергии в Дании по видам топлива (2005 г.)<sup>1</sup>



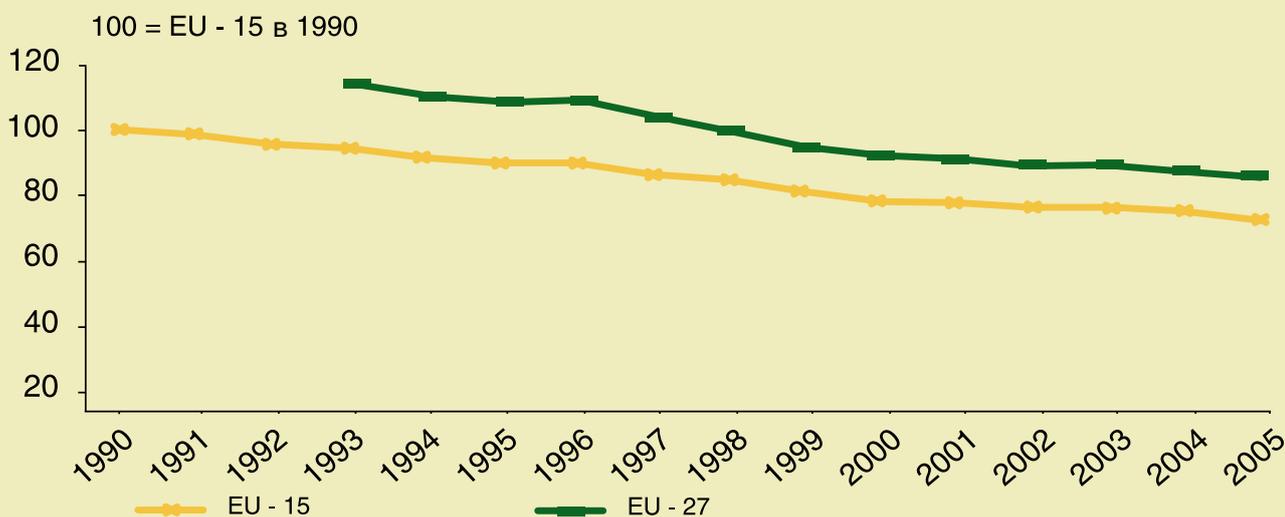
го освоения) потенциал ВИЭ в России позволяет обеспечить до 25% годового потребления энергии. А значит, заявленная цель в 4,5% – это не предел, а только начало.

Перспективным представляется также улавливание и захоронение углерода. Привлекательность этой технологии состоит в том, что она позволяет использовать традиционные ископаемые виды топлива, избегая при этом значительных выбросов  $\text{CO}_2$ . По данным МГЭИК, потенциал захоронения углерода в геологических структурах Земли составляет от 1700 до 11100 Гт  $\text{CO}_2$ -экв. Это равнозначно такому количеству  $\text{CO}_2$ , которое было выброшено при сжигании ископаемого топлива в течение 70–450 лет. Практическое применение этой технологии уже началось. Так, 12 января 2009 г. губернатор штата Иллинойс (США) Род Благоевич подписал Билль 1987, согласно которому новые угольные ТЭЦ, вводимые в строй в 2009–2015 гг., обязаны улавливать и захоранивать 50% своих выбросов углекислого газа; для станций, вводимых в 2016–2017 гг., требование возрастает до 70%; а угольные станции, вводимые после 2017 г., обязаны будут улавливать и захоранивать 90% выбросов  $\text{CO}_2$ . Билль также устанавливает, что к 2025 г. не менее 25% электроэнергии штата должно вырабатываться на высокоэффективных угольных ТЭЦ с применением технологии улавливания и захоронения углекислого газа.

Значительный потенциал сокращений выбросов связан также с лесо- и землепользованием. Сегодня почти 20% мировых выбросов углекислого газа (8 Гт  $\text{CO}_2$  в год) обусловлено сведением лесов. Посадка новых лесов может привести к дополнительному связыванию углерода. По данным МГЭИК, потенциал поглощения углекислого газа при посадке новых лесов составляет от 4 до 6 Гт  $\text{CO}_2$  в год; 70% этого потенциала приходится на страны тропического пояса. Стоимость сокращения одной тонны  $\text{CO}_2$  при этом оценивается в 5-15 долларов. Изменения в практике землепользования могут привести к сокращению выбросов на 1 Гт  $\text{CO}_2$  в год. Стоимость сокращения в это случае составляет 20 долл. за тонну  $\text{CO}_2$ .

Согласно имеющимся сегодня оценкам, требуемое сокращение выбросов парниковых газов на 75% к 2050 г. обойдется мировой экономике примерно в 1%–3,5% ВВП в год. Впрочем, есть и другие оценки, согласно которым деятельность по сокращению выбросов приведет к развитию новых отраслей, созданию новых рабочих мест и в конечном счете не к снижению, а, наоборот, к росту мирового ВВП дополнительно на 1% в год. В любом случае затраты на сокращение выбросов парниковых газов будут несоизмеримо меньше затрат на борьбу с негативными или даже катастрофическими последствиями изменения климата в будущем.

**Динамика углеродоемкости ВВП в странах ЕС в 1990–2005 гг. (за 100 приняты удельные выбросы в ЕС-15 в 1990 г.)<sup>2</sup>**



## 7. Сопряженные выгоды от снижения выбросов парниковых газов

Переход к низкоуглеродной экономике, реализация в глобальном масштабе мер с целью сокращения выбросов парниковых газов открывают возможности для развития новых секторов и видов деятельности, ведут к структурной перестройке в энергетике и других отраслях и сопровождаются целым рядом позитивных экономических и экологических эффектов как на глобальном, так и на местном уровне. Так, уже сегодня мировой рынок возобновляемой энергетики оценивается в 38 млрд долларов в год и уверенно растет. В 2005 г. прирост составил примерно 25%. Количество установок, работающих на солнечных батареях, увеличилось на 55%. К середине XXI столетия ожидается рост рынка низкоуглеродной энергетики до 500 млрд. долларов в год. А это не только сокращение выбросов парниковых газов, но и миллионы новых рабочих мест и в самой энергетике, и в смежных отраслях, включая науку, образование, прикладные исследования и разработки. Сегодня по всему миру в отрасли занято уже 1,7 млн человек, и это только начало. В 2007 г. совокупные инвестиции в ВИЭ во всем мире составили около 70 млрд долларов.

В сфере финансов большие возможности связаны с торговлей сокращенными выбросами – квотами на выбросы, чистой энергетикой, страхованием. Вот лишь несколько цифр. В 2008 г. оборот углеродного рынка превысил 100 млрд. долларов и составил 122 млрд долларов. В том числе оборот торговли сертифицированными сокращениями выбросов с развивающимися странами составил 32 млрд долларов. И это не предел. Внедрение системы квотирования и торговли выбросами парниковых газов в Соединенных Штатах приведет к многократному увеличению емкости и оборота углеродного рынка.

Мероприятия по сокращению выбросов парниковых газов сопровождаются сокращением выбросов традиционных загрязнителей ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , твердые частицы), что благотворно сказывается на здоровье населения и состоянии окружающей среды на местном уровне. Многочисленными исследованиями доказано, что загрязнение воздуха влияет на здоровье, а значит, и на качество жизни населения. Особенно заметно это влияние в развивающихся странах. По степени негативного воздействия на здоровье населения загрязнение атмосферного воздуха в развивающихся странах может сравниться с такими явлениями, как недоедание, нехватка воды, плохая санитария. Соответственно, снижение выбросов вредных веществ, в том числе в результате реализации мер, направленных на сокращение выбросов парниковых газов, дает

ощутимый положительный эффект на локальном уровне. Подсчитано, например, что в Китае выгоды от снижения загрязнения воздуха традиционными загрязнителями при сокращении выбросов парниковых газов на 10–20% от нынешнего уровня превзойдут затраты на реализацию соответствующих мер. Впрочем, выиграют не только развивающиеся страны. По данным Европейского экологического агентства, снижение выбросов традиционных, вредных для здоровья загрязнителей в результате выполнения европейскими странами мероприятий по снижению выбросов парниковых газов, необходимых для удерживания роста глобальной температуры в пределах  $2^\circ\text{C}$ , приведут к сокращению расходов на здравоохранение в этих странах на 16–46 млрд евро в год.

В 2002 г. Неправительственная экологическая организация «Защита природы» провела исследование сопряженных выгод от реализации мер по сокращению выбросов парниковых газов для Российской Федерации. Для исследования были выбраны города в европейской части России, отличающиеся друг от друга по своему географическому положению, уровню экономического развития и численности населения, а именно: Москва (Центр России), Великий Новгород (Северо-Запад), Новодвинск и Вельск Архангельской области (Север), Нижний Новгород (Поволжье), Воронеж (Центрально-Черноземный район). Основное внимание было уделено анализу политики и технологий по снижению выбросов парниковых газов при производстве электрической и тепловой энергии. В частности, рассматривались такие меры, как перевод энергоустановок с угля и мазута на природный газ, замещение ископаемого топлива биотопливом, а также улучшение работы систем коммунального теплоснабжения.

Исследования показали, что мероприятия по снижению выбросов парниковых газов в энергетике приводят в качестве побочного эффекта к дополнительному снижению загрязнения окружающей среды, в первую очередь атмосферного воздуха, многими опасными для здоровья веществами, такими как мелкодисперсные частицы (PM10), диоксид серы, полиароматические углеводороды (ПАУ), в частности бенз(а)пирен, тяжелые металлы и др. Был сделан вывод, что создание эффективной системы управления выбросами парниковых газов позволяет 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 регулиро-

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

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

Следует отметить еще целый 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.);
- создание 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.

## 8. Как справедливо поделить груз перемен?

Задача, поставленная учеными и экологами и в целом признанная политиками, действительно большая – надо за 40 лет снизить выбросы в 2 раза. Как это сделать, если лишь в наиболее передовых развитых странах выбросы начали слабо снижаться, а в развивающихся они быстро растут? В докладе Стерна подчеркивается, что по рекомендациям МГЭИК развитые страны должны взять на себя основной груз и к 2050 г. снизить выбросы примерно на 80%. При этом развивающиеся страны в целом должны пройти пик выбросов в ближайшие 10–20 лет и затем начать их постепенно снижать.

Прежде всего, посмотрим, от чего и от кого зачислят выбросы. В целом глобальные антропогенные выбросы парниковых газов по состоянию на 2004 г. (это последняя имеющаяся оценка для всех стран мира) составили примерно 46 млрд т CO<sub>2</sub>-эквивалента<sup>1</sup>. Вклад России – 2,5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. (2006 г.), или около 5%. Сжигание ископаемого топлива (с небольшой добавкой от производства цемента) дало 28,9 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., выбросы метана (в основном с рисовых полей и от животноводства) – 9,2 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., нетто-выбросы CO<sub>2</sub> от землепользования и лесов составили 7,3 млрд т CO<sub>2</sub>-экв.

