

Климат: поступать разумно и зарабатывать деньги

Капелька воздуха - Атмосферная ванна - Колеблющиеся молекулы - "Шуба" для Земли - Что мы не можем смоделировать - Защита климата приносит прибыль - Мы верим в Бога, все остальное - это информация - Больше чем эффективность - Почему ядерная энергия не способна помочь - Если в Карнатаке могут добиться этого - Почти каждый выигрывает

Из космоса Земля - голубая, потому что большая часть ее поверхности покрыта водой. Однако если бы не незначительные примеси некоторых газов в атмосфере, Земля была бы холодной ледяной белой пустыней, и жизнь, которую мы знаем, не могла бы существовать.

Ближайшая к нам надежная звезда излучает энергию во всех направлениях, и частичка этой энергии¹ падает на нашу планету. Вращаясь, совершая колебания и блуждая в невообразимо холодной Вселенной, Земля купается в солнечном тепле². Миллиарды лет этого космического "поджаривания на вертеле" взлелеяли огромное разнообразие живых форм и процессов, которые благодаря фотосинтезу и дыханию помогли возникновению атмосферы. Именно эта газовая оболочка поддерживает комфортные тепловые условия для нашей жизни.

Атмосфера Земли кажется безбрежной человеку, находящемуся под ее защитой, но астронавты и космонавты видят, насколько тонкой является эта оболочка на фоне черного необъятного космоса. Защитникам природы Жаку Кусто и Дэвиду Брауеру принадлежит полезное сравнение: если бы Земля была размером с яйцо, то объем всей воды на планете составлял бы лишь одну каплю; весь воздух, сжатый до плотности воды, составлял бы капельку в 40 раз меньшего размера; а вся пахотная земля представляла бы еле заметную пылинку. Эти капля, капелька и пылинка - все, что отличает Землю от Луны.

Поступающая солнечная энергия, около 2×10^{17} ватт, нагревает внешнюю атмосферу приблизительно в 14 000 раз сильнее, чем все ископаемое топливо, сжигаемое всеми людьми на Земле³. С учетом этого отношения количество расходуемого ископаемого топлива кажется незначительным. Однако фактически мы сжигаем, превращая в углекислый газ, примерно 6,5 млрд т углерода в год - углерода, который накапливался благодаря фотосинтезу в древних болотах в течение десятков миллионов лет, а затем был заперт в глубинах Земли в виде угля, нефти и природного газа⁴. Некоторые утверждают, что даже это количество незначительно по сравнению с гигантскими количествами углекислого газа, которые освобождаются в ходе естественного жизненного цикла. Действительно, в постоянном обмене между ростом зеленых растений и их окислением, перевариванием и распадом участвует в десятки раз больший ежегодный поток углекислого газа, чем освобождается при сжигании топлив. Однако добавление к естественным углеродным циклам даже относительно небольших количеств ископаемого углерода ведет к непропорциональному увеличению количества углекислого газа (CO_2) в атмосфере. Объяснение этого явления вы можете найти в вашей ванной⁵. Если вы заполняете вашу ванну точно с такой скоростью, с которой вода вытекает через сливное отверстие, потоки воды в ванну и из нее будут находиться в равновесии. Но если вы откроете кран хотя бы чуть-чуть больше, вода в вашей ванне в конце концов перельется через край.

Для CO_2 , который мы добавляем в атмосферу, имеется достаточно места, поэтому нет

¹ Доля полного излучения Солнца, улавливаемая диском Земли, составляет 3×10^{-10} .

² Земля также получает 0,018% своего тепла из своих недр, где оно возникает при радиоактивном распаде, и 0,002% от приливного трения (за счет энергии Луны) [143].

³ В 1990 г. ископаемое топливо обеспечивало 87% мирового коммерческого потребления первичной энергии [482].

⁴ Эти цифры не включают 0,5-2,5 млрд т за счет вырубки лесов и суммарного сокращения всей биомассы. Эти и другие данные, упоминаемые в нашем упрощенном введении в климатологию, можно найти в [273-276] и в последующих приложениях к этим публикациям.

⁵ Это сравнение предложено Маттиашем Шабелем.

опасности переполнения. Но по мере медленного накопления он начинает играть роль оконной рамы над нашей родной планетой. Атмосфера Земли, не считая водяного пара, содержит приблизительно 78% азота, 21% кислорода, 0,9% аргона и 0,039% незначительных примесей других газов. Азот, кислород и аргон не создают парникового эффекта, таким образом, 99% атмосферы практически не обеспечивают изоляции. Из главных естественных составляющих атмосферы только вода, углекислый газ и озон дают нам тепло. Молекулы этих трех газов характеризуются общим свойством - они имеют по три атома. Все молекулы поглощают энергию на частотах, соответствующих частотам их собственных колебаний. Простые двухатомные молекулы, такие как молекулы азота и кислорода, колеблются с высокими частотами, подобно жестким небольшим пружинкам, так что они поглощают лишь незначительную часть того избыточного тепла, которое покидает Землю в виде низкочастотного инфракрасного излучения. Напротив, CO_2 , H_2O и озон (O_3) поглощают тепловое излучение особенно хорошо, потому что их три атома создают триадную конфигурацию, которая может колебаться и вибрировать с частотой, соответствующей поглощению и переизлучению большей части инфракрасного излучения, испускаемого теплой Землей [273]. По той же самой причине другие трехатомные загрязнители, например закись азота (N_2O) и сернистый газ (SO_2), также являются активными парниковыми газами⁶.

Углекислый газ составляет лишь одну 2800 часть атмосферы. Даже столь малое количество CO_2 вместе с другими незначительными газовыми примесями делает поверхность Земли примерно на 15°C теплее⁷, так что даже относительно небольшая прибавка может значительно поднять температуру планеты. Перед промышленной революцией следовые газы (включая углекислый газ) составляли 0,028% атмосферы. С тех пор сжигание ископаемого топлива, вырубка лесов, распахивание прерии и другие антропогенные воздействия увеличили концентрацию CO_2 до 0,036%; это самый высокий уровень за последние 420 000 лет, и концентрация CO_2 устойчиво повышается на 0,5% в год⁸, хотя выбросы слегка уменьшились в 1998 г.

Эта концентрация имеет значение, потому что энергия от раскаленного добела Солнца представляет собой смесь примерно половины видимого света и половины невидимого инфракрасного теплового излучения. Если бы атмосфера не содержала парниковых газов, почти вся солнечная радиация, падающая извне на атмосферу, достигала бы поверхности Земли и быстро улетучивалась бы обратно в космос. Именно по этой причине безвоздушная Луна так холодна: она поглощает солнечную энергию в 4 раза лучше, чем Земля (в частности потому, что Луна не имеет облаков), но ее поверхность в среднем на 17°C холоднее, потому что у Луны нет атмосферы, которая могла бы удерживать тепло. В отличие от этого атмосфера Земли, подобно суперокну, относительно прозрачна для большей части солнечного излучения, но почти непрозрачна для самого длинноволнового инфракрасного излучения, которое переизлучается поверхностью Земли обратно в космос. Атмосфера удерживает это тепло подобно полупрозрачному одеялу. Результирующий обмен энергией между атмосферой и Землей на 47% больше, чем энергия, прибывающая от Солнца; именно поэтому температура поверхности Земли составляет в среднем приблизительно 15°C , а не -18°C и именно поэтому на Земле возможна жизнь. Несколько сотых долей процента углекислого газа в атмосфере играют решающую роль в этом тепловом балансе.

Нагретая поверхность Земли стремится излучить тепло обратно в космос так же, как горячий заварной чайник излучает тепло и постепенно охлаждается до температуры воздуха на кухне. Повышение содержания углекислого газа в воздухе подобно помещению чайника в стеганный чехол: это удерживает тепло. Но это особенный заварной чайник - он все время находится на плите, потому что солнечное тепло добавляется ежедневно. Если печь продолжает добавлять тепловую энергию с постоянной скоростью, то чем лучше чехол сохраняет тепло, тем горячее становится чай. Атмосфера работает таким же образом. Предположим, что мы добавляем в атмосферу больше CO_2 , улавливающего тепло. Тогда большее количество идущего вверх инфракрасного излучения поглощается, переизлучается вниз и нагревает поверхность Земли.

⁶ Некоторые из наиболее качественных и доступных описаний истории и теории глобального потепления можно найти в работах [525, 603].

⁷ Это не означает, что воздух становится теплее. Поскольку переизлучение вниз тепла, уловленного атмосферным углекислым газом, нагревает поверхность Земли, оно в равной степени охлаждает атмосферу, за исключением приповерхностного слоя воздуха.

⁸ Примерно 30% этого повышения в период 1850-1990 гг. были обусловлены такими изменениями в землепользовании, как сведение лесов и уменьшение экологического многообразия, а остальное - промышленностью. Из общего повышения 65% дали развитые страны, в которых сегодня живет одна пятая населения Земли [20].

Воздух над поверхностью также нагревается, это приводит к повышению количества водяного пара, что сопровождается усилением парникового эффекта и, возможно, увеличением облачности. В зависимости от высоты, широты и других факторов эти дополнительные облака могут способствовать дополнительному нагреву Земли под ними или ее охлаждению, когда поступающий солнечный свет отражается от облаков. В любом случае большее количество водяного пара в воздухе означает увеличение количества осадков⁹. Более горячий воздух заставляет водный цикл и механизмы погоды работать быстрее, что делает грозы более сильными, а дожди - более частыми. В среднем глобальное потепление на каждый градус Цельсия ведет к повышению глобального количества осадков примерно на 2%, но в некоторых местах это повышение окажется намного больше.

