

УДК 662.96

В.Е.БЕКЕТОВ, А.А.ЛОБОВ, кандидаты техн. наук,

О.А.ЧАМАРА, Г.П.ЕВТУХОВА

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

А.В.СВИРИН

*НТП «Котлоэнергпром», г.Харьков*

## **КИОТСКИЙ ПРОТОКОЛ КАК ПЕРВЫЙ ШАГ НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА**

Рассматриваются вопросы, связанные с глобальным потеплением, парниковым эффектом и его антропогенной составляющей, а также состояние и перспективы международного сотрудничества Украины в рамках реализации Киотского протокола.

Одной из наиболее обсуждаемых глобальных проблем за последнее столетие стали климатические изменения, а именно факт медленного, но неотвратимого роста среднегодовой температуры планеты.

Провести границу между естественными изменениями окружающей среды и воздействием, связанным с антропогенной деятельностью, достаточно сложно, поскольку климат Земли подвержен природным тенденциям к потеплению и похолоданию. Однако взаимосвязь увеличения антропогенных нагрузок на природную среду с изменением климата планеты становится все более очевидной.

Глобальное потепление ведет к таким негативным последствиям, как [2, 3]:

- ◆ изменение уровня Мирового океана вследствие таяния ледников и снежного покрова, что повлечет за собой затопление прибрежной зоны и даже исчезновение некоторых стран (Голландия, Израиль);
- ◆ исчезновение многих видов флоры и фауны – к 2050 г. может погибнуть до 1 млн. существующих видов флоры и фауны;
- ◆ уничтожение резервуаров пресной воды – ледники хранят до 70% ее мировых запасов;
- ◆ увеличение заболеваемости инфекционными болезнями ввиду создания благоприятных условий для развития инфекционных болезней.

Глобальное потепление со всеми вытекающими последствиями напрямую связано с понятием «парниковый эффект». Вклад парниковых газов (ПГ), основными из которых являются углекислый газ, метан, закись азота и соединения фтора (перфторуглероды, гидрофторуглероды, гексафторид серы), в регулирование теплового баланса земли достаточно велик. Благодаря им средняя температура земной поверхности поддерживается на уровне 33°C, что и дает возможность суще-

ствования жизни на Земле.

ПГ образуют в атмосфере экран (подобный парнику-теплице), прозрачный для коротковолновой солнечной радиации, которая почти полностью поглощается земной поверхностью по причине ее маленького альбеда (т.е. отражения). Нагреваясь от солнечного тепла, земная поверхность становится источником земного длинноволнового излучения, которое ПГ поглощают, не давая уйти в космос.

Коротковолновое излучение, достигающее земной поверхности и поглощаемое ею, находится в диапазоне 0,075-9 мкм. Длинноволновое же излучение имеет длину волны более 9 мкм.

Наиболее интенсивно тепловое излучение поглощают водяные пары. Это обстоятельство позволяет утверждать, что современный климат сформировался именно благодаря этому свойству водяных паров, т.е. природный парниковый эффект существует уже многие тысячелетия.

Важно подчеркнуть, что в результате антропогенной деятельности содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличилось на 25%, в то время, как на содержание водяных паров деятельность человека не оказывает существенного влияния.

Для водяных паров существуют так называемые «окна прозрачности» в диапазонах  $3\div 5$  и  $9\div 14$  мкм. В этих «окнах» поглощение радиации Солнца парами сводится к минимальному значению. И именно в этих диапазонах находятся полосы поглощения других парниковых газов, что предотвращает уход тепла через «окна» в космос.

Так, углекислый газ имеет основные полосы поглощения в диапазоне длин волн 9,1-10,9 и 12,9-17,1 мкм, а также в зоне минимального длинноволнового излучения: 2,6-4,5 мкм.

Поглощая «земное тепло» уже в нижних слоях тропосферы углекислота становится источником переизлучения энергии в вышележащую атмосферу, где тепловое излучение поглощается парами воды, углекислым газом, другими газами в атмосфере, тем самым создавая дополнительный нагрев.

Кроме основных парниковых газов – водяных паров и углекислого газа в развитие парникового эффекта вносят свой вклад и так называемые «малые» газы – метан, оксиды азота, озон, хлорфторуглероды. «Малыми» называют их по причине низких концентраций в атмосфере – примерно в 1000 и более раз меньших, чем углекислого газа. Полосы поглощения именно этих газов находятся в «окнах прозрачности» водяных паров и углекислого газа [1].