По странам можно составить своего рода «Климатическую восьмерку», на долю которой приходится около 60% глобальных выбросов. Сейчас доли США и Китая примерно равны и превышают 6 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., 27 стран ЕС дают 5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., Россия – 2,5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв., Индия – 1,5 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. и Япония – 1,2 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. В этих странах главным источником выбросов является сжигание ископаемого топлива. В Бразилии и Индонезии доминирующий источник – сведение лесов, а в целом в каждой стране выбросы составляют 2–3 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. Если взять только сжигание

ископаемого топлива, то вклад «климатической восьмерки» будет около 75%.

Вклад развивающихся стран быстро нарастает. Наиболее точные цифры по всем странам имеются по выбросам CO<sub>2</sub>, их собирает Международное энергетическое агентство (МЭА)<sup>2</sup>. По оценкам МЭА, в 2007 г. Китай по выбросам парниковых газов уже обогнал США (на момент издания данной брошюры данные за 2007 г. еще не опубликованы) и в дальнейшем отрыв будет нарастать. К 2015 г. выбросы Китая будут больше, чем в США, на 35%, а к 2030 г. – на 66%. Индия к 2015 г. обгонит Россию и выйдет на четвертое место в мире. ЕС будет оставаться на третьем месте, но выбросы этих стран будут составлять только 23% от суммарного выброса Китая и США. С учетом «лесных» выбросов Бразилии и Индонезии у России будет только 7-е место.

На переговорах по проблеме изменения климата часто говорится об исторической ответственности развитых стран. Те концентрации парниковых газов, которые мы сейчас имеем в атмосфере – в основном результат их развития. С 1900 по 2005 г. кумулятивная эмиссия от сжигания ископаемого топлива составила примерно 1100 млрд т CO<sub>2</sub>. Наибольший вклад внесли США – 30%, затем идут 15 «старых» стран ЕС – 23%, Россия и Китай вносят по 8%, Япония – примерно 5% и Индия – 2%, все остальные страны мира «накопили» 25% от общего количества.

Результаты расчетов показывают, что для Китая и Индии характерен резкий взлет после 1990 г. Китай по накопленным историческим выбросам к 2030 г. может догнать ЕС, а Индия – Японию. Россия остается далеко позади Китая.

Выбросы на душу населения многие страны, прежде всего развивающиеся, считают главным параметром справедливого распределения обязательств. В долгосрочном плане это справедливо,

**Вклад пяти крупнейших стран и ЕС в кумулятивные глобальные выбросы: исторические данные и прогноз по базовому сценарию МЭА в 2005 – 2030 гг. (CO<sub>2</sub> от сжигания всех видов ископаемого топлива, округленные значения)**

Млрд т	1900–1990	1991–2005	2006–2030	В сумме 1900–2005	В сумме 1900–2030	Место на 2030 г.
США	210	70	160	280	440	1
Китай	40	50	250	90	340	3
ЕС	190	60	100	250	350	2
Россия	70	20	45	90	135	4
Япония	<45	>15	20	60	80	5–6
Индия	<10	>10	60	20	80	5–6

Источник: оценки на основе базы данных ONRL, <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/usr.htm>, и IEA WEO 2007, [www.iea.org](http://www.iea.org)

поскольку даже отличия климатических условий не будут сильным аргументом, северным странам энергия нужна на отопление, а южным – на охлаждение. На ближайшие годы с главенством данного параметра сложно согласиться, но за некую основу, вероятно, принять можно.

В качестве другого параметра называют ВВП на душу населения (по паритету покупательной способности) как показатель способности платить за сокращение выбросов. Здесь тоже ситуация не проста, в ней немалую роль играют традиции, сложившиеся в ООН и в мировой системе экономических отношений. Статус развивающейся страны (и отсутствие численных обязательств по выбросам) имеют страны, где ВВП на душу населения значительно выше, чем в ряде развитых стран.

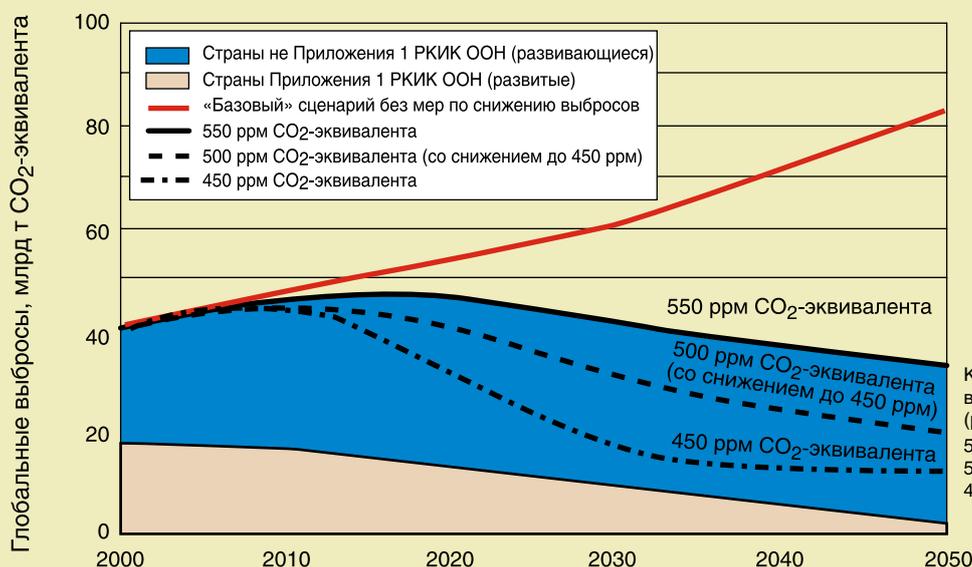
Что касается российских выбросов  $\text{CO}_2$  на душу населения, то все сценарии прогнозируют рост. Даже стабилизация общих выбросов в нашей стране в 2020 г. на фоне снижения численности населения будет приводить к росту удельных значений. В 2005 г. выбросы  $\text{CO}_2$  от сжигания всех видов ископаемого топлива составили в России 10,8 т $\text{CO}_2$ /чел.

Еще одним параметром называют удельные выбросы  $\text{CO}_2$  (или всех парниковых газов в целом) на единицу ВВП. Этот показатель может характеризовать удельный потенциал страны в снижении выбросов. Большие значения говорят об энергорасточительности экономики и стиля жизни людей либо об отсталых технологиях, что, как правило, взаимосвязано.

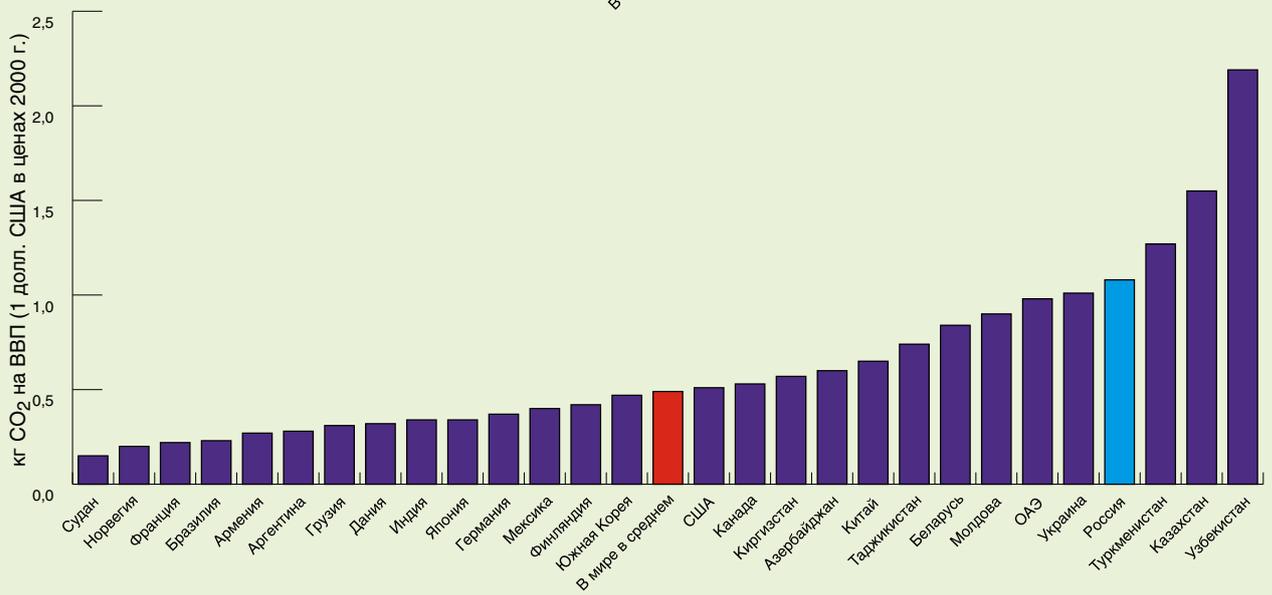
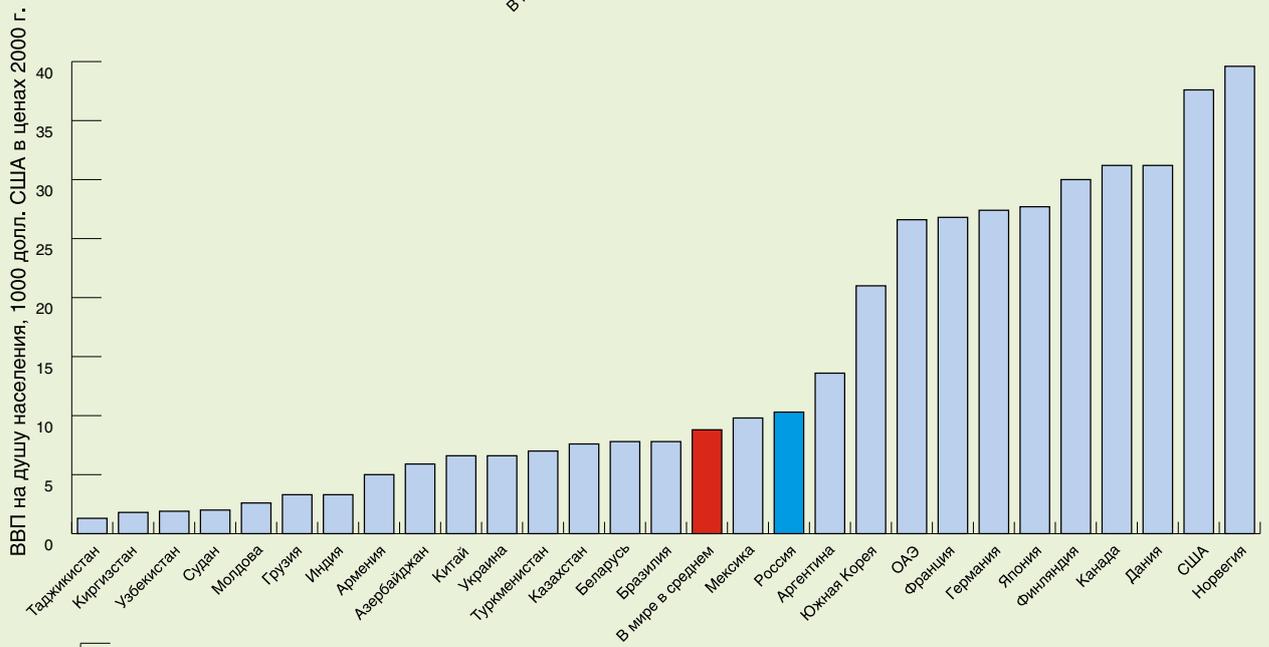
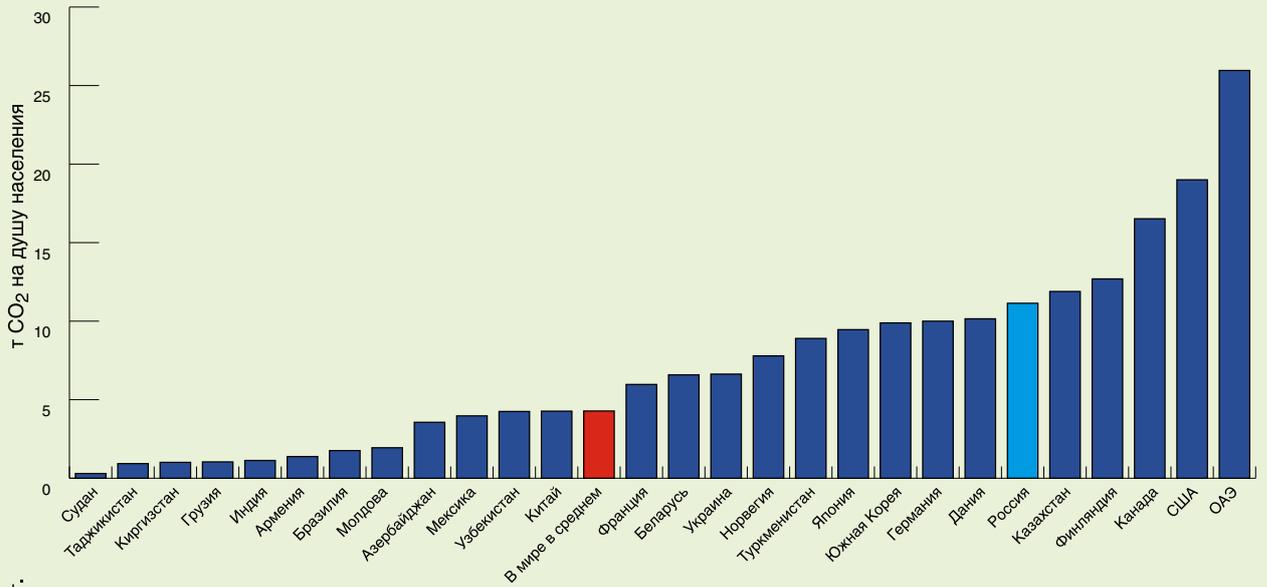
На настоящий момент логичным выглядит разбиение стран на три группы с различными по типу обязательствами.