В течение прошлого столетия, по мере того как накапливающиеся парниковые газы дополнительно улавливали в среднем по 2-3 ватта теплового излучения на каждый квадратный метр земной поверхности, ее температура повысилась примерно на полградуса Цельсия [242, 275, 605]. К удивлению климатологов, за один лишь 1998 г., самый жаркий год за все время регистрации температуры начиная с 1860 г., а по косвенным данным - и самый жаркий за последнее тысячелетие, средняя температура Земли подскочила еще на 0,14° С и превысила среднюю температуру для периода 1961-1990 гг. приблизительно на 0,7 °С. Каждый из 12 месяцев вплоть до сентября 1998 г. демонстрировал новый рекорд среднемесячной температуры за все время наблюдений [553].

Семь из десяти самых жарких лет за последние 130 с небольшим лет имели место в 90-х годах, а остальные - после 1983 г., несмотря на такие мощные компенсирующие факторы, как извержение вулкана Пинатубо, минимум солнечной активности и истощение стратосферного озона, одного из парниковых газов. В 1998 г. по крайней мере 56 стран пострадали от серьезных наводнений, в то время как 45 стран поразила засуха, в результате которой обычно не подверженные пожарам тропические леса дымились от Мексики до Малайзии и от Амазонки до Флориды [197]. Интуитивные ощущения многих людей, что погода меняется и становится более неустойчивой, подтверждаются метеорологическими измерениями. Весна в Северном полушарии начинается на неделю раньше; высота, на которой температура атмосферы опускается ниже нулевой отметки, возрастает почти на 45 м в год; ледники отступают почти всюду [380].

Нагревание поверхности Земли изменяет каждый аспект климата, особенно поведение теплового двигателя, который непрерывно перемещает целые моря воздуха и воды, как в бурлящем горячем супе. Некоторая часть поверхности нагревается, другая становится холоднее, в одних местах влажность повышается, в других уменьшается, на них становится суше. Структура дождей смещается, а если дождь идет, он, как правило, более сильный, чем раньше. Более теплая Земля, по-видимому, также усиливает изменчивость погоды, причем число и серьезность чрезвычайных явлений всех видов возрастают. Никто не знает точно, какую форму примут эти изменения, особенно в конкретном месте, но некоторые из общих тенденций уже очевидны.

Например, повышение температуры океанов может приводить к смещению и изменению течений, более частым и разрушительным тропическим ураганам и тайфунам, образованию более частых или более интенсивных явлений Эль-Ниньо*. Более теплые океаны убивают коралловые рифы (которые в здоровом состоянии потребляют и таким образом связывают CO₂). Нагретый океан может фактически испускать больше CO₂, так же как это происходит, когда вы открываете бутылку газированной воды, нагретую Солнцем. Это важно, потому что океаны содержат приблизительно в 60 раз больше CO₂, чем атмосфера. Более теплая почва, особенно в высоких широтах, ускоряет разложение растений, выделяя больше CO₂. Это также означает, что почва становится суше и, следовательно, растительный покров изменяется. В любой конкретной экосистеме увеличение содержания CO₂ ускоряет рост тех растений, которые способны лучше всего усваивать CO₂, но за счет других растений. Это непредсказуемо изменяет состав популяций растений, а следовательно, и популяций животных, и почвенной биоты. Новые типы растений также изменяют способность почвы поглощать солнечный свет и удерживать дождевую воду. Это может приводить к эрозии под действием более сильных дождей. Выжженные леса, неправильные методы выпаса скота и запоздалые дожди увеличивают количество пожаров в лесах и на полях,

⁹ Воздушный столб в среднем содержит количество водяного пара, эквивалентное 2,5 см дождевых осадков. Этот водяной пар удаляется из воздуха, выпадая в виде осадков, и пополняется благодаря испарению каждые 11 дней.

* Эль-Ниньо - теплое сезонное течение в восточной части Тихого океана (у берегов Эквадора и Перу). В отдельные годы усиливается и вызывает катастрофические ураганы и наводнения. - Прим. переводчика.

приводят к росту выбросов углерода и задымления, как это было в Юго-Восточной Азии и Австралии в 1997-1998 гг.

Когда планета улавливает больше тепла, это ведет к усилению конвекции, которая переносит избыточное тепло из экваториальных областей в полярные (потоки тепла из более горячих в более холодные области), так что изменения температуры оказываются большими вблизи полюсов, чем в средних широтах. Увеличение температуры вблизи полюсов означает колебания снегопадов, рост таяния полярных шапок и ледников (пять антарктических ледяных щитов уже распадаются) [579] и более интенсивное облучение суши и океанов. Свободные ото льда океаны, будучи темными, поглощают больше солнечного тепла и поэтому не так легко замерзают вновь. Рост стоков высокоширотных рек понижает соленость океана. Это может привести к смещению течений, включая Гольфстрим, который делает северную Европу необычно уютной для ее широт, соответствующих широте Гудзонова залива, и течение Куроисио, которое аналогичным образом согревает Японию [299]. Повышение температуры океанов ведет к подъему уровней морей, поскольку лед на Земле тает, а более теплая вода расширяется; уровни морей повысились в XIX в. примерно на 10-25 см. В более теплых океанах, по-видимому, растут число и сила штормов, увеличиваются потери прибрежных заболоченных земель, которые являются морскими питомниками, растет число прибрежных наводнений. "Тридцать крупнейших городов мира, - пишет Юджин Линден, - находятся около побережий; повышение уровня океанов на один метр... означало бы серьезный риск примерно для 300 миллионов людей" [334]. Это относится и к 16% территории Бангладеш - страны, две трети которой оставались под водой большую часть лета 1998 г.

Теперь рассмотрим вклад других следовых газов, которые также поглощают инфракрасное излучение. Метан выделяется болотами, угольными пластами, утечками природного газа, бактериями в кишечнике крупного рогатого скота, термитами и многими другими источниками. Его концентрация повысилась, начиная с XVIII столетия, от 700 до 1720 частей на миллиард и возрастает со скоростью приблизительно 1% в год. Метан - парниковый газ, влияние которого в расчете на одну молекулу в 21 раз сильнее, чем CO_2 . Влияние закиси азота - в 100 с лишним раз сильнее, чем CO_2 ; влияние CFC (синтетические газы, выбросы которых уже постепенно сокращаются, потому что они уничтожают стратосферный озон) - в сотни или тысячи раз сильнее; их частично или полностью фторированные заменители - в сотни или десятки тысяч раз. Озон и закись азота вблизи поверхности Земли, знакомые составляющие смога, также поглощают инфракрасное излучение. Все вместе эти газы обеспечивают эффект улавливания тепла, составляющий примерно три четверти от эффекта, создаваемого одним CO_2 .

Многие следовые газы могут вступать в химические реакции с другими газами и друг с другом, при этом возникают новые газы. Образующиеся в итоге 30 с лишним веществ могут участвовать больше чем в 200 известных реакциях. Эти реакции протекают по-разному при различных высотах, широтах, сезонах, концентрациях и, конечно, температурах, на которые в свою очередь воздействует само присутствие этих газов. Растворимость различных газов в океанах или их реакции с океанской водой также зависят от температур, концентраций и течений. Более теплые океаны, например, содержат меньше нитратов, что замедляет рост поглощающего углерод фитопланктона. Если высокоширотная тундра станет значительно теплее, льдоподобные соединения, называемые метановыми гидратами и располагающиеся глубоко под слоем вечной мерзлоты и в прибрежной зоне Арктики, могут в конце концов начать таять с выделением огромных количеств метана - в 10 с лишним раз больше, чем его нынешнее содержание в атмосфере. Однако задолго до этого даже небольшие изменения уровня воды в прибрежных болотистых зонах Арктики могут увеличивать выделение из них метана в 100 раз. В то же время масса холодного воздуха над Северным полюсом может стать еще более холодной и более устойчивой, способствуя протеканию разрушающих озон химических реакций, которые могут уничтожить до 65% арктического озона - более значительная потеря, чем имела место в Антарктике [539].

На передачу тепла между Солнцем, небом и Землей воздействуют не только прозрачные газы и облака, но также пыль от вулканов, пустынь и сжигания ископаемого топлива. Большинство пылевых частиц, как и облака сульфатных частиц, которые также возникают при сгорании ископаемого топлива, имеет тенденцию частично компенсировать улавливание тепла CO_2 . До настоящего времени в глобальном масштабе пыль по приблизительным оценкам устраняла потепление, создаваемое всеми парниковыми газами, кроме CO_2 .

Атмосфера, океан, почва, растения и живые системы взаимодействуют друг с другом

бесчисленными сложными способами, не все из которых известны, а многие еще не полностью поняты. Большинство взаимодействий нелинейно, а некоторые, по-видимому, неустойчивы. Современные компьютерные модели достаточно развиты, чтобы хорошо моделировать некоторые исторические изменения климата, но они далеки от совершенства, и их усовершенствование займет больше времени, чем осуществление глобального эксперимента с климатом, который уже идет [525]. Многие ученые предполагают, что относительно малые изменения некоторых сил, которые приводят в действие климатические процессы - прежде всего рост концентрации CO_2 , - особенно, если эти изменения происходят достаточно быстро, могут вызывать большие и внезапные изменения мирового климата (например, благодаря смещению океанских течений). Такие изменения могут даже привести к началу ледникового периода в ближайшие десятилетия: похоже, что подобное случалось прежде и поэтому возможно и ныне, но такие ситуации сложны для надежного моделирования.

Некоторые ученые полагают, что имеется ряд еще неизвестных механизмов, стабилизирующих климат. Однако ни один существенный механизм пока не найден, и все многообещающие кандидаты отпадали один за другим. Вместо этого почти все известные механизмы обратной связи для климата, по-видимому, положительные: рост температуры порождает дальнейший рост температуры. Остается много неопределенностей, но эти неопределенности подстерегают с двух сторон. Проблема климата может быть менее серьезна, чем опасения большинства ученых, но она может оказаться и значительно серьезнее. Истощение стратосферного озона оказалось серьезнее, чем предполагали: над Антарктикой была неожиданно обнаружена "озоновая дыра", которая быстро увеличивалась. Это потребовало чрезвычайных действий в 80-х годах, направленных на постепенное прекращение производства соединений, вина которых в разрушении озона была доказана - хлорфторуглеродов и нескольких родственных веществ, в том числе используемых в огнетушителях.

