

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И.И. ПОЛЗУНОВА

КАФЕДРА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

Реферат по Экологии

Выполнил



Юрий Сударьков
9-ИСЭ-61, ФИТиБ
21 июня 1999 г.

Руководитель

ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление	2
Что такое парниковый эффект?	3
Предполагаемые последствия	8
Новый ледниковый период.....	8
Всемирный потоп или агропромышленный рай	9
Так страшен ли черт?.....	10
Адиабатическая теория парникового эффекта	10
Всесильный парниковый эффект	12
Принимаемые меры	15
Сокращение выбросов в атмосферу в рамках государств ЕС	15
Встреча в Киото и торговля квотами на выбросы тепличных газов	15
Литература	18

ЧТО ТАКОЕ ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ?

Еще в 1827 году французский физик Жозеф Фурье предположил, что земная атмосфера играет роль стекла в теплице, пропуская солнечное тепло к земле и не давая ему испариться обратно в космос. Он был прав – этот эффект достигается благодаря некоторым атмосферным газам. Они пропускают видимый свет, излучаемый солнцем, но поглощают инфракрасное излучение, имеющее более низкую частоту и образующееся при нагревании земной поверхности солнечными лучами. Если бы этого не происходило, Земля была бы примерно на 30 градусов холоднее, чем сейчас, и жизнь бы на ней практически замерла.

Наиболее четко проследить механизм парникового эффекта можно на примере Венеры. Хотя Венера и не самая близкая к Солнцу планета, безусловно, она самая горячая в Солнечной системе. И на Венере и на Земле коротковолновое и инфракрасное излучение проходит через атмосферу, нагревает поверхность и уходит обратно, но уже имея большую длину волны. На Земле некоторая часть этого инфракрасного излучения (тепла) задерживается атмосферой, вызывая так называемый парниковый эффект. На Венере этот эффект проявляется практически полностью, потому что почти все тепло задерживается атмосферой.