- **Развитые и наиболее богатые развивающиеся страны, например, такие как Южная Корея, Сингапур или ОАЭ, берут обязательства в виде уровня выбросов, отсчитываемого от 1990 г. Важно, чтобы снижение выбросов в развитых странах в целом было как можно ближе к рекомендации МГЭИК – к 2020 г. достичь уровня на 25–40% ниже, чем в 1990 г.** Кроме этого, самые богатые развитые страны, входящие в Приложение II РКИК ООН, помогают развивающимся в снижении выбросов, а также берут обязательства по прямой помощи беднейшим странам.
- **Остальные успешно развивающиеся страны берут обязательства в виде снижения выбросов относительно «базового» сценария развития, не предусматривающего мер по ограничению выбросов.** Очень важно, чтобы такие страны, как Китай, Мексика, ЮАР, Бразилия и др., реализовали крупномасштабные планы технического перевооружения и «чистого» развития, что позволит им к 2020 г. иметь уровни выбросов на 10–30% ниже, чем по имеющимся прогнозам, например, по базовому сценарию МЭА. Страны Приложения II помогают им в реализации планов как с помощью передачи чистых технологий, так и прямо участвуя в проектах по снижению выбросов.
- **Беднейшие развивающиеся страны предпринимают меры по адаптации к изменению климата, поддерживаемые развитыми странами.** Справедливое распределение обязательств может «устанавливаться» как помещением страны в ту или иную группу, так и вариацией численных параметров обязательств.

**Сценарий при котором развитые страны к 2050 г. снижают выбросы на 90% от уровня 1990 г., а развивающиеся страны в целом после 2020 г. не допускают роста выбросов, на практике это означает снижение выбросов в ведущих развивающихся странах.**



К 2050 г. страны не включенные в Приложение 1 РКИК ООН (развивающиеся) от уровня 1990 г.  
 550 ppm – рост на 50%  
 500 ppm – снижение на 10%  
 450 ppm – снижение на 50%

Выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания ископаемого топлива и ВВП различных стран в 2006 г.

## 9. Действия мирового сообщества по снижению выбросов. Углеродный рынок

Мировое сообщество всерьез озаботилось проблемой изменения климата в середине 80-х годов прошлого века. Собственно, обоснованные тревоги и опасения по поводу происходящих с климатом перемен высказывались климатологами и раньше, но именно в 1980-х годах вопрос глобального изменения климата под влиянием человеческой деятельности стал предметом мировой политики и был внесен в повестку дня работы ООН и других международных организаций. В 1988 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию 43/53 «О защите глобального климата в интересах нынешнего и будущих поколений человечества». В том же году Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) учредили Межправительственную группу экспертов по вопросам изменения климата (МГЭИК), куда вошли ведущие эксперты из различных стран, в том числе и из России. В 1990 г. МГЭИК выпустила «Первый оценочный доклад», в котором подтвердила угрозу антропогенного изменения климата и призвала к подготовке специального глобального соглашения для решения этой проблемы. Призыв был поддержан Резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН 45/212, на основании которой была разработана Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК). Конвенция была принята в Рио-де-Жанейро (Бразилия) в 1992 г. и вступила в силу в 1994 г.<sup>1</sup>. В настоящее время к Конвенции присоединилось 195 стран.

### Рамочная конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол

В отличие от других международных экологических соглашений (например, Монреальского соглашения об озоноразрушающих веществах), РКИК не налагает ограничений или запретов на осуществление странами-участницами тех или иных видов экономической деятельности или производство тех или иных товаров и услуг. Конвенция требует от стран-участниц «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». При этом РКИК особо подчеркивает, что развитые страны должны «играть ведущую роль в борьбе с изменением климата и его негативными последствиями». В качестве цели Конвенция провозглашает стабилизацию концентрации парниковых газов в атмосфере на относительно безопасном для человека, окружающей среды и устойчивого, поступательного развития экономики уровне (хотя сам этот

уровень в Конвенции не обозначен). Кроме того, Конвенция обязывает страны-участницы предпринимать необходимые меры с целью сокращения антропогенных выбросов парниковых газов, а также представлять в Секретариат Конвенции данные о выбросах парниковых газов и о принятых мерах по их сокращению.

Однако требовались более четкие ориентиры и механизмы сокращения выбросов. Для этого на Третьей конференции сторон РКИК в 1997 г. в г. Киото (Япония) был принят протокол, получивший название «Киотский». Протокол устанавливает для промышленно развитых стран, включенных в Приложение I РКИК, количественные ограничения на выбросы парниковых газов на период с 2008 по 2012 г. исходя из общей цели – сократить выбросы парниковых газов в этих странах как минимум на 5% ниже уровня 1990 г. Ограничения устанавливаются в процентах от базового года (в большинстве случаев это 1990 г.). Так, страны Евросоюза обязались в среднем за указанный период не превысить 92% выбросов 1990 г., США – 93%, Япония и Канада – 94%, Россия, Украина и Новая Зеландия – 100%, Норвегия – 101%, Австралия – 108%, Исландия – 110%. После этого на основании статьи 4 Киотского протокола страны Европейского союза перераспределили между собой груз сокращения выбросов. Великобритания обязалась сократить выбросы на 12,5% ниже уровня 1990 г., Австрия – на 13%, Германия и Дания – на 21%, Франция и Финляндия обязались не превысить уровень 1990 г., а Португалии, Греции, Испании и Ирландии разрешено выбрасывать больше, чем в 1990 г. Развивающиеся страны, участвующие в Киотском протоколе, в том числе Индия, Бразилия и Китай, не имеют ограничений на выбросы парниковых газов. Исключение составляет Казахстан, который при ратификации Киотского протокола в 2009 г. объявил о намерении взять на себя обязательства по ограничению выбросов парниковых газов наравне с промышленно развитыми странами.

Россия ратифицировала Киотский протокол в ноябре 2004 г., 128-й по счету. Однако именно благодаря России Киотский протокол обрел законную силу. Сегодня в нем участвуют уже 185 стран, в том числе все страны СНГ. США при Президенте Дж. Буше-мл. отказались ратифицировать Киотский протокол.

В соответствии с требованиями Киотского протокола (ст. 7) все страны, имеющие обязательства по ограничению и сокращению выбросов, обязаны ежегодно представлять сведения о своих выбросах в Секретариат РКИК. Для целей Киотского про-

токола к парниковым газам отнесены: углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), перфторуглероды ( $\text{PFC}_s$ ), гидрофторуглероды ( $\text{HFC}_s$ ) и гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). Для удобства учета все парниковые газы пересчитываются в эквивалент углекислого газа с помощью относительных коэффициентов глобального потепления GWP (Global Warming Potential). Коэффициент GWP для углекислого газа равен 1, метана – 21, закиси азота – 310, гидрофторуглеродов в зависимости от химической формулы газа – от 140 до 11700, перфторуглеродов – от 6500 до 9200, гексафторида серы – 23900. Помимо данных о выбросах основных парниковых газов, необходимо также представлять сведения о выбросах газов с косвенным парниковым эффектом: оксида углерода ( $\text{CO}$ ), оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ), неметановых летучих органических соединений ( $\text{NMVOC}_s$ ), оксидов серы ( $\text{SO}_x$ ). На основании данных о выбросах основных парниковых газов за 1990 г. (или иной год, выбранный в качестве базового) рассчитывается квота на выбросы на период с 2008 по 2012 г. (так называемое «установленное количество»). Российская квота составляет 16 617 095 319 тонн  $\text{CO}_2$ -экв<sup>2</sup>

Киотский протокол обязывает страны, имеющие установленные количественные ограничения на выбросы парниковых газов, осуществлять политику и меры, направленные на сокращение выбросов, а также меры по охране и улучшению естественных поглотителей углекислого газа. К таким мерам относится, в частности, повышение энергоэффективности, устойчивое управление лесами, содействие лесовосстановлению, поощрение устойчивых методов ведения сельского хозяйства, разработка, внедрение и использование новых и возобновляемых видов энергии, передовых и инновационных экологически безопасных технологий.