Не вызывает сомнения, что состав атмосферы изменяется теперь под влиянием человеческой деятельности быстрее, чем он изменялся когда-либо в течение последних 10 000 лет. Из существующего состояния наших знаний следует, что даже если уровни эмиссии будут уменьшены и окажутся несколько ниже, чем в 1990 г., мы будем по-прежнему постепенно приближаться к концентрации CO_2 , примерно в 3 раза превышающей доиндустриальный уровень. Если страны мира хотели бы стабилизировать атмосферу в ее существующем плачевном состоянии, они должны немедленно сократить эмиссию CO_2 примерно на три пятых. Чтобы вернуться к доиндустриальному уровню, мы должны были бы быстро уменьшить эмиссию в несколько раз по сравнению с текущим значением. Дальнейшие исследования могут обнаружить повышенные запасы прочности, облегчая достижение этой амбициозной цели, но они могут оказаться и ниже предполагаемых, ужесточая условия задачи. Пока никто не знает возможного "безопасного" уровня эмиссии или "безопасного" предела изменения концентрации CO_2 в атмосфере. Ясно лишь то, что происходящие сейчас преобразования являются частью опасного глобального эксперимента и что их воздействие на системы жизнеобеспечения планеты, каким бы оно ни было, может оказаться необратимым.

Уже достигнуто широкое научное согласие, подтверждающее существование потенциально серьезной проблемы климата [273-276]. Приблизительно 99,9% квалифицированных ученых мира - специалистов по климату согласны, что поглощающие инфракрасное излучение газы, которые человечество в результате своей деятельности выбрасывает в атмосферу, - причина для беспокойства, если не теперь, то скоро. Большинство полагает, что эти выбросы, по-видимому, уже начинают разрушать климат Земли в заметной степени. Множество остающихся неопределенностей в выводах ученых оставляет простор для предположений относительно того, что, как и когда может случиться, не говоря уже о влиянии этих событий на людей и другие формы жизни. Все эти проблемы энергично обсуждаются тысячами ученых-климатологов, потому что наука работает именно так: из дискуссий, наблюдений, гипотез, экспериментов, ошибок, открытий, новых дискуссий и переоценки результатов в конечном счете рождается истина. Непрофессионалы, которым не нравится то, что предсказывает наука, или им не понятен научный процесс, могут легко ухватиться за какую-то деталь этих дискуссий и заключить, что наука о климате - слишком незрелая и сомнительная дисциплина, и ее выводы весьма неоднозначны. Но они не правы.

Однако терминология и результаты научных дебатов о климате в конечном счете не имеют значения. Благодаря революции в производительности ресурсов действия и требования, необхо-

димые для защиты климата, выгодны для бизнеса уже сейчас, независимо от того, к каким выводам придет наука, и от того, кто первым примет меры. Доводы о том, что уменьшение скорости выбросов парниковых газов было бы слишком дорого и вредно для экономики, ставят проблему с ног на голову. Устранение угрозы нашему глобальному климату стоит меньше, а не больше.

Новые рамки дебатов о климате

19 мая 1997 г. Джон Брауни, руководитель нефтяной компании "Бритиш Петролеум", в то время третьей по величине в мире, а ныне - второй по величине, заявил в Стэнфордском университете: "Сегодня существует единство мнений ведущих ученых мира и серьезных и хорошо информированных людей вне научного сообщества о том, что человечество оказывает заметное влияние на климат и что имеется связь между концентрацией углекислого газа и увеличением температуры". Он продолжил: "Мы должны теперь сосредоточиться на том, что может и что должно быть сделано, не потому, что мы убеждены в происходящих изменениях климата, а потому, что такую возможность нельзя игнорировать" [67]. Очевидно, формулировка "что должно быть сделано" относится главным образом к необходимости прекратить повышение и начать снижение скорости сжигания ископаемых топлив, источника 84% американской и 75% мировой энергии [463]. Господин (теперь Сэр Джон) Брауни далее объявил, что "Бритиш Петролеум" увеличила инвестиции в солнечную технологию, которая, как ожидается, достигнет заметного прогресса в ближайшие десятилетия. Эта инициатива в области проблем климата и альтернативных источников энергии позднее нашла последователей в лице нескольких других нефтяных компаний.

Тремя месяцами ранее восемь Нобелевских лауреатов, первыми из примерно 2700 коллег-экономистов, высказали то, что следовало из всех основных научных исследований: рыночно ориентированная политика, направленная на защиту климата путем сбережения энергии, может поднять жизненный уровень американцев и даже принести пользу экономике [15, 485]. На их заявление почти не обратили внимания. Вместо этого Глобальная коалиция климата, индустриальное лобби во главе с угольной промышленностью, заполнила эфир предположениями, которые испугали почти всю прессу и Сенат США, о том, что защита климата была бы непомерно дорогостоящей. В результате перспектива необходимости уменьшения эмиссии углерода вызвала тревогу и сопротивление многих представителей бизнеса, которые опасались, что это повредит их доходам и росту.

Как утверждал в "Ньюсуик" экономический комментатор Роберт Дж. Сэмьюэльсон, "это было бы политическим самоубийством предпринимать что-либо серьезное по отношению к климату... Так что трезвые политики учатся обходить стороной эту дилемму" [512]. Согласно получившему широкую поддержку мнению Сэмьюэльсона, эмиссия углерода могла бы быть сокращена только при условии, что компании должны будут платить налог в размере примерно 100 долл. за каждую метрическую тонну выброшенного в атмосферу углерода. Даже в этом случае, предупреждает он, столь обременительный налог лишь помог бы уменьшить эмиссию в 2010 г. до уровня 1990 г. Таким образом, "без крупного прорыва в альтернативной энергетике - ядерной, солнечной или какой-либо еще - никто не знает, как понизить эмиссию, не вызвав краха мировой экономики". Конгресс, писал Сэмьюэльсон, "не станет огорчать избирателей попытками достижения гипотетической цели, реальность которой не очевидна. А если Соединенные Штаты не станут этим заниматься, что говорить о других странах".

Сэмьюэльсон, подобно многим бизнесменам, полагает, что защита климата дорого стоит, потому что широко известные (хотя и не общепринятые) экономические компьютерные модели говорят, что это так. Немногие люди понимают, однако, что согласно этим моделям уменьшение выбросов углерода обойдется дорого, *потому что это предположение заложено в сами модели*. Это предположение, выдающее себя за факт, столь широко использовалось как входная предпосылка для считавшихся авторитетными моделей, которые надлежащим образом выдавали его на выходе в качестве решения, что его часто считали непогрешимым.

Менее хорошо известно, что другие экономические модели дают противоположный ответ, исходя из более реалистических предположений (учитывая положения международных соглашений и фактические задачи американской политики), а не из гипотетических условий для

наихудших случаев. Более того, множество не учитываемых эмпирических данных, включая исследования, поддержанные правительством [277, 278, 309, 312, 359], и результаты мировой деловой практики говорят совершенно о другом, дают более позитивный ответ, чем любая из теоретических моделей. Как показано в предыдущих главах, технологические прорывы, которые ищет Сэмьюэлсон, уже произошли. Америка могла бы экономить 300 млрд долл. в год на счетах за энергию, используя существующие технологии, которые обеспечивают те же самые или лучшие услуги по сегодняшним ценам. Таким образом, климат Земли может быть защищен *не с затратами, а с прибылью* - точно так же, как многие отрасли промышленности, которые уже превращают затраты на выполнение требований по охране окружающей среды в прибыль от предотвращения загрязнений.

Америка сталкивается, как сказал Уинстон Черчилль, с непреодолимыми возможностями. Поскольку имеются практические способы уменьшить озабоченность по отношению к климату и сэкономить больше денег, чем стоят эти меры, почти не имеет значения, считаете ли вы изменения климата серьезной проблемой или нет: эти шаги должны быть предприняты просто потому, что они делают деньги. Следующие возможности могут превратить изменения климата в ненужный пример неэкономного, расточительного использования ресурсов¹⁰:

Значительно больше половины угроз климату связано с выбросами CO₂ при сжигании ископаемого топлива. Этих угроз не будет, если потребители станут расходовать энергию эффективно и экономно. С другой стороны, многие из этих угроз исчезнут, если заменить высокоуглеродные ископаемые топлива (уголь и нефть) низкоуглеродными (природный газ) или не ископаемыми углеродными топливами (биомасса или другие возобновляемые источники) и если ископаемые топлива преобразовывать в электричество более эффективно. Все эти дополнительные подходы в большинстве случаев выгодны. Вообще, дешевле сэкономить топливо, чем покупать его, независимо от вида топлива. Более того, даже неэффективно используемое низкоуглеродное топливо и некоторые безуглеродные топлива становятся все более конкурентоспособными по сравнению с нефтью и углем.

Еще примерно четверть угроз климату связана с углекислым газом и незначительными примесями других газов, которые содержатся в почве, деревьях и другом биологическом капитале и попадают в воздух благодаря эрозии почвы, заготовкам леса, неумелому ведению пастбищного скотоводства, сельского или фермерского хозяйства. Эта проблема может быть решена введением методов сельского хозяйства и лесоводства, которые не высвобождают углерод из почвы, а, наоборот, отбирают углерод из воздуха и помещают его туда, куда следует. Большинство методов сохранения почвы и улучшения ее структуры одновременно уменьшают эмиссию других парниковых газов, особенно метана и закиси азота, из биологических источников. Эти превосходные методы в целом не менее экономичны, чем истощающие почву химически зависимые методы [357,408]. С их помощью все климатические выгоды достигаются, по крайней мере, экономически безубыточно.