Учеными было отмечено, что на протяжении последних десятилетий появилась тенденция к увеличению концентрации парниковых га-

зов в атмосфере и, как следствие, увеличение приземной температуры. Достаточно напомнить, что за 150 лет метеорологических наблюдений самые теплые 10 лет приходятся на конец XX и начало XXI вв. [2].

Вклад отдельных парниковых газов в потенциал глобального потепления существенно различается, что зависит и от концентрации газа в атмосфере, и от коэффициента поглощения инфракрасного излучения. Из табл.1 видно, что потенциал метана, диоксид азота и фторуглеродов значительно выше, чем углекислого газа.

Таблица 1 – Характеристика парниковых газов

Наименование	Потенциал глобального потепления	Доля от общих выбросов ПГ в Украине, 1990 г., %
Диоксид углерода	1	73,7
Метан	21	23,5
Диоксид азота	310	2,5
Гидрофторуглероды	140-11700	0,3
Перфторуглероды	6500-9200	
Гексафторид серы	23900	

Однако, вклад диоксида углерода в развитие парникового эффекта играет определяющую роль, учитывая его значительно большее количество, поступающее в атмосферу. Это связано, в основном, с использованием в энергетике, промышленности и транспорте ископаемого топлива: угля, нефти и продуктов ее переработки, природного газа.

Добыча топлива сопровождается выбросами метана и углекислого газа, а в результате сжигания топлива в атмосферу попадают углекислый газ, оксиды азота, углеводороды. Выбросы ПГ в зависимости от используемого топлива (расчет выполнен по методике международной группы экспертов по изменению климата) за 1990 год представлены в табл.2 [4].

Таблица 2 – Выбросы ПГ в зависимости от используемого топлива

Топливо	Выброс газа, %		
	углекислый газ	метан	оксиды азота
Уголь	61	48	92
Мазут	3	7	2
Природный газ	36	45	6

Результаты расчетов удельных объемов эмиссии углекислого газа, диоксида азота и метана, представленные в табл.3, показывают, во-первых, значительное превосходство эмиссии углекислого газа по сравнению с эмиссиями закиси азота и метана для всех представленных видов топлив; во-вторых, значительную разницу выбросов ПГ в

зависимости от сжигаемого топлива. Так, при сжигании коксового газа в атмосферу выбрасывается в пять раз меньше углекислого газа, чем при сжигании доменного газа.

Таблица 3 – Удельные объемы эмиссии ПГ

Вид топлива	Эмиссия CO <sub>2</sub> , т/т у.т.	Эмиссия N <sub>2</sub> O		Эмиссия CH <sub>4</sub>	
		в натуральных единицах, г/т у.т.	в углеродном эквиваленте, кг/т у.т.	в натуральных единицах, г/т у.т.	в углеродном эквиваленте, кг/т у.т.
Природный газ	1,75	2,93	0,90	29,30	0,65
Коксовый газ	1,40	1,60	0,50	14,00	0,30
Доменный газ	7,00	0,5	0,20	-	-
Мазут	2,25	17,5	5,45	87,90	1,85
Уголь	3,75	41,00	12,70	29,30	0,60

При сжигании 1 т углерода в атмосферу попадает около 3,7 т углекислого газа. Предварительный анализ образования ПГ на промышленных предприятиях Украины (а именно предприятий горно-металлургического и машиностроительного комплексов, химической промышленности, цветной металлургии) показал, что главным источником выбросов является сжигание органического топлива (табл.4) [5].

Таблица 4 – Источники парниковых газов в Украине в 1990 г.

Источник	Газ	Выброс, %
Сжигание органического топлива	Углекислый газ	95
Индустриальные процессы		5
Энергетика	Диоксид азота	44
Отходы		26
Химическая промышленность		29
Сельское / лесное хозяйство		1
Отходы	Метан	66
Сельское / лесное хозяйство		2
Энергетика		10

Основными источниками выбросов парниковых газов в Украине являются предприятия горнометаллургического комплекса (ГМК) и энергетика, менее значимыми – транспорт, отходы, сельское и лесное хозяйства.

ГМК является отраслью хозяйственного комплекса Украины, которая отличается значительным объемом производства и уровнем потребления топливных ресурсов и, как следствие, занимает одно из передовых мест среди выбрасывающих ПГ производств.