В целях оптимизации затрат на выполнение обязательств по ограничению и сокращению выбросов Киотский протокол допускает совместное выполнение странами своих обязательств (ст. 4), торговлю выбросами (ст. 17) и совместное осуществление проектов по сокращению выбросов (ст. 6). Кроме того, в протоколе предусмотрен механизм чистого развития (ст. 12), который позволяет развитым странам и странам с переходной экономикой, имеющим обязательства по ограничению выбросов, инвестировать в проекты по сокращению выбросов и увеличению стоков парниковых газов в развивающихся странах и засчитывать полученные сокращения в счет выполнения своих обязательств. Таким образом, в рамках Киотского протокола и на основе предусмотренных в нем механизмов создается своеобразный мировой углеродный рынок, на котором могут обращаться квоты на выбросы парниковых газов и сокращения выбросов. Ожидается, что в период с 2008 по

2012 г. в рамках механизмов Киотского протокола будет подготовлено и реализовано более 3 тыс. проектов, которые позволят в общей сложности сократить выбросы на 4 млрд. т  $\text{CO}_2$ -экв., при этом объем климатических инвестиций составит не менее 30 млрд долларов.

#### Схемы квотирования и торговли выбросами

В соответствии с Директивой Еврокомиссии 2003/87/EC с 2005 г. в Европейском союзе действует Европейская схема торговли выбросами (ЕСТВ). В рамках этой схемы крупным компаниям-эмитентам устанавливаются лимиты (квоты) на выбросы парниковых газов и выдаются особые углеродные единицы – разрешения на выбросы, каждая номиналом 1 т.  $\text{CO}_2$ -экв. На основании ежегодных отчетов о выбросах, представленных эмитентами и подтвержденных независимыми аудиторами, часть разрешений, соответствующая фактически произведенным выбросам, изымается и погашается. За выбросы, не обеспеченные разрешениями, с эмитентов взимается штраф в размере 100 евро за тонну  $\text{CO}_2$ -экв. Компании могут без ограничений продавать и покупать разрешения на выбросы по свободно складывающимся рыночным ценам, а также накапливать их и переносить на следующие периоды. Наряду с этим эмитентам разрешается приобретать сокращения выбросов, генерируемые в результате реализации проектов в других странах в рамках механизмов совместного осуществления и чистого развития. Эти приобретенные проектные сокращения предъявляются эмитентами в момент подачи отчета о выбросах за истекший год, обмениваются один к одному на дополнительные разрешения на выбросы, которые тут же изымаются и погашаются.

Европейская схема торговли выбросами охватывает все страны Европейского союза и следующие отрасли промышленности:

- электроэнергетика;
- нефтепереработка;
- черная металлургия;
- целлюлозно-бумажная промышленность;
- производство строительных материалов.

В сумме на эти отрасли приходится более 40 % выбросов парниковых газов в ЕС. В перспективе список отраслей предполагается расширить за счет включения автомобильного и авиационного транспорта. Планируется также засчитывать технологии по улавливанию и захоронению углерода.

В 2008 г. оборот рынка ЕСТВ составил 3,1 млрд т  $\text{CO}_2$ -экв. на общую сумму 67 млрд евро. По сути, ЕСТВ стала главным локомотивом развития углеродного рынка не только в Европе, но и в мире. Именно спрос со стороны европейских компаний-эмитентов и благоприятные ценовые ориентиры на рынке ЕСТВ вдохнули жизнь в механизмы совмест-

ного осуществления и чистого развития, подстегнув подготовку соответствующих проектов и формирование необходимой рыночной инфраструктуры.

Несмотря на распространенный миф о участии США в программах по ограничению и сокращению выбросов ПГ, схема квотирования и торговли выбросами действует уже в 10 штатах, объединенных в так называемую Региональную инициативу по парниковым газам (RGGI). Это Коннектикут, Делавер, Мэн, Мэриленд, Массачусетс, Нью Гэмпшир, Нью Джерси, Нью-Йорк, Род Айленд и Вермонт. В отличие от Европейской схемы торговли, где разрешения на выбросы распределяются среди крупных компаний-эмитентов преимущественно бесплатно, здесь они продаются на аукционах. Первичное размещение прав (разрешений) на выбросы ПГ на первых двух аукционах, состоявшихся 25 сентября и 17 декабря 2008 г., дало в сумме 35,5 млн т CO<sub>2</sub> и принесло 145 млн долл. По оценкам компании Point Carbon, оборот углеродного рынка в рамках RGGI в 2009 г. может составить 70 млн т CO<sub>2</sub>, или 240 млн долл. в денежном выражении. Похожая схема действует также в провинции Новый Южный Уэльс в Австралии.

Нельзя не упомянуть и частную инициативу американского бизнеса в рамках Чикагской климатической биржи, которая была открыта еще в 2003 г. Здесь компаниям-участникам также устанавливаются квоты и выдаются соответствующие углеродные единицы, которые свободно обращаются на бирже. В России единственным пока примером добровольного ограничения выбросов является Архангельский ЦБК, который в 2003 г. установил для себя планку на уровне 88% от выбросов 1990 г. на период до 2012 г. и неукоснительно выполня-

ет это обязательство, ежегодно публикуя отчеты о выбросах.

### Тенденции развития мирового углеродного рынка

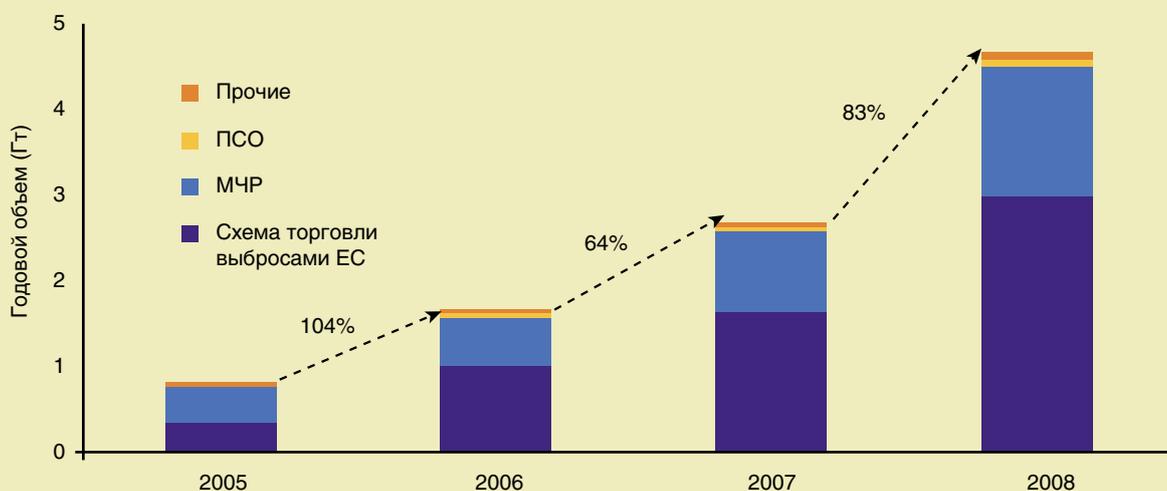
За 4 года, с 2005 по 2008 г., объем торговли углеродными единицами в мире увеличился с 800 млн т CO<sub>2</sub> до 4,9 млрд т CO<sub>2</sub>, т.е. в 6 (!) с лишним раз. В денежном выражении динамика еще более впечатляющая – почти в 15 (!) раз. В 2008 г. оборот рынка увеличился по сравнению с предыдущим 2007 годом в 2,3 раза и составил 92 млрд. евро, или 122 млрд. долл.

Наибольшую долю рынка (63% в тоннах CO<sub>2</sub> и более 70% в денежном выражении) занимает торговля разрешениями на выбросы в рамках ЕСТВ. На долю механизма чистого развития приходится порядка 30% в тоннах CO<sub>2</sub> и 26% в денежном выражении. Остальные сегменты рынка находятся в начальной стадии развития.

В 2008 г. оборот сертифицированных сокращений выбросов в рамках *механизма чистого развития* составил 1,6 млрд т CO<sub>2</sub> на общую сумму 24 млрд евро (32 млрд долл). Рост к предыдущему 2007 г. в тоннах – 70% (1,7 раза), в денежном выражении – 100% (в два раза). Безусловным лидером рынка является Китай, на долю которого приходится более 60% обращающихся на рынке сокращений выбросов. На втором месте Индонезия (10%), на третьем – Бразилия (8%). Лидером по числу проектов является Индия.

Масштаб рынка *проектов совместного осуществления* (ПСО) скромнее. Это и понятно. Рынок ПСО развивается с 3–4 летним отставанием от рынка МЧР. По состоянию на 25 января 2009 г. заявлено

### Развитие мирового углеродного рынка в 2005-2008 гг.



Источник: Point Carbon, 2008; Point Carbon, 2009.

в общей сложности 198 проектов общим объемом около 300 млн т CO<sub>2</sub>-экв. В 2008 г. было продано всего 100 млн т сокращений выбросов CO<sub>2</sub> на сумму около 800 млн евро (1,1 млрд. долларов). О лидерстве на рынке ПСО говорить еще рано, но у России есть все шансы занять на нем доминирующее положение. Если судить по числу и углеродному потенциалу заявленных проектов, на долю России приходится почти 60% рынка ПСО. К сожалению, ни один российский проект пока не утвержден Правительством РФ (что требуется по процедуре). Соответственно, о лидерстве России можно говорить лишь условно, как о потенциальной возможности. Пока же в рейтинге стран, принимающих проекты совместного осуществления, Россия занимает только 4-е место, пропуская вперед не только своего главного конкурента – Украину, уверенно лидирующую в рейтинге, но даже Румынию и Польшу.

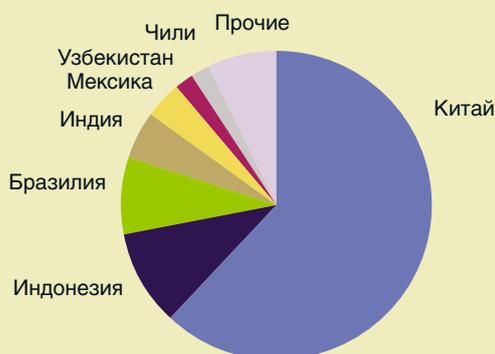
В последнее время активно развивается рынок квот на выбросы ПГ по статье 17 Киотского протокола. Венгрия уже заработала на продаже квот 67 млн евро. Чехия ведет переговоры о продаже квот на сумму 350 млн евро с Австрией, Японией, Новой Зеландией и Испанией. Украина приняла решение о продаже 50 млн единиц установленного количества Японии. По сообщению компании Point Carbon, в 2009 г. Украина передаст Японии 15 млн штук и еще столько же на будущий год, что принесет ей в общей сложности 300 млн. евро чистого углеродного дохода. Польша подписала контракты на поставку ЕУК с Японией, Всемирным банком и Ирландией (через Европейский банк) и теперь ведет переговоры с Австрией, Бельгией и Испанией. Планируют продажу квот Латвия и другие страны Восточной Европы. По прогнозам, объем продаж единиц уста-

новленного количества может составить 900 млн т до 2012 г. При этом более 10 стран вынуждены будут приобрести квоты с целью выполнения своих обязательств по Киотскому протоколу.