Остальная часть климатических угроз почти исчезает, если заменить хлорфторуглероды новыми веществами, что необходимо в соответствии с ратифицированным и функционирующим глобальным соглашением, Монреальским договором 1988 г., направленным на защиту стратосферного озонового слоя, от которого зависит вся жизнь на Земле. Благодаря индустриальным инновациям, эти заменители, в том числе с малым парниковым эффектом или совсем без него, теперь работают так же или лучше, чем их предшественники, и, как правило, стоят примерно столько же или меньше. Подобные возможности существуют для всего диапазона улавливающих тепло синтетических газов, отличных от углекислого газа¹¹.

В декабре 1997 г. представители правительств стран мира встретились в Киото, Япония, для обсуждения договора, положившего начало серьезному отношению к изменениям климата.

Его детали, которые будут разработаны и, вероятно, усилены в предстоящие годы, создают рамки, в которых снижениями выбросов любого существенного парникового газа - углекислого

¹⁰ Детальное обоснование каждого из этих положений, за исключением новейших результатов, например, по гиперавтомобилям, можно найти в 188 ссылках, приведенных в работе [357]. Многие более ранние, но по-прежнему полезные ссылки содержатся в работе [359], опубликованной на десять лет раньше.

¹¹ Например, лишь в 1990-1996 гг., когда заработки и цены акций "Дюпона" взлетели вверх, компания уменьшила вдвое эмиссию парниковых газов на единицу продукции, главным образом благодаря снятию с производства хлорфторуглеродов, ведущим производителем которых был "Дюпон". В течение 1996-2002 гг. компания планирует в 2 с лишним раза уменьшить эмиссию остальных парниковых газов на своих заводах, продолжая снижать парниковый эффект на единицу выпускаемой продукции [315]. За первые шесть месяцев работы всего на одном заводе в Техасе "терминатор", который превращает закись азота в чистый воздух, сэкономил 3 млн т CO₂. Это равноценно устранению с дорог 3 млн автомобилей. В то же время фирма "Монсанто" обнаружила в 1997 г., что закись азота не только нежелательная примесь, угрожающая климату, но и ценный реагент для превращения бензола в фенол с конкурентоспособной ценой - классическое превращение лимона в лимонад.

газа, метана, закиси азота и трех видов соединений фтора - можно торговать компаниям и странам между собой при согласованных национальных максимумах эмиссии. Задача США - уменьшить суммарную эмиссию в 2010 г. до значения, на 7% ниже уровня 1990 г. Страны, которые хотят выбрасывать какого-либо газа больше, чем разрешает их квота, смогут покупать разрешения на выбросы по рыночной цене у тех, которые выбрасывают меньше. Как на любом рынке, торговля подразумевает, что прежде всего будут покупаться наименее дорогие пути уменьшения выбросов углерода. Это означает, что вы можете предпринять инициативы типа более эффективного использования энергии или восстановления лесных массивов и получить за это дополнительную оплату, продавая сокращения выбросов углерода брокеру. Улучшения сельского и лесного хозяйства, обеспечивающие снижение выбросов CO₂, закиси азота и метана, также идут в зачет согласно торговым правилам Киотского протокола. Таким образом, такие "стоки" углерода, как посадки деревьев и формирование верхнего почвенного слоя, могут приносить устойчивый дополнительный доход, стимулируя восстановление окружающей среды. Устранение CO₂ путем его закачивания в безопасные подземные резервуары также станет выгодным делом.

Набор возможностей защиты климата столь велик, что через какое-то время они могут догнать и даже превзойти темпы экономического роста¹². В течение первой половины XXI в., даже если глобальная экономика вырастет в 6-8 раз, уменьшение нормы выбросов углерода при сжигании ископаемого топлива может составить от одной трети до девяти десятых от современного уровня [349]. Это - результат мультипликативного сочетания четырех видов действий. Переход к природному газу и возобновляемым источникам энергии с такой скоростью, которую считают вероятной планировщики компании "Шелл", сократил бы на 1/2 - 3/4 долю углерода ископаемого топлива в каждой единице первичной использованной энергии. Эффективность преобразования этой энергии в поставляемые формы, особенно в электроэнергию, может тем временем повыситься по крайней мере наполовину благодаря современным электростанциям и улавливанию тепла отходящих газов. Эффективность преобразования поставленной энергии в желательные услуги также увеличится примерно в 4-6 раз, если усовершенствования просто продолжатся со скоростью, которая была характерна в Соединенных Штатах и других странах для тех исторических периодов, когда люди уделяли этому внимание¹³. Наконец, удовлетворение, получаемое от каждой единицы энергетического обслуживания, может остаться неизменным или может удвоиться благодаря поставке услуг более высокого качества и меньшего количества нежелательных услуг. Все эти четыре устойчивые, долгосрочные усовершенствования выгодны и уже в процессе разработки. В сочетании со способами хранения или уменьшения содержания других парниковых газов это позволит достигнуть не просто скромного набора предварительных целей Киотского протокола, но решить также и значительно более важные задачи, чтобы стабилизировать климат Земли.

Мы верим в Бога, все остальное – информация

Общепринятое предположение об уменьшении доходов вводит в заблуждение: считают, что более эффективные средства стоят дороже, дешевые сбережения будут быстро истощены, и эффективность - это истощающийся, а не расширяющийся ресурс. Однако фактический опыт говорит о другом.

В 1981 г. отделение компании "Доу Кэмикл" в штате Луизиана с 2400 рабочими начало поиски упущенных сбережений. Инженер Кен Нельсон [412] организовал на уровне цеха конкурс предложений по экономии энергии, которые должны были обеспечить по крайней мере 50%-ную прибыль на инвестированный капитал. В первый год 27 проектов дали в среднем прибыль на

¹² Известны шесть газов, эмиссию которых можно уменьшить или аккумулировать их. Для этого применяются многие методы - повышение эффективности, изменение технологических процессов и т.п. Некоторые методы обеспечивают несколько видов экономии по цене одного вида [357].

¹³ Увеличение в 4-6 раз за 50 лет предполагает среднегодовой рост на 2,8-3,6%. В действительности американцы ежегодно уменьшали расход первичной энергии на доллар реального ВВП на 3,4% в 1979-1986 гг. Предварительные данные, без учета поправок на погоду, для короткого периода 1997-1999 гг. указывают на то, что сравнительно быстрая экономия, возможно, начинает опять входить в жизнь, на этот раз не за счет цен, а благодаря мастерству, вниманию и конкурсу.

инвестированный капитал, равную 173%. Нельсон был поражен и предполагал, что это лишь счастливая случайность. Однако на следующий год 32 проекта дали в среднем 340% прибыли. Почти 900 осуществленных за 12 лет проектов, представленных рабочими, дали в среднем 204% прибыли (оценки были сделаны на основе анализа 575 проектов). В последующие годы и прибыль, и экономия возрастали - средняя окупаемость упала с шести месяцев до четырех, потому что инженеры приобретали опыт быстрее, чем они исчерпывали самые дешевые возможности. К 1993 г. весь набор реализованных проектов ежегодно приносил акционерам "Доу" 110 млн долл.

Почти каждый ответственный за закупку нового оборудования предполагает, что более энергоэффективная модель будет дороже. На практике тщательное исследование фактических рыночных цен показывает, что даже на уровне компонентов многие технические устройства - двигатели, клапаны, насосы, холодильники и т.п. - не обнаруживают какой-либо корреляции между эффективностью и ценой [263, 266, 391]. Например, американский двигатель мощностью 100 л.с. с КПД 95,8% может быть дешевле, чем идентичная модель с КПД 91,7% [266]. Но если вы не знаете этого и предполагаете, в соответствии с предсказаниями экономической теории и технических справочников, что эффективные модели всегда стоят дороже, тогда вы вряд ли купите более эффективную модель. Легко подсчитать стоимость не получения всего лишь одного эффективного двигателя. Если же это происходит непрерывно, то при использовании электроэнергии, которая стоит 5 центов за киловатт-час, просто умножьте потенциальный выигрыш в КПД в процентах на мощность двигателя в лошадиных силах. Полученный результат умножьте на 50 долл. Это даст вам грубую оценку того, сколько долларов вы просто не сумели добавить к доходам вашей компании (за длительный период, но в виде единой суммы - так называемой "приведенной стоимости"). В этом примере неспособность выбрать наиболее экономичный двигатель мощностью 100 л.с. обойдется компании в 20 000 долл. Многие фабрики содержат сотни таких двигателей. Это лишь верхушка гигантского айсберга. Двигатели потребляют три четверти электроэнергии в промышленности и несколько больше американской первичной энергии, чем автотранспортные средства. Это потребление высоко сконцентрировано: приблизительно половина всей электроэнергии для двигателей расходуется 1 млн самых больших двигателей, и три четверти - 3 млн. Поскольку большие двигатели расходуют за каждые несколько недель количество электроэнергии, эквивалентное по стоимости капитальным затратам на их покупку, переход к более экономичным моделям быстро окупится. Добавление еще 30 с лишним усовершенствований, оптимизирующих КПД системы двигателей в целом, обычно экономит около половины энергии с примерно 190% ежегодной прибыли на вложенный капитал за вычетом налогов [191, 360].