Основным парниковым газом на предприятиях ГМК Украины является углекислый газ. Доля его в выбросах составляет 96% [6].

Во всем мире энергетика является основным источником выбросов ПГ в атмосферу. К сожалению, следует отметить, что в Украине расход энергии при производстве ВВП в 3-4 раза больше, чем в странах Европы и в 5-6 раз больше, чем в США и Канаде. При этом значительное влияние на уровень выбросов оказывают устаревшие технологии, изношенность оборудования, недостаточность систем очистки дымовых газов на ТЭС. Выбросы систем централизованного теплоснабжения в Украине составляют 20% общих выбросов CO<sub>2</sub> и 81% выбросов метана, которые обусловлены сжиганием органического топлива. Кроме того, в Украине в результате неэффективной изоляции тепловых сетей, жилищных и общественных зданий, в атмосфере рассеивается порядка 30-50% тепла [4].

Доля выбросов ПГ в Украине, которая приходится на транспортный сектор, составляет в настоящее время около 10%. Однако в ближайшей перспективе следует ожидать увеличение эмиссии ПГ от автотранспорта, который является важным компонентом экономического роста страны. Решение этой проблемы возможно путем использования альтернативных видов топлива автотранспортом (природного газа, водорода и др.), а также использования автомобилей с комбинированной системой – электромобилей.

Международные исследования показали, что 20% антропогенных выбросов ПГ в мире составляет сельское хозяйство. При этом 65% общих выбросов составляют оксиды азота, 30% – метан и только 5% – углекислый газ. Основными видами сельскохозяйственной деятельности, которые дают выбросы метана, являются кишечная ферментация животных, разложение отходов животного происхождения и выращивание риса. Уровень выбросов оксидов азота в сельскохозяйственном секторе в значительной мере зависит также от использования азотных удобрений при обработке почв [4].

В лесном хозяйстве источником выбросов ПГ являются природный распад наземной биомассы и пожары. Отрицательным фактором является также вырубка лесов, поскольку растительность является поглотителем CO<sub>2</sub> в результате процесса фотосинтеза. Восстановление и расширение лесных насаждений приводит к поглощению углекислого газа растительностью, снижая его содержание в атмосфере.

Лесная растительность в Украине занимает 8,6 млн. га, что составляет 14,3% площади территории страны. Оптимальным считается уровень лесистости (т.е. такой уровень, при котором леса эффективно выполняют свои функции) равный 20%. Поглощение углекислого газа

лесами Украины оставляет 16% от общих выбросов ПГ на территории страны. Однако в последнее время в Украине наметилась устойчивая тенденция к увеличению объемов поглощения  $\text{CO}_2$  [5,7].

Отходы являются в основном источником выбросов диоксида азота и метана, которые выделяются в результате разложения органики, сжигания твердых бытовых отходов, при обработке сточных вод на очистных сооружениях. Одна из наиболее существенных проблем в Украине связана с переработкой твердых бытовых отходов (ТБО). Согласно национальной статистике в 1990 г. объем ТБО составил 11 млн. т, из которых только 8% были переработаны на мусоросжигательных заводах (при сжигании 880 тыс. т отходов образуется 0,13 тыс. т оксидов азота). Остальные 92% отходов собираются на свалках, и являются источником выделения метана (в 1990 г. суммарные выбросы метана составили 885,5 тыс. т). Современные технологии позволяют использовать образующийся метан в качестве топлива, однако в Украине эта возможность пока не реализована [5].

Сокращение выбросов парниковых газов и, как следствие, снижение антропогенной нагрузки на климат планеты на современном этапе предполагает внедрение прогрессивных энерго- и ресурсосберегающих технологий, использование альтернативных (возобновляемых) источников энергии, а также дополнительное насаждение лесов.

Парниковый эффект и изменение климата является серьезной глобальной проблемой, решению которой посвящен ряд международных соглашений. В 1992 г. в Рио-де-Жанейро была подписана Рамочная Конвенция ООН об изменении климата, 11 декабря 1997 г. в г.Киото странами-делегатами из более чем 160 стран был подписан Киотский протокол [8].

Киотский протокол обязывает все индустриально развитые страны сократить выбросы ПГ в период 2008-2012 гг. на 5% от уровня 1990 г., который взят в качестве точки отсчета как базовый год. Страны ЕС должны снизить выбросы  $\text{CO}_2$  на 8% от уровня базового года, США – на 7%, Япония – на 6%. Более жесткие требования к этим странам связаны с высокими темпами развития энергетики.