Особенность механизма торговли выбросами состоит в том, что вырученные от продажи углеродных квот средства должны направляться в экологически значимые проекты. В идеале эти средства должны идти на финансирование проектов по сокращению выбросов парниковых газов, хотя возможны и иные варианты. Данная схема получила название *Схема зеленых инвестиций*. Как таковая Схема зеленых инвестиций в Киотском протоколе нигде не прописана. Скорее, это своего рода консенсус, достигнутый странами-участницами относительно порядка применения статьи 17. В бизнесе такой неписаный закон называют обычаем делового оборота. Впервые идею о реинвестировании выручки от продажи квот на выбросы парниковых газов в экологические проекты высказала российская делегация на Конференции Сторон РКИК в Гааге в 2000 г. И Россия все еще может сказать свое веское слово на этом рынке. Хотя время неумолимо уходит.

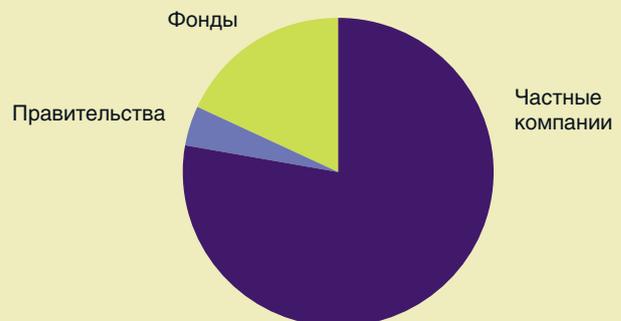
После 2012 г. углеродный рынок будет поступательно развиваться и дальше. Сегодня уже все страны, включая страны ЕС, США, Индию и Китай, согласились с тем, что к 2050 г. выбросы ПГ в глобальном масштабе должны быть сокращены как минимум наполовину и что при этом развитые страны должны уже к 2020 г. сократить свои выбросы на 25–40%. Осталось только договориться, от какого уровня следует вести отсчет. ЕС свои обязательства на период до 2020 г. уже объявил. В целом страны ЕС намерены ограничить свои выбросы уровнем 80% от выбросов 1990 г. или даже

#### Поставщики на рынке МЧР



Источник: Point Carbon, 2008

#### Покупатели на рынке МЧР



Источник: Point Carbon, 2008

70% при условии, что аналогичные обязательства возьмут на себя другие индустриально развитые страны. США также планируют взять на себя количественные обязательства по ограничению и сокращению выбросов. Новый президент США Барак Обама призвал сократить выбросы на 80% к 2050 г. Из ближайших соседей России с количественными обязательствами по ограничению и сокращению выбросов в новое соглашение точно войдут Украина, Беларусь и Казахстан. Это даст новый толчок развитию мирового углеродного рынка. Счет пойдет на сотни миллиардов, а то и триллионы долларов.

### Выбросы парниковых газов и меры по их сокращению в России

Попытки оценить выбросы парниковых газов при том или ином сценарии экономического роста предпринимаются в России уже давно. Прежде всего, в связи с принятием Россией обязательства в рамках Киотского протокола не превысить уровень выбросов 1990 г. в течение 2008–2012 гг. Прогноз, сделанный в 2004 г. тогдашним экономическим советником Президента РФ г-ном А. Илларионовым, недвусмысленно намекал на то, что с этим обязательством нам ни при каких условиях не справиться. К счастью, это оказалось не так. Сработал эффект, описанный в докладе Стерна: рост экономики не обязательно сопровождается ни таким же, ни тем более опережающим ростом выбросов парниковых газов, на чем настаивал Илларионов. За период с 2000 по 2006 г., когда экономика РФ росла в среднем рекордно высокими темпами 8,5% в год, выбросы парниковых газов прирастали в среднем на 1,2% в год (без учета нетто-эмиссий от земле-

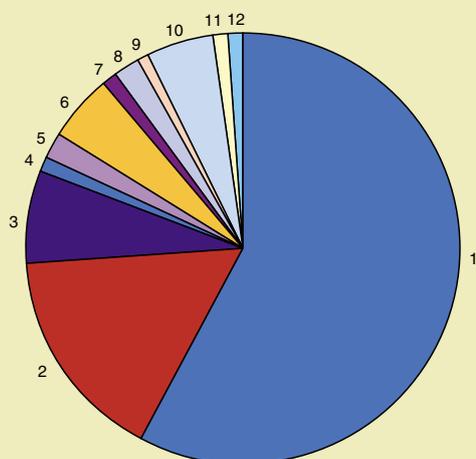
лесоиспользования)<sup>2</sup>. В результате показатель ВВП на душу населения в России вернулся в 2006 г. к уровню 1990 года, а выбросы парниковых газов (без учета нетто-эмиссий от земле- и лесопользования) оказались ниже уровня 1990 г. на 34,2%.

Иначе говоря, Россия свои обязательства не просто выполняет, а перевыполняет. Если так пойдет и дальше (а прогнозы говорят за это), Россия не выберет свою «углеродную квоту», установленную в Киотском протоколе. От 5 до 6 млрд т CO<sub>2</sub>-экв. еще останется и может быть использовано либо в качестве задела (своего рода подушки безопасности) на будущее, либо продано в той или иной форме другим странам в рамках механизмов гибкости Киотского протокола.

Несмотря на это, большинство прогнозов предвещают рост выбросов парниковых газов в России в перспективе не только до 2020 г., но и до 2050 г. И даже кризис, переживаемый сегодня Россией вместе с остальным миром, не помогает делу. Значит, России, как и другим странам, нужна специальная система мер, ориентированных на основные сектора, ответственные за выбросы парниковых газов.

Лидером по выбросам парниковых газов в России является энергетика – 41,3% выбросов без учета нетто-эмиссий от земле- и лесопользования. На втором месте – добыча нефти и газа (18,1%), на третьем – промышленность и строительство (14,6%). Сжигание ископаемого топлива для выработки энергии во всех отраслях экономики России дает в совокупности 54,8% выбросов без учета нетто-эмиссий от земле- и лесопользования. (Расчитано по официальным данным за 2006 год<sup>5</sup>. На момент подготовки обзора более свежих официальных данных еще не было). В 2006 г. нетто-выбросы

### Распределение проектов совместного осуществления по странам (в тоннах CO<sub>2</sub>-экв.)<sup>3</sup>



1. Россия – 58%
2. Украина – 16%
3. Болгария – 7%
4. Чехия – 1%
5. Румыния – 2%
6. Польша – 1%
7. Венгрия – 1%
8. Эстония – 2%
9. Латвия – 1%
10. Литва – 5%
11. Словакия – 1%

Источник: Point Carbon, 2008

парниковых газов от земле- и лесопользования составили 287,8 тыс. т  $\text{CO}_2$ -экв., или 11,6%. В целом на долю России приходится примерно 5% глобальных антропогенных выбросов парниковых газов (по данным за 2004 г.).

Чтобы переломить тенденцию к росту выбросов и добиться их сокращения, необходимо прежде всего кардинально снизить энергоёмкость экономики. Соответствующее решение уже принято Президентом и Правительством РФ. Поставлена задача уменьшить энергоёмкость ВВП на 40% к 2020 г. Сегодня по показателю энергоёмкости ВВП мы сильно отстаем от ведущих промышленно развитых стран. Страны ЕС расходуют в среднем в 3 раза меньше энергии на 1 долл. ВВП, чем Россия, США – в 2 раза. Значит, у нас есть значительный потенциал для сокращения выбросов парниковых газов по этому направлению.

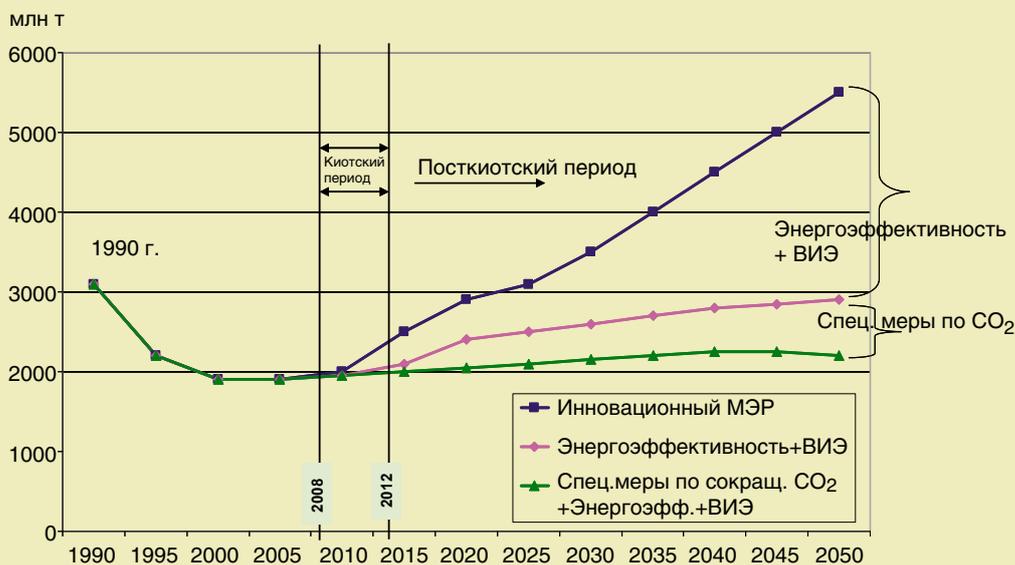
Конечно, повышенный удельный расход энергии в России объясняется и вполне объективными причинами. Холодный климат, продолжительный отопительный сезон, длинные плечи перевозок, вызванные огромными пространствами и низкой плотностью населения, утяжеленная структура экономики с преобладанием энергоёмких отраслей сырьевой направленности – горнодобывающая промышленность, металлургия, т.д. Но низкий К.П.Д. котельных (в среднем на 30% ниже мировых стандартов) и немыслимые потери в системах централизованного теплоснабжения городов и населенных пунктов на географическое положение не спишешь. Это просто бесхозяйственность и подлинный анахронизм. Да и утяжеленная структура экономики – тоже по большому счету явный анахронизм, доставшийся нам в наследство от ударных

строек первых пятилеток, т.е. со времен сталинской индустриализации. Новому, инновационному этапу экономического развития страны должна соответствовать и новая структура экономики, основанная не на старых дедовских способах добычи (заготовки) и первичной переработки природного сырья с получением полуфабрикатов, а на современных высокоэффективных энергосберегающих технологиях, обеспечивающих комплексную безотходную переработку сырья или синтез материалов для производства высокотехнологичной, конкурентоспособной продукции мирового уровня с высокой добавленной стоимостью. Тогда и выбросов станет меньше.