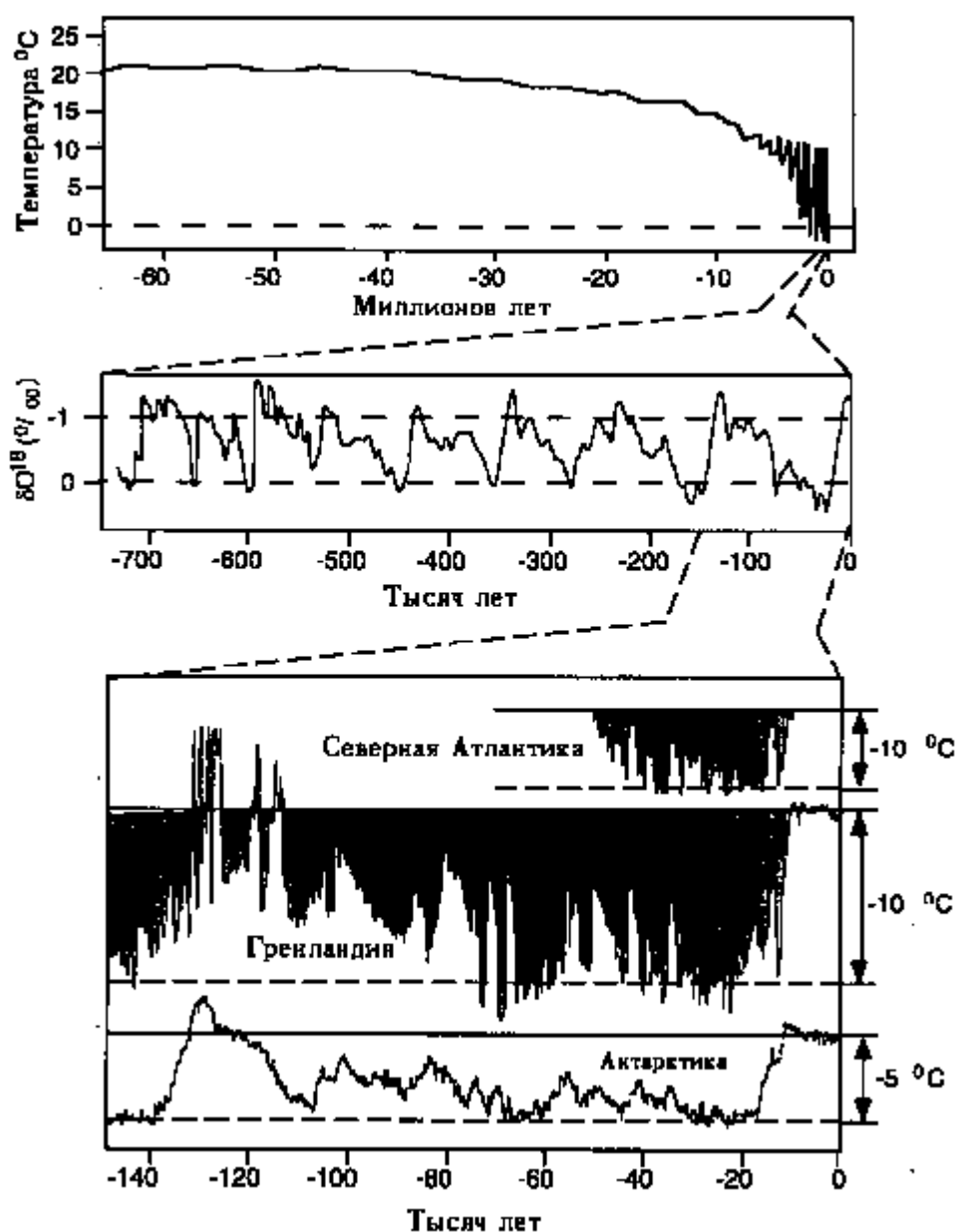


Рисунок 1 – Парниковый эффект «в разрезе»

Оценки специалистов показывают, что нынешнее увеличение содержания углекислого газа на 30% эквивалентно увеличению потока энергии на 2.45 Вт/м^2 , что составляет 0.7% Солнечной энергии, достигающей поверхности Земли. Это примерно в 70 раз больше, чем прямой нагрев поверхности от сжигания энергоносителей. Климатические модели предсказывают, что к 2050 году, если «все будет по-прежнему», парниковый эффект возрастет до $5\text{-}6 \text{ Вт/м}^2$, что составит 1.5% от Солнечной энергии и, следовательно, будет сравним с масштабом естественных изменений, приводивших в геологическом прошлом к глобальным климатическим изменениям.

Последние 5 млн. лет климатической истории характеризовались возрастающей изменчивостью климата. Это видно из рисунка 2, на котором показаны временные зависимости средней температуры на разных временных шкалах. Постепенное охлаждение Земли, происходившее в течении последних 60 млн лет, около 5 млн лет назад сменилось режимом, характеризующимся регулярными колебаниями температуры с периодом около 120 тысяч лет. Амплитуда таких пилообразных колебаний $5\text{-}10^\circ\text{C}$. Каждый цикл начинался с относительно быстрого потепления и последующего теплого периода, длящегося 10-20 тысяч лет. Следующие 100 тысяч лет температура постепенно уменьшалась, достигала своего минимума и затем снова быстро возрастала.

100-тысячелетнее уменьшение температуры сопровождалось осцилляциями с меньшей амплитудой и периодом около 20 тысяч лет, которые приводили к периодическому росту и отступлению ледников в северном полушарии – ледниковым периодам. Последний и наиболее холодный ледниковый период был 20-30 тысяч лет назад. В это время граница ледника опускалась до широты северной Франции. На рисунке 2 видна корреляция между поведением температуры в северном и южном полушариях, из чего можно заключить, что 20-100-тысячелетние колебания температуры связаны с глобальными изменениями климата.