На уровне отдельного компонента или фабрики в целом проявляется неожиданно большой потенциал возможного повышения энергетического КПД почти в каждом приложении. Выгодные и подтвержденные на практике усовершенствования, дающие выигрыш в 4, 10 раз или больше, были описаны в предыдущих главах для коммерческих и жилых зданий и оборудования, освещения, отопления, охлаждения, насосного оборудования и вентиляции. Возможности экономии углерода велики в широком диапазоне отраслей промышленности [270] - от микрочипов до картофельных чипсов, от нефтеперерабатывающих заводов до литейных цехов, и этот выигрыш дополнительно усиливается благодаря резкому сокращению потоков материалов для обеспечения тех же самых услуг. Эти возможности более продуктивного использования поставленной энергии могут также сочетаться с поставками энергии, полученной при малых расходах углерода и более эффективными способами [351]. Такое сочетание при изготовлении микрочипов позволяет с выгодой сократить выбросы CO₂ в расчете на один чип примерно на 99% [166]. В масштабах экономики в целом лишь два усовершенствования в области поставки энергии помогли бы Америке почти достигнуть целей Киотского протокола:

Электростанции Америки превращают топливо, главным образом уголь, в среднем в 34% электроэнергии и 66% тепла отходящих газов. Бросовое тепло равно полному потреблению энергии в Японии, второй в мире страны по уровню экономики. Напротив, Дания получает две пятых своей электроэнергии от комбинированных установок по производству тепловой и электрической энергии, которые улавливают и используют тепло (предполагается, что эта доля увеличится до трех пятых к 2005 г.). В этом случае 61% топлива, расходуемого силовой установкой, преобразуется в полезную работу. Американская фирма "Триген" поступает еще лучше: маленькие, имеющиеся в продаже турбины производят электроэнергию, а сбросное тепло повторно используется для других нужд. Подобная система теперь обеспечивает энергией, отапливает и охлаждает большую часть центра города Тулса, штат Оклахома. Такая теплоэлектроцентраль с производственным и отопительным ис-

пользованием тепла может увеличить КПД системы примерно в 2,8 раза. Она использует 90-91% энергии, содержащейся в топливе и, следовательно, обеспечивает очень дешевое электричество (от 0,5 до 2 центов за киловатт-час). Широкое внедрение только этого новшества везде, где это возможно, уменьшило бы общее количество эмиссии CO₂ в Америке примерно на 23% [90].

Индустриальные предприятия, потребляющие топливо и энергию, могут также перепродавать сбросное тепло другим пользователям в пределах возможных расстояний [237] и с выгодой для себя сэкономить примерно до 30% энергии, потребляемой промышленностью США, или 11% всей энергии Америки.

Если эффективность недостаточна

Такие фирмы как "Бритиш Петролеум", "Шелл" и "Энрон" активно вкладывают капитал в возобновляемые источники энергии, и на это есть причины [284, 501]. Как советовала своим клиентам-инвесторам группа "Дельфи" в Лондоне, отрасли промышленности, связанные с альтернативными источниками энергии, не только помогают "возместить риски изменения климата", но также предлагают "более значительные перспективы роста, чем промышленность на углеродном топливе" [371]. Группа планирования фирмы "Ройял Дач/Шелл" считает "весьма вероятным", что в течение нынешней половины столетия возобновляемые источники энергии могут стать настолько конкурентоспособным товаром и так вырастут, что будут поставлять по крайней мере половину мировой энергии¹⁴. Даже сегодня возобновляемые источники энергии - самый быстро растущий источник в Европе [175], а Калифорния получает 9% электроэнергии от возобновляемых источников, не считая гидроэлектростанций [198]. Быстрее всего развивающиеся в мире технологии в области энергетики, опережающие даже энергосберегающие мероприятия, - это ветроэнергетика, рост которой составляет примерно 26% в год [65,463], и фотоэлектрические генераторы (солнечные батареи), ежегодный прирост использования которых в последнее время превысил 70%, по мере того как изготовители старались удовлетворить увеличивающийся спрос.

Эти и подобные результаты частного сектора соответствуют двум наиболее полным оценкам, выполненным правительствами Соединенных Штатов и других стран. В 1990 г. пять Национальных лабораторий США сообщили, что при справедливом соревновании плюс восстановленном приоритете научных исследований, а также при надлежащем учете экономических выгод от оздоровления окружающей среды возобновляемые источники энергии могли бы покрыть три пятых сегодняшних полных потребностей США в энергии по конкурентоспособным ценам. Возобновляемые источники могли бы даже давать на одну пятую часть больше электроэнергии, чем потребляют сегодня Соединенные Штаты [533]. В 1997 г. лаборатории усилили эти выводы [270].

Солнечный свет наиболее доступен в регионах, где живет большинство беднейших людей мира. Многочисленные научные исследования показали, что в любой части земного шара, за исключением полярных областей, эта свободно доступная возобновляемая энергия, если ее эффективно использовать, способна поддерживать хорошие условия жизни непрерывно, неопределенно долго и экономично на основе существующих технологий [283, 284, 359, 481, 547]. Потенциал солнечной фотоэлектрической энергии, раньше считавшийся нереализуемым, начинает утверждаться на рынке. Стоимость солнечных элементов упала на 95% начиная с 70-х годов и, как ожидается, понизится еще на 75% в следующем десятилетии благодаря поступательному развитию существующих технологий производства. Жители Бостона уже могут покупать электроэнергию от "Сан Пауэр Электрик" - полностью фотоэлектрической установки. Конкурсы на поставки энергии Муниципальной коммунальной службе в Сакраменто привели к заключению контрактов, которые сократили стоимость поставляемой солнечной электроэнергии до 9-11 центов за киловатт-час, эта цена конкурентоспособна с розничной ценой обычной электроэнергии для жилых домов [199]. Если оценить некоторые из множества видов "распределенных выгод", солнечные батареи рентабельны уже сейчас во многих случаях [356]. Служба электроснабжения Сакраменто находит даже, что дешевле присоединять уличные фонари к солнечным батареям, чем к существующим проводам. Большинство служб электроснабжения могли бы сократить выбросы

¹⁴ Shell Venster, Jan./Feb. 1998, газета по вопросам внешних сношений компании "Шелл", в которой говорится: "Для 2050 года вероятный сценарий - 50/50 для топлива и возобновляемых источников, поэтому нам пора выходить на этот рынок уже сейчас!".

углерода на целых 97%, применив солнечные батареи и другие прогрессивные возобновляемые источники со сравнимой надежностью и по существу неизменной стоимостью [284].

Тем временем парогазовые турбины с удвоенным КПД, половинной стоимостью и потреблением углерода, уменьшенным в 4 раза по сравнению с электростанциями на угле [465], постепенно захватили большую часть рынка поставок электроэнергии от новых электростанций. Их быстро догоняет новая темная лошадка в этой области - низкотемпературные полимерные топливные элементы, разрабатываемые также для гиперавтомобилей. Топливные элементы по крайней мере столь же эффективны, но бесшумны, чисты, надежны, масштабируются практически до любого желательного размера и в конечном счете могут снизить затраты в 5-10 раз по сравнению с парогазовыми турбинами [350, 607].

В отличие от этого, технологии в энергетике, которые являются продуктом государственных затрат и центрального планирования, развиваются слабо. Медленнее всего развивается в мире такой источник энергии, как ядерная энергетика - на 1% в 1996 г., без особых перспектив ускорения [176]. Глобальная производительность ядерных электростанций в 2000 г. составила десятую часть, а заказы на строительство новых станций составляют сотую часть от уровня самых низких официальных прогнозов, сделанных четверть столетия назад. Гражданская ядерная технология Америки стоит в целом триллион федеральных долларов и все же поставляет меньше энергии, чем древесина. Ядерная энергетика умирает под действием рыночных сил: журнал "Экономист" пишет об атомных электростанциях, что "ни одна из них, нигде в мире, не имеет коммерческого смысла" [174]. Единственный вопрос - скоро ли будет закрыта по крайней мере треть американских ядерных установок. Многие из них уже закрыты (число действующих станций снижается начиная с 1990 г., 28 из них были закрыты к концу 1998 г.), потому что затраты на эксплуатацию и ремонт делают их неконкурентоспособными. В глобальном масштабе более 90 ядерных установок были закрыты, проработав меньше 17 лет. Даже во Франции, мировом лидере в области зависимости от ядерной энергетике, ее развитие опережается в 2 раза не афишируемыми, незаметными, не получающими поддержки, но более рентабельными и эффективными источниками энергии.

Крах ядерной энергетике, которая одно время сулила большие надежды на замену сжигания угля, на первый взгляд может показаться шагом назад в защите климата. Но фактически это - хорошие новости. Поскольку ядерная энергетика - самый дорогостоящий способ замены ископаемого топлива, каждый доллар, потраченный на нее, снижает риск для климата в меньшей степени, чем тот же самый доллар, если потратить его на методы более эффективного использования энергии, потому что эти методы стоят гораздо меньше, чем ядерная энергетика [295, 296]. Например, если киловатт-час ядерной электроэнергии стоит 6 центов (оптимистично низкая оценка), а экономия киловатт-часа благодаря повышению КПД стоит 2 цента (пессимистически высокая оценка), то на 6 центов, потраченных на покупку одного ядерного киловатт-часа, можно было бы вместо этого купить 3 квт-ч сэкономленной энергии, сократив в 3 раза количество сжигаемого угля. Эта оценка показывает, почему инвестиции в ядерную энергетике не только не способствуют эффективному устранению угроз климату, но, напротив, препятствуют этому.

От фирмы до нации

Целые страны, особенно промышленно развитые, могут достигать большой экономии энергии и обеспечить ее поставки, не нанося заметного ущерба климату, просто путем сложения многих отдельных мелких достижений. В течение 1979-1986 гг., вслед за вторым нефтяным кризисом, Америка получила почти в 5 раз больше новой энергии за счет сберегающих технологий, чем от суммарного расширения поставок. В те годы страна получала на 14% больше энергии от Солнца, ветра, воды и древесины и на 10% меньше от нефти, газа, угля и урана. Экономика выросла на 19%, а полное потребление энергии сократилось на 6%. В 1986 г. эмиссия CO₂ была на одну треть ниже, а ежегодные затраты на энергию снизились приблизительно на 150 млрд долл. по сравнению со значениями, которые имели бы место при уровнях эффективности 1973 г. Только лишь сохранение того же темпа сегодня обеспечило бы достижение Америкой цели, поставленной Киотским протоколом, вовремя и с прибылью, а с учетом дополнительных возможностей результаты могли бы быть во много раз выше.