Украина подписала Киотский протокол в 1999 г. и 4 февраля 2004 г. ратифицировала его. Снижение выбросов ПГ на 5% от уровня базового года для Украины является условной задачей, поскольку сейчас эти выбросы намного ниже требуемых. Это связано со снижением промышленного производства вследствие экономического кризиса, который настиг Украину в 1991 г. В результате этого уровень потребления органического топлива значительно упал, снизились также и выбросы ПГ.

К странам, до сих пор не ратифицировавшим Киотский протокол, относятся США, Китай, Индия и Австралия. Нежелание этих стран присоединиться к странам-участницам Киотского протокола объясняется состоянием их динамично развивающейся экономики. Сокращение количество выбросов ПГ предполагает сокращение уровня развития энергетики, что приведет к снижению выработки энергии и промышленного производства.

Киотским протоколом для стран-участниц предусмотрена система квот на тепличные газы, т.е. каждая страна получает разрешение на выброс определенного количества парниковых газов. Кроме того, согласно Киотскому протоколу все участвующие страны берут на себя следующие обязательства:

- повышать эффективность использования энергии;
- охранять и повышать качество поглотителей ПГ, содействовать рациональным методам ведения лесного хозяйства;
- проводить исследовательские работы, содействовать внедрению и разработке инновационных экологически безопасных технологий;
- сотрудничать с другими странами с целью повышения индивидуальной и совокупной эффективности их политики и мер.

Относительно сотрудничества между странами в протоколе оговорены так называемые «гибкие механизмы», включающие разделы: «совместная реализация» и «международная торговля выбросами» [4, 9].

Совместная реализация (СР) предоставляет возможность странам инвестировать природоохранные мероприятия в других странах, а снижение выбросов засчитывать в свою квоту. В этом смысле Украина представляет большой интерес для развитых стран, поскольку для снижения выброса углекислого газа на 1 т здесь необходимо затратить 7 долл., в то время как в Японии – 600, в странах ЕС – 270, в России – 20 долл.

Международная торговля выбросами предусматривает передачу «излишков» квот другим странам. По подсчетам экспертов Украина находится на втором, после России, месте по количеству «излишков» квот – ежегодно она может предоставлять на международный рынок 146 млн. т.

По результатам расчетов квот на выбросы CO<sub>2</sub> в промышленных отраслях 75% от их общего объема составляют выбросы предприятий ГМК Украины (табл.5) [10, 11].

На сегодня предприятия ГМК Украины имеют излишки квот около 45 млн. т и по прогнозам на 2012 г. эти излишки будут составлять не менее 28,5 млн. т CO<sub>2</sub>.

Таблица 5 – Результаты расчетов квот на выбросы углекислого газа в промышленных отраслях

Отрасль промышленности	Эмиссия ПГ, млн. т/год			Излишки квот, млн. т	
	1990 г.	2003 г.	2012 г.	общие	возможная продажа
Горнометаллургический комплекс	145,5	99,7	117,0	28,5	25,0
Химическая промышленность	32,45	22,1	26,0	6,45	5,0
Машиностроительный комплекс	9,65	6,0	6,9	2,75	0
Цветная металлургия	4,85	3,5	3,65	1,2	0

Предприятия ГК (как и другие отрасли промышленности) имеют право самостоятельно реализовывать излишки квот в проектах совместного внедрения по разрешению государственных органов. Речь идет об излишках, которые могут быть получены в результате внедрения природоохранных мероприятий в производстве.

Такой опыт реализации в Украине уже есть. Так, в феврале 2007 г. донецкая компания «ИСТИЛ», которая занимается производством стальных заготовок и брусков, продала ЕБРР (Европейский банк реконструкции и развития) углеродные квоты на сумму 3 млн. евро. Данная сделка заключена сроком на 5 лет, причем компания обязуется ежегодно сокращать выбросы на 130 тыс. т (а за 5 лет – на 650 тыс. т). Эти единицы сокращения, по сути, и являются объектом продаж. Другое донецкое предприятие – шахта им.Засядько, в 2006 г. заключило договор с Японией и Австрией, которые обязались поставить оборудование для добычи метана на сумму 1,5 и 1 млн. евро соответственно. Утилизация шахтного метана позволила продать квоты на выбросы парниковых газов.