**Рисунок 2 – Палеоклиматические данные
для температуры поверхности Земли**

Что же является причиной периодических изменений температуры? Однозначного ответа пока нет. Есть лишь несколько гипотез: периодическое изменение светимости Солнца, прохождение Солнечной системы через пылевые облака, столкновения с астероидами и, наконец, периодические изменения орбиты Земли и наклона Земной оси. Последняя теория, которая называется механизмом Миланковича, считается наиболее достоверной – эллиптичность орбиты Земли и прецессия ее оси вращения

имеют основные периоды – 100, 40 и 20 тысяч лет – хорошо коррелирующие с периодическими изменениями температуры.

Большее беспокойство у человека-индустриального должны вызывать более частые колебания температуры с периодом всего 1-2 тысячи лет, которые видны на более тонкой временной шкале на рисунке 2. Удивительное свойство этих осцилляций – наличие резких фронтов, напоминающих фазовые переходы. Если это не «шум» в измерениях, то некоторые изменения температуры с амплитудой 10°C происходили менее, чем за сто лет. На рисунке 2 можно найти события, во время которых средняя температура в месте измерения падала на 10°C, оставалась на этом уровне около 2000 лет, и затем также быстро возвращалась обратно. Имеются дополнительные данные, показывающие, что последнее потепление, которое происходило около 11-12 тысяч лет назад, было очень быстрым. Тогда средняя температура в центральной Гренландии выросла на 7° в течении нескольких десятилетий, а изменения температуры сопровождались еще более быстрой сменой распределения осадков и перестройкой циркуляции атмосферы. Возможно, что память поколений хранит воспоминания об этом событии как о всемирном потопе.

Что же происходило с содержанием углекислого газа во время периодических колебаний температуры и каким образом это влияло на зеленые растения? Оказывается, что концентрация CO₂ тоже сильно менялась вслед за изменением средней температуры и площадей ледников. 20 тысяч лет назад, во время последнего ледникового минимума, концентрация углекислого газа была вдвое ниже преиндустриального уровня, а затем, следуя быстрому увеличению температуры, также быстро возросла. Как выяснилось, низкое содержание углекислого газа само по себе существенно повлияло на растительный покров даже в тропиках, где похолодание во время ледникового периода было не так велико, как в высоких широтах. Существует и точка зрения, что увеличение концентрации углекислого газа после потепления привело к увеличению продуктивности зеленых растений и сделало возможным земледелие и, как следствие, нынешнее развитие цивилизаций.

Таким образом, в относительно недавнем прошлом на Земле происходили быстрые климатические изменения с характерным масштабом времени, сравнимым со временем жизни одного поколения. Такие климатические изменения должны рассматриваться как глобальные катастрофы, способные оказать серьезнейшие воздействия на инфраструктуру современного общества. Судя по прошлым 120 тысячам лет климатической истории, мы находимся сейчас в конце теплого периода и в дальнейшем температура должна начать постепенно уменьшаться. Повторится ли этот естественный цикл или же влияние человека уже слишком велико и нас ожидает резкое потепление с полным таянием полярных льдов и очередным «всемирным потопом»? Даже в том случае, если климатические воздействия выбросов окажутся меньше, чем мы сейчас предполагаем, удвоение концентрации CO_2 должно вызвать существенные изменения в биосфере. Сколько точно времени потребуется для того, чтобы выбросы CO_2 привели к серьезным экологическим последствиям, мы пока не знаем, но можем предположить, что в случае, если «все будет по-прежнему», это обязательно произойдет.

ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Новый ледниковый период

В современной модели климата учитывается взаимодействие тепла Земли, облаков и океанических течений. Это, конечно, не упрощает составление климатических и экологических прогнозов, так как спектр потенциальных угроз климату становится все шире.

Своевременное поступление сведений об испарении воды, образовании облаков и характере океанических течений позволяет, используя данные об обогреве Земли, делать долгосрочные прогнозы их изменений.

Все большую угрозу представляют собой вихревые бури – циклоны. Но и гигантская «насосная» система Мирового океана, которая зависит от низких полярных температур и как мощнейший насос «перекачивает» холодные глубинные воды в сторону экватора, угрожает прекратить свою работу. А это означает, например, что при отсутствии холодного течения теплый Гольфстрим постепенно перестанет течь на север. Поэтому всерьез обсуждается парадоксальная идея о том, что в результате сильного парникового эффекта при изменившемся характере течений в Европе снова наступит ледниковый период.