Весь этот внушительный прогресс в 80-х годах был только первым шагом на пути к результатам, которые возможны при широком применении рентабельных мер повышения эффективности. В 1989 г. Шведский государственный совет по энергетике опубликовал детальный и осторожный технический анализ потенциала Швеции в области экономии электроэнергии и тепла (которые Швеция часто производит совместно) [51]. По указанию руководителя совета, этот анализ не содержал обычной правовой оговорки о том, что он не отражает официальное мнение. Анализ показал, что если бы страна полностью использовала только энергосберегающие технологии середины 80-х годов, она могла бы сэкономить половину электроэнергии при средних затратах, составляющих 78% от стоимости производства дополнительной энергии. Принятие этой стратегии плюс переход к низкоуглеродным топливам и более широкому использованию электростанций на низкоуглеродном топливе позволили бы Швеции одновременно:

достигнуть прогнозируемого роста ВВП на 54% в течение 1987-2010 гг.,

закончить вывод из эксплуатации в соответствии с мандатом избирателей ядерной половины национальной электроэнергетики,

уменьшить выбросы углерода предприятиями коммунального обслуживания на одну треть,

уменьшить стоимость услуг электроэнергетики для частных лиц внутри страны почти на 1 млрд дол. в год.

Если это возможно в стране с энергоемкой тяжелой промышленностью, холодным и облачным климатом, стране, расположенной далеко на севере и входящей в число мировых держав, наиболее эффективно использующих энергию, то нации, не сталкивающиеся с подобными трудностями, очевидно, могут добиться более внушительного прогресса. Действительно, годом позже анализ, выполненный для индийского штата Карнатака, показал, что простые усовершенствования эффективности, маленькие гидроэлектростанции, комбинированное производство тепловой и электрической энергии при сжигании отходов сахарного тростника, производство метана из других отходов, небольшое количество природного газа и солнечные водонагреватели обеспечивают гораздо более масштабный и быстрый прогресс, чем плановое развитие государственной энергетики на основе ископаемого топлива. Такой подход требовал на две пятых меньше электроэнергии, стоил на две трети меньше и давал бы на 95% меньше CO₂ от ископаемого топлива [481]. Эти исследования в Индии и Швеции относились к совершенно различным типам обществ, технологий, климатов, благосостояния и распределения доходов. И все же оба исследования показали, что эффективность в сочетании с возобновляемыми источниками энергии способна удовлетворить потребности в энергии каждой из стран с меньшими затратами и пониженной эмиссией углерода. Подобные результаты получены во многих странах мира [84, 225, 277, 314, 359].

Исследования в Карнатаке обнаруживают ошибку критиков политики защиты климата, которые ссылаются на возрастающее население мира, множество отчаянно бедных людей и доказывают, что эти люди должны потреблять гораздо больше энергии, чтобы достигнуть приличного уровня жизни. Согласно этой точке зрения, изменения климата - проблема индустриальных стран, а сокращение эмиссии углерода развивающимися странами неизбежно нанесло бы ущерб их экономическому росту. Фактически же единственный путь, который могут себе позволить развивающиеся страны, чтобы повысить свой жизненный уровень, состоит в том, чтобы избежать расточительных методов промышленных стран. Вложение капитала сегодня в увеличение энергетического КПД сулит даже большие преимущества на Юге, чем на Севере, и отвечает более неотложным потребностям развития, потому что Юг в среднем использует энергию в 3 раза менее эффективно, и такая неэффективность гораздо непозволительнее для него, чем для Севера. Именно поэтому ведущие развивающиеся страны, включая Китай, без шума снижают выбросы углерода примерно вдвое быстрее в процентном исчислении по отношению к обязательствам, которые взяли на себя западные развитые страны, а возможно, и быстрее, чем Запад, даже в абсолютных значениях [198, 330, 482, 628].

Среди важнейших экономических преимуществ сосредоточения на производительности энергии вместо производства энергии - то, что строительство, например, фабрик по выпуску суперокон и эффективных ламп вместо электростанций и линий передачи требует примерно в 1000 раз меньших капиталовложений на единицу дополнительного комфорта или света, к тому же все эти производства значительно более трудоемкие [211]. Такие инвестиции на стороне спроса



Рис. 6. Реальные показатели энергетики США с 1975 по 1997 г. и два прогноза ее развития с 1975 по 2005 г.

также окупаются приблизительно в 10 раз быстрее, давая средства для повторного инвестирования и сокращая реальные потребности в капитале почти в 10 000 раз. Эта стратегия начинать с лучших покупок может высвободить для других разработок четвертую часть глобального капитала на исследования и разработки, в настоящее время расходуемого в секторе энергетики [354]. Важным способом поддержать этот подход было бы прекращение промышленными странами "передачи отрицательных технологий" путем экспорта устаревшего оборудования в развивающиеся страны. Дания недавно стала лидером в этом отношении, запретив экспорт технологий (таких как завод на угольном топливе для Индии), которые не считались бы экономичными и безопасными для окружающей среды на собственной территории страны. Компании и страны должны поступать так, как уже поступают некоторые находчивые американские предприятия коммунального обслуживания: скупайте устаревшие приборы и превращайте их в металлолом, потому что мертвые они стоят гораздо больше, чем живые. Распространение такого отказа на неэффективное старое промышленное оборудование было бы главным шагом по пути глобального развития [354].

Каков собственный опыт Америки в продвижении к надежной долгосрочной энергетике будущего? Диаграмма на рис. 6 показывает, что предложенный в 1976 г. "мягкий путь развития энергетики" уже реализуется. В то время энергетические отрасли промышленности резко критиковали еретическое предложение [337, 406], которое заключалось в том, чтобы вместо следования официальным прогнозам быстрого роста неэффективного использования энергии (верхняя кривая) Соединенные Штаты стабилизировали, а затем уменьшили потребление энергии, вылавливая и устраняя потери в преобразовании, распределении и использовании энергии (кривая, следующая за верхней). Тем временем эффективно используемые ископаемые топлива послужили бы мостом для перехода к возобновляемым источникам - "мягким технологиям", которые постепенно займут место ископаемых топлив. Примерно так и случилось. Реальное полное потребление энергии в США (третья кривая сверху) теперь фактически идентично этой траектории "мягкого пути": в области эффективного использования энергии и воды сбережения реализуются практически по расписанию. Однако потенциал эффективного использования энергии теперь гораздо выше, чем кто-либо мог предположить в 1976 или даже в 1996 г. Несмотря на падение цен на энергию и часто враждебную политику правительства, возобновляемая энергия показала свою эффективность. При сегодняшних даже более ярких перспективах на следующую четверть века цели естественного капитала в энергетике, намеченные этим графиком в 1976 г., - преуспевающая экономика, подпитываемая эффективно используемыми, доброкачественными и стимулирующими источниками энергии - теперь кажутся более достижимыми и выгодными, чем когда-либо.

Цены энергии, национальная конкурентоспособность и рынок

Компании теперь выбрасывают углерод в воздух и не платят за это (кроме счетов за топливо). Даже если бы они должны были платить и даже если бы не все страны должны были платить, ни американцам, ни кому-либо еще не следует бояться потерять конкурентоспособность на глобальных рынках по трем главным причинам: ценовые различия будут невелики, возникнет компенсация благодаря повышению эффективности, которую стимулируют эти меры, и это не заставит фирмы переехать в другие места [358].

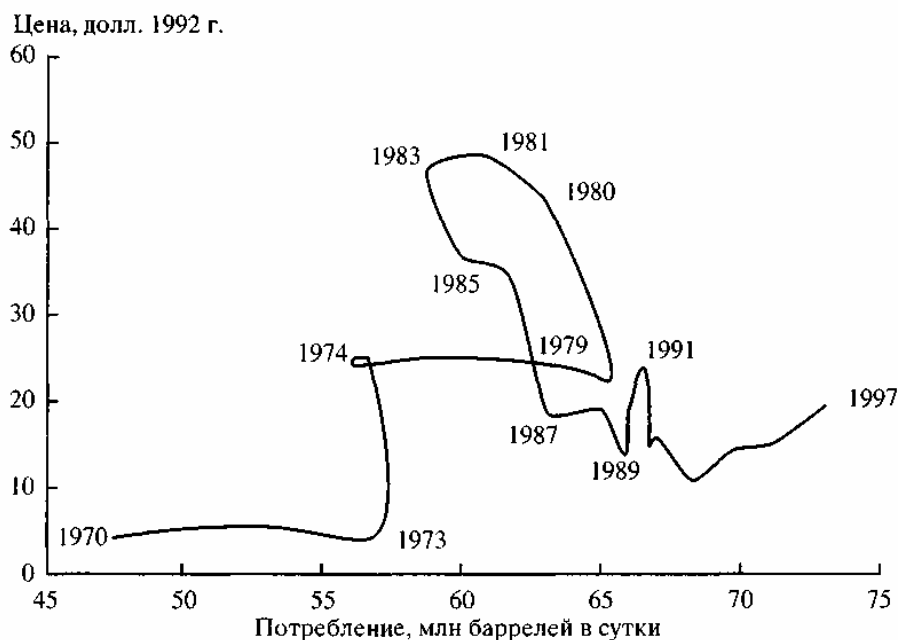


Рис. 7. Мировое потребление сырой нефти и ее реальные цены в 1970–1997 гг.

Рисунок взят из: USDOE, Annual Review of Energy, 1995. P. 301, 305, 365 (1997) and Web updates

Кроме того, основная предпосылка ошибочна: защита климата не требует более высоких цен энергии. Резкие повышения цен привлекают всеобщее внимание и привели к существенным изменениям в энергетической системе, начиная с 1970 года. На рис. 7 показано почти хрестоматийное соотношение во всем мире между ценой нефти и ее потреблением. Первый ценовой кризис в 1973 г. сократил темп роста потребления на 58%; второй в 1979 г. заставил сократить потребление, создав такой избыток поставок, что цены снизились, после чего потребление возобновило свой рост.