Правда, говорят, что кризис – не самое подходящее время для масштабной перестройки экономики. На самом деле все наоборот. Чтобы выжить, страна должна выйти из кризиса обновленной, готовой не просто к новому витку, но и к новому качеству экономического роста. Именно поэтому администрация США намерена инвестировать сотни миллиардов долларов в развитие новых технологий и в создание рабочих мест в отраслях, обеспечивающих повышение энергоэффективности и снижение выбросов парниковых газов. А ведь там тоже кризис, и ничуть не меньше нашего. Однако по замыслу именно инвестиции в новые отрасли и в повышение энергоэффективности должны помочь Соединенным Штатам преодолеть кризис.

Наряду со снижением энергоёмкости важным шагом в сторону сокращения выбросов парниковых газов является развитие энергетики с использованием возобновляемых источников энергии и биотоплива. Коренное отличие ВИЭ и биотоплива

#### Сценарный прогноз выбросов парниковых газов в России до 2050 г.<sup>4</sup>



от ископаемого топлива состоит в том, что их использование для выработки энергии не сопровождается выбросами парниковых газов. Значит, чем больше энергии будет выработано из ВИЭ и биомассы, т.е. чем больше ископаемого топлива удастся заместить, тем меньше выбросы парниковых газов. Стратегия развития возобновляемой энергетики Правительством РФ тоже уже принята. Ставится задача к 2020 г. увеличить ее долю в энергобалансе страны до 4,5% против нынешних 0,9% (без учета крупных ГЭС). Между тем экономический (т.е. пригодный для коммерческого освоения) потенциал ВИЭ в России оценивается как минимум в 270 млн т у.т. в год. Международное энергетическое агентство оценило его в 310 млн т у.т. в год, РАО «ЕЭС России» – в 340–450 т у.т. в год. Практически в каждом российском регионе найдется 1–2 вида ВИЭ, пригодных для коммерческого использования. Так что если по Гамбургскому счету, то за счет ВИЭ можно обеспечить до 25% годового потребления энергии в России. А значит, есть возможность и дальше уменьшать расход ископаемого топлива и сокращать выбросы парниковых газов. И заявленная цель в 4,5% – это не предел, а только начало.

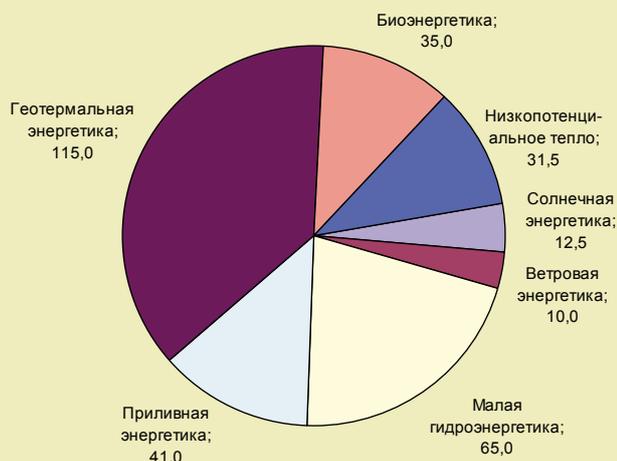
**В целом принятые в последнее время стратегические планы в области энергоэффективности и развития возобновляемой энергетики позволят если не сократить выбросы парниковых газов в абсолютном выражении, то замедлить их рост, а к 2020 г. стабилизировать. Следующим шагом должна стать разработка мер, которые позволят перейти от стабилизации к сокращению выбросов.**

С учетом этого надо начать всерьез контролировать и регулировать выбросы ПГ. Это можно сделать двумя способами. Во-первых, косвенно, через систему технологических норм и стандартов, применяемых к технике и оборудованию. Во-вторых, выбросы можно регулировать напрямую, через систему квот (разрешений), выдаваемых крупным компаниям-эмитентам, по аналогии с европейской или американской схемой. В этом случае мы получим не только климатическую стратегию, адекватную стоящим в этой области задачам, но и национальную систему регулирования выбросов, отвечающую мировым стандартам и полностью совместимую с системами регулирования других стран. А значит, и доступ к бурно развивающемуся мировому углеродному рынку и к тем колоссальным ресурсам, которые он аккумулирует.

**Структура выбросов парниковых газов в России (по данным за 2006 г.)<sup>5</sup>**



**Потенциал возобновляемых источников энергии в России, млн т у.т./год<sup>6</sup>**



## 10. Подготовка будущего международного соглашения по проблеме изменения климата

### Что должно сделать новое международное соглашение по климату?

Глобальные выбросы парниковых газов сейчас растут, причем довольно быстро, почти на 2% в год. Для достижения стратегической цели их двукратного снижения к середине века через 10–20 лет выбросы должны достичь пика, а затем значительно снизиться. Это очень сложная задача, которую не решить без скоординированных действий всех стран. Координация должна фокусироваться на главном источнике выбросов – сжигании угля, нефтепродуктов и газа, а также на сведении лесов в тропических странах. В этом контексте **задачей нового соглашения является именно «поворот» мировой экономики, прежде всего энергетики, на низкоуглеродный сценарий развития, снижающий выбросы в 2 раза к 2050 г.**

Срок действия Киотского протокола истекает в конце 2012 г. «Простое» его продолжение не выход из положения, так как Киотский протокол был призван лишь запустить механизм сотрудничества и снижения выбросов. Его роль можно сравнить с маленьким пусковым двигателем тяжелого грузовика. На нем грузовик ехать не может, он лишь запускает основной двигатель и затем отключается. Однако Киотский протокол позволяет опробовать идеи и механизмы, получить опыт, без которого сложно было бы принимать серьезные обязательства. С другой стороны, от успеха принятия нового соглашения сильно зависит и выполнение Киотского протокола. Пять лет его действия – очень маленький срок, нужна возможность работать на перспективу – ускоренно снижать выбросы, понимая какие выгоды это принесет за 10–20 и более лет.

#### В целом новое соглашение должно:

- **Показать миру, что проблема решаемая и решается.**
- **Убедить правительства и общественность, что груз расходов и усилий по решению проблемы справедливо разделен между странами.** Только тогда они будут добросовестно выполнять соглашение.
- **Дать бизнесу уверенность, что будет найден экономический оптимум,** а деньги, вложенные в чистые технологии, не будут потрачены напрасно. Только тогда бизнес будет поддерживать соглашение.
- **Дать людям, особенно из беднейших стран и наиболее уязвимых регионов, возможность получить помощь** в адаптации к изменению климата: засухам, наводнениям, ураганам, волнам жары и т.п.

**Какую задачу надо ставить перед новым соглашением?**

- **Позиционирование обязательств как шагов на пути достижения глобальной стратегической цели на 2050 г.** В идеале все развитые страны (включая США) должны принять обязательства, максимально приближенные к рекомендациям МГЭИК – к 2020 г. достичь уровня на 25–40% ниже, чем в 1990 г. К развитым странам должны присоединиться и те, кто сейчас не имеет такого статуса, но на деле (по ВВП на душу населения) давно обогнал многие развитые страны.
- **Принятие ведущими развивающимися странами обязательств по снижению (ограничению) выбросов в численном формате** при определенной поддержке развитых стран. Принципиально важно, чтобы Китай, Индия, Мексика, ЮАР, Бразилия и другие крупнейшие развивающиеся страны реализовали крупномасштабные планы технического перевооружения и «чистого» развития, что позволит им к 2020 г. иметь уровни выбросов на 10–30% ниже, чем по базовым сценариям «коммерческого» развития. Развитые страны должны помочь им в реализации планов как с помощью передачи чистых технологий, так и путем прямого участия в проектах и программах по снижению выбросов. Для этого может использоваться и механизм чистого развития, но одного его недостаточно, так как в МЧР происходит передача квот иностранному инвестору и достигнутое снижение не может быть зачтено в выполнение обязательств развивающейся страны.
- **Соглашение должно содержать принципы новой финансовой архитектуры,** старая система просто не выдержит новых, более объемных задач. Это должны быть финансовые институты и механизмы с активным привлечением частного бизнеса и инновационными решениями, а также с объемом средств на снижение выбросов, передачу чистых технологий и адаптацию к изменениям климата в развивающихся странах порядка 10–30 млрд долларов в год. В рамках соглашения развитые страны должны взять на себя обязательства помогать развивающимся и в снижении выбросов, и в адаптации, особенно наименее развитым и наиболее уязвимым странам. С другой стороны, даже богатые развитые страны не смогут нести «двойную ношу» – снижать выбросы дома и помогать за границей, если не будут задействованы новые механизмы привлечения средств (аукционы, специальные отчисления и т.п.) и не будут созданы действенные стимулы для частного бизнеса.

#### Что хотят ведущие страны?

В докладе Стерна приводится компиляция намерений 10 крупнейших экономик мира, объединение которых может служить основой для определения

численных параметров нового соглашения для каждой из стран. В данном обзоре мы постарались максимально дополнить данную информацию, сохранив наглядный формат, использованный в докладе.

В принципе все страны, включая Россию, одобрили стратегическую цель – 50% снижения глобальных выбросов к 2050 г. Говоря о Конференции ООН по проблеме изменения климата (на Бали), глава делегации России, руководитель Росгидромета Александр Бедрицкий отметил: «Мы исходим из принципиальной точки отсчета: к 2050 году снизить глобальные выбросы на 50% по сравнению с уровнем 1990 года. Тут есть и логика, и научное обоснование»<sup>1</sup>.

Гораздо сложнее установить краткосрочные цели, в частности, на 2020 г. В выступлении на Конференции сторон РКИК ООН в Познани (декабрь 2008 г.) глава делегации России, зам. министра природных ресурсов и экологии Станислав Ананьев отметил: «Можем заверить, что совокупный вклад России в снижение выбросов парниковых газов в 2012–2020 годах будет значительным и вполне со-

поставимым с усилиями других основных партнеров в климатическом процессе». В интервью агентству «Рейтер» зам. главы делегации Александр Панкин подтвердил: «Намерение России – стабилизировать выбросы, которые сейчас примерно на 30% ниже, чем в 1990 г., и затем их снижать... У нас будут наши национальные обязательства. Мы посмотрим, что для России достижимо, мы сделаем это на уровне правительства, и это будет цель России. Определенно мы должны это сделать в течение следующего года». В 2009 г. будут идти активнейшие переговоры как по установлению общей цели для всех развитых стран, так и по национальным целям каждой страны.

Заметим, что намерения стран обычно имеют в основе глубокую экономическую проработку, тогда они остаются неизменными долгие годы и реализуются на практике. Однако иногда политические лидеры дают обещания, которые пока не имеют такой базовой проработки. Поэтому собранные ниже в диаграмме данные могут меняться, поскольку они содержат намерения стран «любого типа надежности».