Вначале океан будет реагировать слабо. Однако местами будут наблюдаться нарушения обычных процессов как следствие растущего нагревания Земли. К этим нарушениям относятся частые тайфуны и явление Эль-Ниньо – когда приходящее с юга глубинное холодное течение Гумбольдта, выходящее на поверхность у побережья Южной Америки, периодически оттесняется от берегов затоком теплых тропических вод. В результате происходит массовая гибель морских животных; кроме того, влажные воздушные массы, выходя на сушу, вызывают губительные ливневые дожди и приводят к большим экономическим потерям. Иной раз это явление не ограничивается регионом Южной Америки, а распространяется и на север Америки – и тогда рыбаки Луизианы узнают о нем по резкому падению уловов краба.

Всемирный потоп или агропромышленный рай

По мнению многих ученых, если сохранится тенденция глобального потепления, это приведет к изменению погоды и увеличению количества осадков, что в свою очередь приведет к подъему уровня Мирового океана. Ученые уже отметили изменения в картине выпадения осадков. Они подсчитали, что в США и бывшем СССР в последние 30-40 лет выпадает осадков на 10 процентов больше, чем в прошлом. В то же время, количество осадков над экватором сократилось на те же десять процентов. Дальнейшее изменение в системе выпадения осадков окажет огромное воздействие на сельское хозяйство, смещая зоны возделывания культур в северные районы Северной Америки и Евразии. Наиболее благоприятные условия для выращивания культур сложатся в сельскохозяйственных регионах России и обильные осадки будут выпадать в Северной Африке, где засуха продолжается с 1970-го года.



Последствия потепления климата будут ощущаться на Северном и Южном полюсах, где увеличившаяся температура приведет к подтаиванию ледников. По расчетам ученых увеличение температуры на 10°C, вызовет повышение уровня Мирового океана на 5-6 метров, что приведет к затоплению многих прибрежных территорий во всем мире.

ТАК СТРАШЕН ЛИ ЧЕРТ?

Адиабатическая теория парникового эффекта

В последние несколько лет множество ученых обращают пристальное внимание на последствия антропогенного выброса газов, поглощающих инфракрасное излучение и прежде всего углекислого газа – продукта сжигания угля, углеводородного топлива и производства цемента. При этом, как правило, прогнозируются самые печальные последствия для климата нашей планеты: от глобального потепления, таяния ледников, повышения уровня Мирового океана с затоплением густо населенных прибрежных районов и до наступления нового ледникового периода. Опасения такого рода катастроф и давление экологических организаций заставляют правительства разных стран выделять огромные средства на борьбу с последствиями потепления климата, якобы связанного с антропогенными выбросами в атмосферу «парниковых газов». А насколько оправданы эти расходы?

Сторонники «классического» подхода к проблеме парникового эффекта исходят из идеи С. Аррениуса о прогреве атмосферы за счет поглощения ею инфракрасного излучения и представления, что передача тепла в тропосфере происходит в основном радиационным путем. Однако в тропосферах плотных атмосфер (с давлением большим 0,2 атм.) всегда доминирует конвективный вынос тепла. Отсюда следует необходимость рассматривать процесс прогрева воздуха в тропосфере с точки зрения адиабатической¹ теории парникового эффекта. Работы в этом направлении ведутся известными российскими учеными Сорохтиным и Ушаковым [1-5]. Так в одной из своих последних работ они приводят последовательный вывод всех основных уравнений, определяющих количественную сторону явления [1]. Кроме того, в качестве проверки теории они приводят

¹ Адиабатическими называются такие процессы в атмосфере, при которых отсутствует теплообмен с окружающей средой [8, стр.512].

теоретические расчеты распределений температуры в тропосферах Земли и Венеры, а в качестве прогноза, – оценивают влияние на климат Земли антропогенного выброса в атмосферу так называемых «парниковых газов».