Между приблизительно 1975 и 1985 гг. новейшие американские устройства, потребляющие энергию, - автомобили, здания, холодильники, системы освещения и т.п. - удвоили свою эффективность. Многие предприятия коммунального обслуживания приобрели значительный опыт в поставке эффективной энергии своим потребителям¹⁵. Их успех обеспечил 35%-ный экономический рост, по существу, с нулевым ростом потребления энергии в течение 1973-1986 гг. Но в 1986 г. обвал цен на энергию замедлил дальнейшие сбережения [270] и фактически привел к застою в области эффективного использования энергии в США в течение следующего десятилетия. При этом ценовой сигнал был похож на переключатель, который сначала включил рост эффективности, а затем выключил его. С учетом этих данных легко предположить, что единственный способ вернуться к быстрой экономии энергии заключается в возврате к дорогой энергии [281, 312, 517, 586]. И все же цена - хотя и полезный, но не единственный доступный инструмент: эффективность использования энергии можно быстро улучшить, поднимая цены или

¹⁵ Например, в 1983-1985 гг. 10 млн человек, обслуживаемых компанией "Эдисон" в Южной Калифорнии, с помощью успешного финансового планирования, информации и других мер повысили эффективность использования электроэнергии так быстро, что если бы все американцы поступали так же, то в течение последующих десяти лет они каждый год снижали бы потребление энергии на 7%. Осуществление этих сбережений обошлось бы в 10 раз дешевле, чем строительство самых дешевых на сегодняшний день новых электростанций [191].

привлекая внимание, или тем и другим способом. Осторожные компании могут обратить внимание на ситуацию "без удара по голове" ценовым сигналом. Даже при дешевой энергии рост эффективности может восстановить свой прежний импульс благодаря сегодняшним лучшим технологиям, более продуманным методам поставки [586] и более энергичному воздействию конкуренции и защитников окружающей среды.

Важность не только цен, но и других факторов доказана опытом двух крупных американских городов [56, 358, 562]. С 1990 по 1996 г. городская осветительная компания Сиэтла, которая поставляет самую дешевую энергию среди всех крупных американских городов, помогала своим клиентам экономить электроэнергию с помощью разнообразных стимулов и образовательных программ. Более продуманные действия клиентов уменьшали их потребность в электроэнергии в периоды пиковой нагрузки почти в 12 раз быстрее, чем у населения Чикаго, и сокращали годовое потребление электроэнергии в 3600 раз быстрее, чем в Чикаго, хотя цены электроэнергии в Сиэтле приблизительно в 2 раза ниже чикагских. Это поведение - противоположность тому, что предсказали бы о соотношении цен обычные экономисты. Но это доказывает, что создание информированного, эффективного и экономичного рынка энергосберегающих приборов и методов может быть даже более мощным стимулом, чем просто ценовой сигнал. Иначе говоря, *цена менее важна, чем способность реагировать на нее*. (Обратное также справедливо: более высокие цены на энергию не обеспечивают автоматически крупной экономии энергии даже после продолжительного периода приспособления. Именно поэтому идентичные электрические приборы и методы преобладают в различных городах, где цены на электроэнергию различаются в несколько раз, и именно поэтому фирма "Дюпон" обнаружила идентичные потенциалы эффективности на своих американских и европейских заводах в 90-х годах, несмотря на то, что цены на энергию в Европе в течение длительного времени были вдвое выше) [554].

Большинство читателей, вероятно, уже задается вопросом, почему, если такие большие сбережения энергии и достижимы, и выгодны, они не везде реализованы. Простой и правильный ответ - свободный рынок, хотя он и эффективен, обременен многими трудно уловимыми несовершенствами, которые препятствуют эффективному размещению и использованию ресурсов. В следующих главах рассмотрены в деталях многие конкретные препятствия на пути использования энергии в сочетании с экономией денег. Но это также определяет разумную "сокрушающую барьеры" общественную политику и корпоративные подходы, которые могут превратить препятствия в возможности для бизнеса. Помня об этой необходимости заставить рынки работать должным образом, национальная политика в области климата уже подчеркивает потребность "сокрушить барьеры на пути к успешным рынкам и... создать стимулы для выхода на них", чтобы "защита климата несла с собой не затраты, а прибыль; не трудности, а выгоды; не жертвы, а более высокий уровень жизни" [107]. Как писал Джордж Дэвид, председатель компании "Юнайтед Текнолоджиз", "мы можем быть эффективны, намного более эффективны и в нашем производстве энергии и... в работе оборудования, потребляющего эту энергию... Парниковые газы - это проблема, и настало время для типичного и эффективного американского решения" [137] - разумного применения высокопродуктивных технологий.

Почти каждый выигрывает

Гораздо более эффективное использование энергии подразумевает, что будет продано меньшее количество ископаемого топлива, чем в случае если бы мы продолжали потреблять это топливо по текущим нормам. Снижение физических объемов продажи не обязательно означает снижение прибыли для продавцов топлива, но большинство продавцов боится, что они заработают меньше денег, чем ожидали, если спрос будет расти медленнее или стабилизируется, или даже начнет падать - что и произойдет, в конечном счете, из-за истощения ресурсов. Где это написано, однако, что угольные компании или страны ОПЕК имеют неотъемлемое право продавать все больше своей продукции или, как настаивают теперь апологеты ОПЕК и сама ОПЕК, получать компенсацию за потерянную прибыль, если ожидаемое повышение спроса замедлится или изменит свой знак?

Соединенные Штаты никогда не оказывали достаточной помощи рабочим или отраслям промышленности в переходные периоды, и, может быть, теперь самое время улучшить свою репутацию по отношению к предполагаемым изменениям в политике, обусловленным защитой

климата. Отказ в помощи шахтерам, общинам, страдающим от безработицы, и даже разочарованным акционерам привел бы к их выступлениям против мер, выгодных для общества в целом. Но эти меры должны принести достаточные доходы, чтобы позволить обществу, если оно выберет этот путь, облегчить их затруднения¹⁶. Фактически, политика в области климата угрожает рабочим местам шахтеров намного меньше, чем это имеет место со стороны угольных компаний, которые в течение 1980-1994 гг. ликвидировали 55% рабочих мест шахтеров, в то время как добыча угля повысилась на 25%. Компании продолжают сокращения с такой скоростью, что без всякого вмешательства политики в области климата более 9 тыс. шахтеров в год теряют работу.

Продуманная общественная политика может справиться и без труда справляется с гораздо большими потерями рабочих мест, чем эти [229]. Как писал профессор Стивен ДеКанио, старший экономист Совета экономических экспертов при Президенте Рейгане:

"... Экономика США создает от полутора до двух миллионов новых рабочих мест в год, в то время как суммарное число рабочих мест, создаваемых и теряемых в ходе нормального экономического процесса, - больше ... Если скорость потери рабочих мест в угольной промышленности даже удвоится, она все равно будет составлять меньше 1,5 процента от нормальной ежегодной суммарной скорости создания новых рабочих мест. Если бы не необходимость свести к минимуму затруднения потерявших работу шахтеров, это постепенное изменение в распределении рабочих мест между секторами промышленности не представляло бы проблемы для экономики, и было бы разумно включить поддержку для перехода рабочих на новые места (т.е. расходов на переквалификацию) как неотъемлемую часть национальной политики сокращения выбросов парниковых газов в каждой стране ...

Вместо угрозы рабочим местам уменьшение зависимости экономики от ископаемых топлив может рассматриваться как вложение капитала и возможность создания рабочих мест благодаря новым оборудованию и технологиям, которые для этого потребуются. Конверсию можно осуществить без какой-либо итоговой потери рабочих мест; роль политики состоит в том, чтобы минимизировать переходные затраты и гарантировать, что любые такие затраты не будут распределены непропорционально и не достанутся лишь узким слоям населения, например работникам угольной промышленности" [149].

Что касается акционеров, свободные торговцы могли бы сказать, что они предвидели включение климата в повестку дня (некоторые из нас говорили об этом начиная с 1968 г.) и поэтому раньше вложили капитал в природный газ, повышение эффективности или возобновляемые источники вместо добычи угля, а также в газопроводы вместо перевозок угля по железным дорогам. Если эффективное использование энергии стоит меньше, чем уголь, то уголь проиграет в честном соревновании, и ни один сторонник процветающей экономики не станет возражать против этого.

Но лучшим выходом, особенно для рабочих, было бы поощрить компании рискнуть и начать продавать более выгодную смесь меньшего количества топлива и большей эффективности его использования. Несколько нефтяных компаний и сотни электрических и газовых предприятий коммунального обслуживания уже успешно делают это, повышая как уровень обслуживания клиентов, так и собственные доходы. Именно эта логика привела такие компании как АВВ, ВР, "Дюпон", "Форд", "Норск Гидро", "Шелл", "Токио электрик" и "Тойота" к решению финансировать как внутренние, так и коллективные исследования в области защиты климата, не упуская при этом и свои собственные выгоды [101].

Защита климата для радости и прибыли

Правильное понимание практической технической экономики эффективного использования энергии и других возможностей стабилизации климата может дать почти всем сторонам дебатов о

¹⁶ Суммарный фонд заработной платы шахтеров-угольщиков США составляет около 5 млрд долл. Это меньше, чем сберегает неорганизованное повышение эффективности использования энергии за любой типичный год. Американцы платят около 24 млрд долл. в год за уголь. Если худшие ожидания шахтеров сбудутся и потребление угля сократится в 2 раза, американские потребители могли бы вернуть шахтерам всю потерянную зарплату и 9 млрд долл. еще осталось бы. (В качестве примера: потребители могли бы платить ежегодно за уголь на 11,5 млрд долл. меньше, платить 2,5 млрд долл. безработным шахтерам, и все же 9 млрд долл. оставалось бы.) Более строгие расчеты гораздо сложнее и менее наглядны, но дают примерно тот же ответ.