## Планы ведущих стран на краткосрочную перспективу

### Снижение выбросов парниковых газов

**Европейский союз (27 стран):** к 2020 г. снижение выбросов до уровня на 20% ниже, чем в 1990 г.; при должном ответе других стран снижение до уровня на 30%

**Япония:** к 2020 г. снизить выбросы на 14% (от уровня 2005 г.), что означает на 6% ниже, чем в 1990 г.

**США:** к 2020 г. снизить выбросы на 15% (от уровня 2005 г.), что означает уровень 1990 г.

**Канада:** к 2020 г. снизить выбросы на 20% (от уровня 2006 г.), что означает уровень 1990 г.

**Россия:** к 2020 г. стабилизировать – остановить рост выбросов и затем их снижать.

**Ю. Корея:** к 2016 г. остановить рост выбросов и затем их снижать.

**ЮАР, Мексика:** стабилизировать – остановить рост выбросов и затем их снижать.

**Норвегия, Швейцария:** принять обязательства в целом аналогичные с ЕС.

### Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

**Европейский союз:** к 2020 г. доля ВИЭ (без больших ГЭС) 20%; доля биотоплива на транспорте >10%

**США:** к 2025 г. доля ВИЭ 25%. \$ 150 млрд инвестиций в ВИЭ и создание 5 млн рабочих мест.

**Бразилия:** доля ВИЭ (без больших ГЭС) к 2030 г. не менее 10%

**Россия:** к 2020 г. доля ВИЭ (без больших ГЭС) – 4,5%

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

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

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

### Повышение энергоэффективности экономики

**Европейский союз:** принят стратегический план развития энергетических технологий, снижение потребления энергии на 20% к 2020 г.

**США:** имеется специальный «план Обамы» по развитию энергетических технологий, снижению потребления нефтепродуктов на 35% к 2030 г. Создание национальной системы торговли квотами как эффективного механизма регулирования.

**Япония:** с 2003 по 2030 г. 30%-ное снижение потребления энергии на ед. ВВП

**Россия:** к 2020 г. снижение потребления энергии на ед. ВВП на 40%

**Китай:** с 2005 по 2010 г. 20%-ное снижение потребления энергии на ед. ВВП и затем дальнейшие меры по снижению удельного потребления энергии

**Индия:** обязательные и добровольные меры по повышению энергоэффективности экономики; снизить удельные выбросы (карбонемкость экономики) на 1/3.

### Другие планы

**Бразилия:** программа сохранения лесов

**Россия:** к середине 2010-х годов утилизация 95% попутного газа

**Китай:** программа кардинального снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

**Норвегия, Австралия:** планы развития технологии улавливания и захоронения CO<sub>2</sub>

### Ход переговоров

На саммите «Восьмерки» в июне 2007 г. в Германии мировые лидеры согласились, что нужно новое соглашение по климату, а официальные переговоры должны начаться в конце года на 13-й конференции РКИК ООН на Бали. В свою очередь на Бали было решено за 2 года подготовить новое соглашение и подписать его на 15-й конференции в Копенгагене в декабре 2009 г.<sup>2</sup>. Было выделено четыре переговорных блока, основанных на 4 принципах:

- **Выбросы снижают все развитые и сильнее развивающиеся страны, в зависимости от уровня их экономического развития и имеющегося потенциала. Развитые страны помогают развивающимся странам снижать выбросы.**
- **Предпринимается широкий спектр мер по адаптации к изменению климата.**
- **Облегчается передача экологически чистых технологий с низкими выбросами парниковых газов.**
- **Развивающимся странам, прежде всего бедным и наиболее уязвимым к изменениям климата, оказывается финансовая поддержка.**

Фактически пятым блоком переговоров стала выработка общей стратегической цели на 2050 г. Еще одним самостоятельным блоком можно назвать меры по прекращению сведения лесов в тропических странах.

В декабре 2008 г. в Познани, Польша, прошла промежуточная 14-я конференция ООН, задачей которой было принять процедурно-организационные решения и четкий график подготовки переговорного текста, что и было сделано. Однако далее этой «программы минимум» продвинуться не удалось.

Япония как «родина» Киотского протокола внесла официальное предложение, что считает «целесообразными подготовку и подписание нового протокола, в то же время как альтернатива может рассматриваться вариант поправки к Киотскому протоколу». Таким образом, имеются следующие варианты: поправка к Киото, новое соглашение, поправка к тексту РКИК ООН (все они требуют от стран-участников последующей ратификации документа). В принципе новые обязательства могут быть приняты более просто – пакетом решений конференции РКИК ООН, что не требует ратификации. Однако это сильно ослабит обязательства и может рассматриваться лишь как крайняя мера.

Пока переговоры будут параллельно идти на двух площадках: на Специальной рабочей группе по долгосрочным мерам сотрудничества (AWG LCA<sup>3</sup>), где участвуют 189 стран – РКИК ООН; и на Специальной рабочей группе по Киотскому протоколу (AWG KP), объединяющей 183 страны. Фактически различие обусловлено положением США. Очевидно, что в какой-то момент AWG KP сольется с AWG LCA и новый орган будет готовить итоговый

текст. Возможно, это произойдет в июне, но скорее всего уже в Копенгагене.

В Познани наибольшие «баталии» шли между развивающимися странами и неевропейскими развитыми странами (США, Канада, Япония, Россия, Австралия). Развивающиеся страны требовали от развитых стран сильного (рекомендованного МГЭИК) снижения выбросов к 2020 г. *одновременно* с массивной финансовой и технологической поддержкой развивающихся стран. Развитые страны настаивали на нахождении компромиссного баланса между снижением ими выбросов, что также требует больших средств, и потоком помощи развивающимся странам.

В 2008 г., в отличие от прошлых лет, наступательную роль играли развивающиеся страны. Они выдвинули массу предложений и инициатив<sup>2</sup>. Например, Китай предложил архитектуру механизма передачи технологий. Ряд стран подтвердили свою готовность снижать выбросы (ЮАР, Мексика, Китай, Бразилия, Индия, Корея) при той или иной поддержке со стороны развитых стран. Они также дали развернутые предложения о том, как это может быть сделано на практике, например, через систему международного утверждения и финансовой поддержки национальных планов. Важнейшим полем переговоров стало обсуждение источников средств. Норвегия и ряд других стран выдвинули идею аукционов по продаже квот на выбросы. Швейцария отстаивает идею глобального углеродного налога. Китай и Индия предлагают резкое усиление традиционных каналов финансирования через систему ООН. Ряд стран говорит о введении отчислений с авиабилетов и морского бункерного топлива.

В «коридорах Познани» говорилось о «традиционных» уловках в ООН, например, о повторной встрече 15-бис весной–летом 2010 г., желательно там же в Копенгагене, о «синхронизации» 15-бис со встречей «Восьмерки» в Канаде и т.п. Важно подчеркнуть, что никакие подобные варианты не должны ослаблять Соглашение с экологической точки зрения.

Текст соглашения прежде всего будет закреплять принципы сотрудничества и объявлять о механизмах и финансовых инструментах. Детали должны быть разработаны позже как «подзаконные» акты. Однако этот текст невозможно представить без приложений, где бы были прописаны численные обязательства по снижению и ограничению выбросов развитыми странами.

**Главное – экологическое качество Соглашения, четкие и жесткие обязательства. Соглашение должно зажечь «зеленый свет» на пути к решению глобальной стратегической задачи – к 2050 г. в 2 раза снизить выбросы парниковых газов.**

## Основные выводы

«Изменение климата – это самый большой экономический просчет, который когда-либо видел мир и который взаимодействует с другими экономическими ошибками»

Николас Стерн

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

Действия не смогут быть успешными без определения долгосрочных целей. Научные исследования показывают, что этой целью должно быть прекращение роста глобальных выбросов парниковых газов и их снижение в 2 раза к середине века. Тогда возможно избежать наиболее тяжелых последствий.

Рыночные механизмы, новые низкоуглеродные технологии, а также меры по энергоэффективности и энергосбережению обладают высоким потенциалом снижения выбросов парниковых газов.

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

Ниже приведены основные выводы данного обзора.

- В последние годы научными исследованиями с достоверностью более 90% (для естественных наук это означает наивысшую степень достоверности) установлено, что нынешнее изменение климата в значительной мере вызвано антропогенными факторами. В XXI в. антропогенные выбросы парниковых газов стали главной причиной изменения климата.
- В России и некоторых других странах изменение климата может привести к неттоположительному эффекту, но только при глобальном потеплении в среднем на 1–2°C. Повышение средней температуры более чем на 2°C ведет к отрицательным последствиям для всех стран без исключения.
- Главную опасность представляет дефицит пресной воды для миллиардов человек и множества видов животных и растений.
- В долгосрочной перспективе вероятность повышения средней температуры на 5°C и более достаточно велика – свыше 50%, и это очень опасно.
- При глобальном потеплении на 5–6°C к концу XXI в. экономические потери могут составить от 5% до 10% мирового ВВП в год. При ускоренном изменении климата ВВП на душу населения к концу XXI в. упадет в среднем на 20% от нынешнего уровня. Особенно пострадают наименее развитые страны и страны прибрежной зоны, находящиеся под угрозой затопления в случае повышения уровня моря.
- В то же время доказано, что рост выбросов не является неизбежным следствием экономического роста. При определенном уровне экономического развития (ВВП на душу населения 15–20 тыс. долл. США в ценах 2005 г.) рост экономики не приводит к увеличению выбросов парниковых газов на душу населения.

- Адаптация к изменению климата – лишь вынужденная мера, а решить проблему можно, лишь кардинально снизив выбросы.
- Сокращение выбросов и переход на низкоуглеродную модель развития является единственным адекватным ответом на глобальный вызов изменения климата. Необходимо удержать концентрацию парниковых газов на уровне 450–550 ppm, а для этого – снизить углеродоемкость мирового ВВП на 75–95%.
- Меры по сокращению выбросов должны включать в себя переключение спроса на низкоуглеродную продукцию и услуги, повышение эффективности использования топлива и энергии, разработку и внедрение низкоуглеродных технологий, в т.ч. основанных на возобновляемых источниках энергии, улавливание и захоронение углекислого газа, изменение земле- и лесопользования, предотвращение сведения лесов.
- Реализация мер по сокращению выбросов на 75% к 2050 г. обойдется примерно в 1% – 3,5% мирового ВВП в год.
- Переход к низкоуглеродной экономике будет связан с созданием новых секторов и рабочих мест, коренной перестройкой энергетики и других отраслей, развитием углеродного рынка. Среди прочего это приведет к уменьшению выбросов вредных веществ (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, твердые частицы), оказывающих негативное воздействие на здоровье населения. По оценкам, в этом случае будет иметь место не снижение, а, наоборот, рост мирового ВВП дополнительно на 1% в год.
- Чтобы справедливо распределить бремя сокращения выбросов между разными странами, предлагается следующее:
  - Развитые и наиболее сильные из развивающихся стран ограничивают свои выбросы абсолютным уровнем, отталкиваясь от выбросов базового года. Важно, чтобы в совокупности эти ограничения отвечали цели – к 2020 г. сократить выбросы на 25–40% ниже уровня 1990 г.
  - Остальные успешно развивающиеся страны берут на себя обязательства в виде относительно снижения выбросов на 10–30%. по сравнению с базовым сценарием. Развитые страны помогают им в этом технологиями и финансами.
  - Беднейшие страны при поддержке развитых стран предпринимают меры по адаптации к изменению климата.
- Мировое сообщество предпринимает сегодня серьезные усилия для ограничения и сокращения выбросов, основываясь на положениях Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола. Дальше других пошли страны Евросоюза, где с 2005 г. действует Европейская схема торговли выбросами, в рамках которой крупным компаниям-эмитентам, ответственным в совокупности за 40% выбросов, устанавливаются квоты на выбросы с правом продавать и покупать эти квоты, а также сбегать их и переносить на следующий год. Похожая схема применяется также в 10 штатах США и в провинции Новый Южный Уэльс в Австралии. Имеются частные инициативы бизнеса по добровольному ограничению выбросов, в том числе в России.
- Активно развивается мировой углеродный рынок. В 2008 г. оборот рынка достиг 122 млрд долл., в том числе оборот торговли сокращениями выбросов в рамках механизма чистого развития – 32 млрд долл. (1,6 млрд т CO<sub>2</sub>), в рамках совместного осуществления проектов – 1,1 млрд долл. (100 млн т CO<sub>2</sub>).
- Задачей нового соглашения «Копенгаген 2009» является «поворот» мировой экономики, прежде всего энергетики, к низкоуглеродной модели развития. Главное – экологическое качество соглашения, четкие и жесткие обязательства. Соглашение должно зажечь «зеленый свет» на пути к решению глобальной стратегической задачи – к 2050 г. снизить выбросы парниковых газов в 2 раза.