В своей работе они показывают, что средняя температура на любом уровне достаточно плотной планетной тропосферы (с давлениями выше 200 мбар) однозначно определяется интенсивностью солнечного излучения, атмосферным давлением на этом уровне, теплоемкостью тропосферы, влажностью воздуха и его способностью поглощать инфракрасное излучение. Однако, чем интенсивнее происходит поглощение теплового излучения в тропосфере, тем ниже становится ее средняя приземная температура. Приведенный парадоксальный, на первый взгляд, вывод объясняется тем, что при этом снижается температурный градиент в тропосфере и возрастает интенсивность конвективного выноса тепла из тропосферы в стратосферу. Найденная закономерность позволила ученым выполнить ряд прогнозных расчетов. Так, при мысленной замене азотно-кислородной атмосферы Земли на углекислотную, но с тем же давлением 1 атм., средняя приземная температура понижается почти на 2° С. Отсюда видно, что насыщение атмосферы углекислым газом, несмотря на поглощение им инфракрасного излучения, при прочих равных условиях всегда приводит не к повышению, а только к понижению и парникового эффекта и средней поверхностной температуры планеты.

Реакция земного климата на антропогенный выброс в атмосферу углекислого газа определяется двумя факторами: во-первых, при этом несколько повышается атмосферное давление и, во-вторых, несколько снижается значение показателя адиабаты смеси атмосферных газов. Оба эти фактора действуют в противоположных направлениях, в результате средний температурный режим тропосферы практически остается неизменным. Более того, увеличение концентрации углекислого газа в земной атмосфере оказывается полезным фактором, повышающим эффективность сельского хозяйства и увеличивающим скорость восстановления вырубленных лесов.

Всесильный парниковый эффект

В 1988 году из-за засухи и жары урожай зерновых в США впервые в истории оказался ниже уровня потребления. Засушливое лето и снижение урожая отмечались в странах-производителях зерна и в предшествовавший год. Эти события, видимо, добавили уверенности сторонникам идеи антропогенного перегрева Земли. В 1992 году на Международной конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро борьба с потеплением климата объявлена одним из трех главных приоритетов; в 1994 году Россия, вслед за многими развитыми странами, ратифицировала рамочную конвенцию об изменении климата, обязывающую снизить выбросы парниковых газов до уровня 1990г.

Правда, до сих пор нет никаких подтверждений тому, что людям под силу изменить климат благоприятным для себя образом. Незапланированная попытка такого рода уже была предпринята во время энергетического кризиса в 1970-е годы. Тогда снижение и последующая стабилизация потребления ископаемого топлива почти не сказались на процессе роста CO₂ в воздухе. Кроме того, до сих пор неизвестно, какую часть прироста среднепланетарной температуры за последние 120 лет обеспечила цивилизация, а какую – природные причины. Общий прирост составляет около 0,45°C. Таким образом, ранее сделанные прогнозы о потеплении к 2000 году в среднем на 1 градус оказались ошибочными.

Хорошее финансирование на Западе проектов по борьбе с потеплением климата позволяет определенным образом ориентировать широкие круги общественности: мол, крупные современные аномалии в системе «атмосфера – земная поверхность» – это результат подогрева Земли антропогенными выбросами парниковых газов.

В действительности списывать все на их действие не следует. Климат Земли поддерживается всей той долей солнечной энергии, которая перехватывается планетой и затем расходуется на нагревание атмосферы и подстилающей поверхности, а также на испарение и ряд других процессов. Мощность процессов в климатической системе огромна. Она почти в сто тысяч раз превосходит мощность всех энергопотоков,

создаваемых людьми. Люди могут влиять на климат, только расшатывая природные связи, что и происходит. Но от дестабилизации климатических процессов до управления климатом на глобальном уровне – «дистанция огромного размера».