климате то, чего они добиваются. Те, кто волнуется относительно климата, могут видеть ослабление угроз. Те, кого это не интересует, тем не менее могут зарабатывать деньги. Те, кто беспокоится относительно затрат и трудностей перепроектирования их производств, будут вознаграждены за свои инвестиции. Те, кто хочет увеличения числа рабочих мест, роста конкурентоспособности и качества жизни, здоровья для общества и окружающей среды, персональной свободы и свободы выбора, могут также добиться всего этого. Уделяя внимание эффективному использованию энергии и защите климата в скотоводстве, сельском и лесном хозяйстве, основанных на естественных системах, мы можем ответственно и с пользой не только отвести угрозу от климата, но и справиться примерно с 90% загрязнений окружающей среды и угроз здоровью населения, таких как смог, выбросы аэрозолей, токсических веществ, стоки агрохимикатов и многое другое. Эти меры жизненно важны для сильной экономики, национальной безопасности [429], здоровья окружающей среды, устойчивого развития, социальной справедливости и мира, пригодного для жизни.

Прагматики предлагают иметь под рукой инструменты - и придать им центральную роль в экологической политике - для преобразования рынка, чтобы превратить климат в фактор бизнеса как дома, так и за границей. Эти меры могут, хотя это не нужно, включать подъем цен на энергию. (Фактически, и Киотский протокол, и политика администрации Клинтона в области климата исключали налоги на углерод, на которые нападали критики с двух сторон). Инновационная, рыночно ориентированная общественная политика, особенно на государственном и местном уровнях, может сосредоточиться в основном на сокрушении барьеров, т.е. на алхимии превращения препятствий в деловые возможности, чтобы помочь рынкам работать должным образом и вознаградить экономически эффективное использование топлива¹⁷. Эта стратегия потребовала бы значительно меньшего вмешательства в работу рынка, чем требуется теперь регулирующими правилами и стандартами. Это предполагает, что роль правительства заключается в том, чтобы регулировать, а не отчитывать, и что действующие лица рынка, направляемые ясными и простыми правилами, могут лучше оценить, что имеет смысл и что выгодно. (Два тысячелетия назад Лаоцзы справедливо советовал: "Управляйте большой страной так, как если бы вы жарили маленькую рыбу: не переворачивайте ее слишком часто".) Но мы должны следовать в правильном направлении - по пути наименьшего сопротивления и наименьших затрат, руководствуясь детальной и точной картой, на которой изображены барьеры, препятствующие в настоящее время эффективному использованию энергии. В следующей главе мы начнем рисовать эту карту.

Странная ирония скрывается за дебатами о климате. Почему те же самые люди, которые одобряют конкурентоспособные рынки в других сферах деятельности, по-видимому, не верят в их эффективность для экономии ископаемых топлив? Вспомним, что случилось в последний раз, когда возобладало такое мрачно-предвзятое отношение. В 1990 г., как раз перед тем, как Конгресс одобрил систему торговли для сокращения эмиссии двуокиси серы [435], - модель для международной структуры торговли, принятой в Киотском соглашении о климате семью годами позднее, - защитники окружающей среды предсказывали, что сокращения выбросов серы будут стоить приблизительно по 350 долл. за тонну, или в лучшем случае, как говорили оптимисты, 250 долл. Экономические модели правительства предсказывали значение 500-750 долл.; более высокое значение цитировалось чаще всего. Модели промышленности повышали эту ставку до 1000-1500 долл. и больше. Рынок налоговых скидок на серу стартовал в 1992 г. приблизительно с 250 долл. за тонну; в 1995 г. это значение снизилось до 130 долл.; в 1996 г. оно упало до 66 долл.; в 1999 г. было предложено вернуться к значению 207 долл. за тонну. Выбросы серы в масштабах страны упали на 37% только за прошлое десятилетие, несмотря на беспрецедентный экономический бум.

Короче говоря, жестокие дебаты в Конгрессе в 1990 г. относительно того, что предпринять для сокращений выбросов серы, давно забыты, потому что разработчики модели не смогли надежно моделировать экономические процессы. Важно то, что Конгресс установил эффективный механизм торговли, чтобы поощрить сокращения выбросов серы и вознаградить тех, кто первым добился успеха. В результате Соединенные Штаты в настоящее время на две пятых перевыполнили задачу по сокращению выбросов серы, *затратив небольшую долю запланированных средств*. Тарифы на электроэнергию, роста которых опасалась промышленность, упали на

¹⁷ Однако обширные европейские исследования показывают, что ценовые стимулы и рыночные преобразования могут интерактивно взаимодействовать и приводить к резкому подъему экономической эффективности и благосостояния до уровня, превышающего сумму отдельных частей [312].

одну восьмую, и все признаки говорят о том, что этот спад продолжится. Практически то же самое происходит с хлорфторуглеродами, замена которых, как предсказывали, приведет к краху экономики. Намеченные сокращения выбросов хлорфторуглеродов фактически превышались каждый год, без существенных затрат [149].

Гений частного предпринимательства и современных технологий уменьшил выбросы серы и хлорфторуглеродов на миллиарды долларов дешевле, чем с помощью правительственного регулирования. Этого можно добиться снова теперь, когда Конференция в Киото приняла принцип поощрения международного соревнования, чтобы сэкономить как можно больше углерода по самой низкой стоимости. Киотский протокол направил стратегическое послание бизнесу: обратите внимание на сокращение выбросов углерода, и это улучшит ваши итоговые показатели. В залах заседаний во всем мире здравомыслящие руководители уже планируют: если мы примем участие в торговле углеродом, какую выгоду может извлечь из этого наша компания? [88,352] Крупнейший производитель химикатов в Америке, "Дюпон", уже ответил на этот вопрос. В то время как Соединенные Штаты неохотно соглашались в Киото сократить ежегодную эмиссию парниковых газов к 2010 г. на 7% по сравнению с уровнем 1990 г., технологи "Дюпона" планировали, как было недавно объявлено, что их фирма к 2000 г. сократит свои выбросы до величины, "намного меньшей, чем половина" уровня 1991 г. Эти сокращения ведут к прямой экономии - каждая тонна исключенной эмиссии углерода (или его эквивалента) до сих пор сэкономила "Дюпону" в итоге более 6 долл., но что более важно, в рамках торговой системы Киотского протокола "Дюпон" сможет заработать пригодные для продажи квоты эмиссии, которые в будущем способны принести фирме миллиарды долларов чистого дохода [127]. Кроме того, многие фирмы в родственных отраслях исследуют другие возможности бизнеса, не связанные с сокращением стоимости энергии или торговлей выбросами: завоевание доли рынка реализацией "безопасных в климатическом отношении" изделий¹⁸, как уже успешно делают некоторые поставщики электроэнергии¹⁹.

Имеются веские основания предполагать, что рамки, принятые в Киото в 1997 году для торговли сокращениями выбросов углерода, будут более привлекательны, чем те, которые были установлены Конгрессом в 1990 г. для торговли сокращениями выбросов серы. Прежде всего торговля углеродом будет основываться главным образом на том, как эффективно множество конечных пользователей применяют свои ресурсы. Разрешения на покупку и продажу выбросов серы были учреждены для предприятий коммунального обслуживания, и возможности конкурировать в области эффективного использования энергии с сокращениями выбросов из дымовых труб были ограничены. Однако в торговле углеродом будет разрешено участвовать фабрикам, городам, фермам, владельцам ранчо, лесникам и несметному числу других пользователей, потребляющих или сберегающих углерод. Кроме того, экономия углерода, в отличие от экономии серы, по-настоящему выгодна, потому что экономия топлива стоит меньше, чем его покупка.

Гипотеза о том, что экономия углерода окажется более дешевой, чем экономия серы (или, в действительности, будет иметь отрицательную стоимость благодаря снижению расходов на топливо), - эмпирическая и поддается проверке. Проверка началась. К концу 1998 г. более десяти частных брокеров уже торговали сокращениями выбросов углерода. Не обращая внимания на пререкания дипломатов по поводу деталей международных правил торговли, торговцы просто делали то, что они умеют делать: на скорую руку разработали свои правила, способные защитить их собственные финансовые интересы. Сколько же времени потребовалось на размышления крупным торговцам, прежде чем они приобрели достаточный опыт фактических рыночных сделок, чтобы предвидеть реальную стоимость целей, установленных Киотским протоколом? От 12 до 18 месяцев [352]. Таким образом, задолго до того, как лица, проводившие переговоры по вопросам климата, и политические деятели решили, как осуществлять торговлю углеродом, рынок просто "перепрыгнул через переговоры" и установил реальную цену. Это опровергает мрачные теоретические экономические модели (которые вызывают столько политических трений в переговорах о защите климата) с помощью снимающего все вопросы рыночного испытания.

Всего лишь за 50 лет мировые ежегодные выбросы углерода возросли в 4 раза. Но еще через 50 лет проблема климата, возможно, изгладится из памяти, как это уже произошло с энергетическим кризисом 70-х годов, потому что изменение климата не является неизбежным результатом нормальной экономической деятельности, а представляет собой свидетельство выполнения этой

¹⁸ Climate Neutral Network, c/o Sue Hall, 509/538-2500, suehsea@gorge.net.

¹⁹ Например, Green Mountain Power, PO Box 850, South Burlington, VT 05402, 802/660-5672, www.gmpvt.com.

деятельности нерациональными и неэффективными способами. Защита климата поможет сэкономить деньги для всех нас - в том числе и для шахтеров, которые заслуживают справедливого вознаграждения в переходный период; сбережения энергии в национальном масштабе позволят финансировать 100 таких переходных периодов.

Если мы будем использовать энергию таким способом, который экономит деньги, и предоставим инициативе надлежащее место в авангарде здравых решений, проблема изменения климата перестанет угрожать нам, она станет лишней, что принесет огромные финансовые выгоды обществу.