**Груз решения глобальной проблемы изменения климата неизбежно ляжет на мировую экономику, но можно и нужно минимизировать затраты. Надо использовать происходящие процессы, чтобы повысить конкурентоспособность российской продукции и ускорить технологическое перевооружение.**

**Нужна единая энергетическая и климатическая стратегии – взаимосвязанная и долгосрочная. Эта стратегия ускорит технологическое перевооружение, остановит рост, а затем снизит выбросы парниковых газов, поможет населению перейти на современный стиль потребления энергии и ресурсов.**

**Россия может извлечь выгоду из более сильного снижения выбросов в новом соглашении. В этом случае рыночные цены на разрешения на выбросы повысятся, будут созданы стимулы по широкомасштабному развитию проектов по снижению выбросов и проектов по поглощению CO<sub>2</sub> лесами.**

**Немаловажна и имиджевая роль сильных экологических обязательств. Забота об экологии и климате планеты становится неотъемлемым элементом внешней и внутренней политики любой высокоразвитой страны мира, любой современной компании и каждого цивилизованного человека.**

## Примечания

### Предисловие

1. UNFCCC. National Communications. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Росгидромет. 2008.
3. Stern. N. Key Elements of a Global Deal on Climate Change / The London School of Economics and Political Science. 2008. 56 p.

### 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. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет. 2008 г. [www.climate2008.igce.ru](http://www.climate2008.igce.ru)
3. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
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. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

9. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

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. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет. 2008 г. [www.climate2008.igce.ru](http://www.climate2008.igce.ru)
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. Россия и сопредельные страны: экологические, экономические и социальные последствия изменения климата. / WWF России, Oxfam, 2008, 64 с. [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)
5. Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения российской Арктики. ПРООН М., 2008. 28 с. [www.unrussia.ru](http://www.unrussia.ru)
6. 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)
7. «Гражданская Восьмерка», 2006. / Выступление руководителя Росгидромета А. И. Бедрицкого. Центр международной торговли. М., 2006. 10 марта.

### Глава 3

1. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет. 2008 г. [www.climate2008.igce.ru](http://www.climate2008.igce.ru)

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. Россия и сопредельные страны: экологические, экономические и социальные последствия изменения климата. / WWF России, Oxfam. М., 2008. 64 с. [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)

#### Глава 4

1. IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

2. Россия и сопредельные страны: экологические, экономические и социальные последствия изменения климата / WWF России, Oxfam. М., 2008, 64 с. [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)

3. 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.

#### Глава 5

1. IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет. 2008 г. [www.climate2008.igse.ru](http://www.climate2008.igse.ru)

3. Россия и сопредельные страны: экологические, экономические и социальные последствия изменения климата. / WWF России, Oxfam. М., 2008. 64 с. [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)

4. Воздействие изменения климата на российскую Арктику: анализ и пути решения проблемы. / WWF России. М., 2008. 28 с. [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)

#### Глава 6

1. Denmark, Renewable Energy Fact Sheet, European Commission, 23 January 2008/ Дания, Информационный бюллетень по возобновляемым источникам энергии, Европейская Комиссия, 23 января 2008 г. Кокорин А.О., Гарнак А., Грицевич И.Г., Сафонов Г.В. 2008. Экономическое развитие и решение проблемы изменения климата. Датское энергетическое агентство. Москва, 31 стр. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/278/>

2. Кокорин А.О., Гарнак А., Грицевич И.Г., Сафонов Г.В. 2008. Экономическое развитие и решение проблемы изменения климата. Датское энергетическое агентство. Москва, 31 стр. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/278/>

#### Глава 8

1. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/usr.htm>

2. По данным IEA WEO 2007, [www.iea.org](http://www.iea.org). Более детальные данные по развитым странам на 2005 г, охватывающие все парниковые газы (как с учетом лесов и землепользования, так и без), имеются на сайте РКИК ООН, [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int). Однако ввиду специфики системы отчетности в РКИК ООН, данные о выбросах развивающихся стран там имеются только на 1990-ые годы. См. также. Кокорин А.О., Гарнак А., Грицевич И.Г., Сафонов Г.В. 2008. Экономическое развитие и решение проблемы изменения климата. Датское энергетическое агентство. Москва, 31 стр. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/278/>

#### 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. См. также. Уточнение к Национальному докладу Российской Федерации об установленном количестве выбросов. 2008. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

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

4. Кожуховский И.С. (Агентство по прогнозированию балансов в энергетике), Климат и энергетика: проблемы и вызовы. Доклад на конференции «Глобальное изменение климата и углеродный рынок: проблемы, решения перспективы» Москва, Высшая школа экономики. 27 января 2009 г.

5. UNFCCC database. Common Reporting Format. Russian Federation. Submission 2008 v1.1 [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

6. Возобновляемая энергия в России: от возможности к реальности. МЭА, 2004.

#### Глава 10

1. РИА Новости, 13 декабря 2007 г., см. также на сайте Росгидромета [www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru)

2. Все документы РКИК ООН, решения, предложения стран, планы переговоров см. на сайте [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

3. Сокращения и термины, используемые в переговорах ООН по проблеме изменения климата, см. в специальном словаре на русском языке, см. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/290/>

## Список интернет-сайтов

### Сайты межправительственных организаций и официальных органов

**www.unfccc.int** – Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола. Архив документов и решений Конвенции, новости, данные о выбросах парниковых газов, официальные государственные доклады.

**www.wmo.ch** – Всемирная метеорологическая организация. Широкий спектр материалов и данных об изменениях климата, новости, прогнозы, ссылки на последние публикации.

**www.ipcc.ch** – IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Официальные доклады, вопросы идентификации изменений климата и их причин, прогнозы, оценка влияния на окружающую среду.

**www.iea.org** – Международное энергетическое агентство. Информация по вопросам эффективного использования энергии, возобновляемой энергии и др.

**www.meteorf.ru** – Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, прогноз погоды, информация о погодных явлениях, новости и пр.

**www.sternreview.org.uk** – британский сайт по экономике проблемы изменения климата. Доклад научной группы под руководством Николаса Стерна, 2006 г.

**www.britaininrussia.ru** – сайт Посольства Великобритании, где в частности имеются материалы по проблеме изменения климата на русском языке.

### Сайты научных и неправительственных организаций

**www.realclimate.org** – ведущий мировой сайт для научных дискуссий по проблеме изменения климата (поддерживается учеными Годдардовского института NASA, США). Новости, обсуждение любых дискуссионных вопросов, кроме политических. Вопросы и ответы.

**www.pointcarbon.com** – фактическая информация и аналитические материалы по текущему состоянию мирового углеродного рынка. Новостная лента, библиотека публикаций.

**www.nature.com/climate** – сайт журнала Nature, свободный доступ к очеркам и статьям по проблеме климата, информации и мнениям.

**www.wri.org/climate** – World Resource Institute (Институт мировых ресурсов). Информация по пробле-

ме изменения климата и путям ее решения, аналитические и справочные материалы.

**www.lib.noaa.gov** – Библиотека Агентства США по исследованию атмосферы и океана, широкий спектр материалов и данных об изменениях климата.

**www.panda.org/climate** – Всемирный фонд дикой природы – WWF International, климатическая программа. Информация о климатических событиях, влиянии изменений климата на экосистемы, программе WWF «Новая энергетика – новая жизнь» (PowerSwitch!).

**www.wwf.ru** – Всемирный фонд дикой природы – WWF России. Информация по широкому спектру проблем охраны природы, в том числе и о климатических событиях, влиянии изменений климата на экосистемы. Библиотека публикаций, в частности и по проблеме изменения климата

**www.greenpeace.org/russia/ru/** – сайт экологической организации Greenpeace, Россия. Широкий спектр острых экологических проблем, включая изменение климата и энергосбережение.

**www.oxfam.org** – сайт международной организации Oxfam International, проекты по борьбе с бедностью и решению острых социальных проблем, новости, публикации по широкому спектру социальных и экологических вопросов, включая изменение климата.

**http://greenpack.rec.org/ru** – интерактивная «Зеленая книга», учебный материал для школьников и учителей с наглядным изложением сути проблемы изменения климата и путей ее решения, методические материалы по проведению уроков.

**www.climatenetwork.org (CAN International) или www.climnet.org (CAN Europe)** – коалиция неправительственных экологических организаций – Climate Action Network, активно работающая на сессиях РКИК ООН, готовит к переговорным сессиям позицию и предложения. Выпуски газеты ECO, ежедневной выходящей во время переговоров и критически оценивающей их ход. Сайт **www.climnetcee.org (CAN Eastern Europe and Eurasia)**, включая Россию и все другие республики бывшего СССР, кроме балтийских стран), открытая электронная дискуссионная группа стран СНГ по вопросам климата и переговоров по РКИК ООН **can-eesca@googlegroups.com**

**http://ru.cop15.dk** – специальный сайт для освещения хода переговоров, работающий и на русском языке.



*for a living planet*

# 500 р.

ОДИН КОКТЕЙЛЬ  
ИЛИ ГОДОВОЙ ВЗНОС  
В ЗАЩИТУ КЛИМАТА?



Данная реклама является бесплатной

Любите природу? Помогите ее сохранить!

**995 00 00**

[www.wwf.ru/donate](http://www.wwf.ru/donate)

www.  
**wwf**  
.ru

**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 возобновляемых 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**