В последние 12 тысяч лет каждые 900-950 лет потепления сменялись похолоданиями. Полный цикл 1850 лет (цикл Шнитникова) содержит внутри более короткие. Природное похолодание, именуемое малым ледниковым периодом, закончилось в XIX веке. Оно как раз замыкало цикл Шнитникова. Дальнейший прирост среднепланетарной температуры сторонники «рукотворного» потепления отнесли на счет цивилизации. Никто даже не пытался доказать, что не природная изменчивость, а человек оборвал малую ледниковую эпоху. Современное потепление рассматривается только как реакция на прирост в воздухе содержания парниковых газов. Роль антипарниковых факторов оценивается как малосущественная.

Многие ученые возражают против столь односторонней оценки отклика климатической системы на антропогенную нагрузку. Другие занимают выжидательную позицию. Между тем, суть решений международных организаций по климату не меняется, хотя прогнозные оценки снижаются, а сроки климатической катастрофы отодвигаются на более отдаленный период.

Раньше, как уже упоминалось, обещали к 2000 году потепление на один градус, а к 2025 году – уже на целых три. Теперь – к 2065 году прочат подъем среднеглобальной температуры на полтора градуса по сравнению со второй половиной XIX века. По другим расчетам на три градуса теплее станет через сто лет при ошибке прогноза в 50% в обе стороны. Но и в это верится с трудом, ибо тогда потепление в ближайшие два-три года должно сделать рывок и идти без сбоев с учетверенной или еще большей скоростью, и никакие природные причины не в силах будут что-то изменить.

Не проще ли признать, что пока современные модели просто не в состоянии учесть все природные и антропогенные воздействия на климатическую систему?

Конечно, перспектива дальнейшего потепления климата существует, и риск возникновения неблагоприятных процессов надо учитывать. Но следует признать очевидную раздутость проблемы в отношении роли парниковых газов, в особенности применительно к CO₂.

ПРИНИМАЕМЫЕ МЕРЫ

Сокращение выбросов в атмосферу в рамках государств ЕС

К июлю 1998 года в Люксембурге завершились переговоры между правительствами 15 государств ЕС о мерах по сокращению выбросов в атмосферу газов, ответственных за парниковый эффект. Согласно принятым обязательствам страны ЕС должны к 2010 году снизить их на 8% по сравнению с 1990 годом. Установлено, что Люксембург уменьшит свой вклад в парниковый эффект на 28%, Германия и Дания – на 21%, Великобритания – на 12.5%, Финляндия и Франция останутся на уровне 1990 года, а квота Швеции даже увеличится.

Встреча в Киото и торговля квотами на выбросы тепличных газов

Так как предполагаемое потепление климата, вызванное человеческой деятельностью, на 50% происходит в результате потребления энергии, напрашивается вывод о том, что для того, чтобы предотвратить кризис, надо изменить практику этого потребления. По мнению Агентства по охране окружающей среды США, мировое сообщество должно предпринять серьезные меры. Если опасения, связанные с потеплением климата, оправдаются, то плата за бездействие будет намного выше, чем затраты на предотвращение кризиса.

По мнению экологов, наиболее действенными будут такие меры, как повышение эффективности энергопользования и переход к альтернативным видам топлива (отказ от ископаемых видов топлива, таких как нефть и уголь). Хотя мировое сообщество сделало большой шаг вперед в повышении эффективности использования энергии после нефтяного эмбарго 1973 года, ему еще предстоит огромная работа в этой области.

В 1980 году более 100 миллионов тонн CO₂ было выброшено в атмосферу в восточной части Северной Америки, Европе, западной части СССР и крупных городах Японии. Выбросы CO₂ развитых стран в 1985 году

составили 74% от общего объема, а доля развивающихся стран составила 24%. Ученые предполагают, что к 2025 году доля развивающихся стран в производстве углекислого газа возрастет до 44%. [9, стр. 14-15]. В последние годы Россия и страны бывшего СССР значительно сократили выбросы в атмосферу CO₂ и других тепличных газов. Это прежде всего связано с переменами, происходящими в этих странах, и падением уровня производства. Тем не менее, ученые ожидают, что в начале 21 века Россия достигнет прежних объемов выброса в атмосферу тепличных газов.

В декабре 1997 года на встрече в Киото (Япония), посвященной глобальному изменению климата, делегатами из более чем 160 стран была принята конвенция, обязывающая развитые страны сократить выбросы CO₂. Киотский протокол обязывает 38 индустриально развитых стран сократить к 2008-2012 годам выбросы CO₂ на 5% от уровня 1990 года:

- Европейский союз должен сократить выбросы CO₂ и других тепличных газов на 8%.
- США – на 7%.
- Япония – на 6%.

Протокол предусматривает систему квот на выбросы тепличных газов. Суть его заключается в том, что каждая из стран (пока это относится только к 38 странам, которые взяли на себя обязательства сократить выбросы) получает разрешение на выброс определенного количества тепличных газов. При этом предполагается, что какие-то страны или компании превысят квоту выбросов. В таких случаях эти страны или компании смогут купить право на дополнительные выбросы у тех стран или компаний, выбросы которых меньше выделенной квоты. Таким образом, предполагается, что главная цель – сокращение выбросов тепличных газов в следующие 15 лет на 5% – будет выполнена.

Тем не менее, переговоры по вопросу сокращения выбросов тепличных газов идут очень сложно. Прежде всего, конфликт существует на уровне официальных лиц и бизнеса с одной стороны и неправительственного сектора – с другой. Неправительственные экологические организации считают, что достигнутое соглашение не решает проблемы, так как

пятипроцентное сокращение выбросов тепличных газов недостаточно для того, чтобы остановить потепление, и призывают сократить выбросы как минимум на 60%. Кроме того, конфликт существует и на уровне государств. Такие развивающиеся страны, как Индия и Китай, вносящие значительный вклад в загрязнение атмосферы тепличными газами, присутствовали на встрече в Киото, но не подписали соглашение. Развивающиеся страны вообще с настороженностью воспринимают экологические инициативы индустриальных государств. Аргументы просты: а) основное загрязнение тепличными газами осуществляют развитые страны и б) ужесточение контроля на руку индустриальным странам, так как это будет сдерживать экономическое развитие развивающихся стран. В любом случае проблема глобального потепления климата – яркий пример того, какие механизмы, подчас, включены в решение экологической проблемы. Такие компоненты, как научная неопределенность, экономика и политика нередко играют в этом процессе ключевую роль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Природа парникового эффекта. Электронный научно-информационный журнал «Вестник ОГГГН РАН» № 1'98, М.: ОНТИ ОИФЗ РАН, 1998, http://www.scgis.ru/russian/cp1251/dgggms/1-98/par_eff.htm
2. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Эволюция климатов Земли. Электронный научно-информационный журнал «Вестник ОГГГН РАН» № 2'97, т. 1, М.: ОНТИ ОИФЗ РАН, 1997, <http://www.scgis.ru/russian/cp1251/dgggms/2-97/evol-klm.htm>
3. Сорохтин Н.О., Сорохтин О.Г. Высота стояния континентов в геологической истории Земли. Докл. РАН, 1997
4. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Происхождение и эволюция атмосферы Земли. Жизнь Земли. М., Изд-во МГУ, 1992
5. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Адиабатическая теория парникового эффекта атмосферы. Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5, География. 1996, № 2
6. Горшков С. П., Озоновый щит против парникового эффекта, ЭВПНГ, 1'97, info@ng.glasnet.ru
7. Путвинский С.В., Возможна ли будущая мировая энергетическая система без термояда?, <http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XXV/putvinskyi.htm>
8. Элементарный учебник физики (Под ред. акад. Ландсберга Г.С.) – М.: Наука, 1964. – т.1. – 544 с., ил.
9. «Reporting on Climate Change: Understanding the Science.» Washington, DC: The Environmental Health Center of the National Safety Council. November 1994
10. «Kyoto Protocol December 11, 1997» National Wildlife Federation, <http://www.nwf.org/nwf/news/protocol.html>
11. US Bureau of the Census, International DataBase. <http://www.census.gov/ipc/www/worldpop.html>
12. Annual Energy Review, DOE, US. <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/aergs/aer2.html>
13. EIA, International Energy Annual 1995, <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/aerint.html>