Правительство Дании готово выделить средства Харьковскому горисполкому для оборудования свалок специальными установками по переработке метана в невредный для окружающей среды газ. Согласно проекту, Дания выделяет 2 млн. евро, 1 млн. из которых идет на оборудование свалок и далее ежегодно платит по 1 млн. евро за то, что выбросы парниковых газов в Харькове сокращаются. У себя в стране правительство Дании заплатило бы гораздо большую сумму.

Механизм совместной реализации может принести Украине значительные финансовые выгоды и обеспечить систему, согласно которой другие страны возьмут на себя часть капиталовложений Украины в ее экономическое восстановление. Но для привлечения иностранного капитала, необходимого для разработки проектов совместного внедрения в Украине, следует придерживаться специальных правил и требований к проектам СР, в том числе показать дополнительные сокраще-



ния выбросов ПГ [10].

Выполнение Украиной своих количественных обязательств по поводу сокращения выбросов обеспечивает украинское правительство. В случае подтверждения правительством проекта, страна берет на себя обязательство по предоставлению передаваемых квот. Если проект не приведет к ожидаемым сокращениям, правительство обязано передать разрешения на выбросы для покрытия ожидаемых сокращений выбросов. Поэтому привлечение иностранных инвесторов без четко определенных структур проектов СР будет весьма проблематичным.

США финансировало составление кадастра антропогенных выбросов из источников и поглощение всех парниковых газов в Украине. В 1999 г. Агентство США по международному развитию основало проект помощи Украине в ее экономическом развитии с одновременным снижением выбросов парниковых газов.

Согласно Киотскому протоколу в Украине, начиная с 1990 г., рассчитывалось национальное годовое количество выбросов ПГ и их поглощения. Эти данные были утверждены согласно ст.3 Киотского протокола и переданы в Секретариат Рамочной конвенции ООН по изменению климата. Кроме того, была создана национальная система учета выбросов ПГ и их поглощения.

Существует множество инвестиционных возможностей, но Украина все еще находится на этапе развития институционной и законодательной базы, необходимой для полного поддержания международного бизнеса. В настоящее время законодательной базой для проектов СР по снижению парниковых газов являются следующие документы:

- Национальный план мероприятий по реализации положений Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН по изменению климата, утвержденный распоряжением Кабинета Министров №346-р (от 18 августа 2005 г.);
- Приказ Президента №1239 по вопросу определения Минприроды координатором выполнения обязательств Украины, предусмотренных Рамочной конвенцией ООН по изменению климата (от 12 сентября 2005 г.);
- Постановление №206 « Про утверждение Порядка рассмотрения, одобрения и реализации проектов, направленных на снижение объемов антропогенных выбросов или увеличение адсорбции парниковых газов, согласно Киотскому протоколу к Рамочной конвенции ООН по изменению климата» (от 22 февраля 2006 г.);
- Требования к документам для получения письма поддержки собственником источника, на котором планируется выполнение про-

екта совместной реализации (Утверждены приказом Минприроды №341 от 17 июля 2006 г.);

- Требования к подготовке проектов совместной реализации (Утверждены приказом Минприроды №341 от 17 июля 2006 г.).

Таким образом, Украина является полноправным членом Киотского протокола и выполняет все предусмотренные обязательства. Выгодное положение страны на международном рынке торговли ПГ является привлекательным для иностранного капитала, и при рациональном подходе может послужить фактором ускорения развития отечественной экономики.

1.Саратов И.Е. Планетарные экологические явления в атмосфере. Ч.1: Парниковый эффект. – Харьков: ХГАГХ, 1998. – 102 с.

2.Мочалов А.А., Пархоменко В.П., Тарко А.М. Глобальное потепление и Арктика // Экология и жизнь. – 1999. – №4. – С.7-10.

3.Арнольд Ньюмен. Легкие нашей планеты. – М.: Мир, 1989. – 230 с.

4.Хоменко А. Проблемы глобального изменения климата. – К.: Центр американско-украинской инициативы по вопросам изменения климата, 2002. – 231 с.

5.Перше національне повідомлення щодо питань зміни клімату. – К.: РКЗК ООН, 1998. – 100 с.

6.Керівництво по проведенню розрахунків обсягів викидів парникових газів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України. – Харків, 2006. – 28 с.

7.Национальный отчет о кадастре выбросов парниковых газов и их поглотителей в Украине за 1990-2004 гг. – К., 2006. – 86 с.

8.Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Киото, 1998. // <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.

9.Пособие по разработке проектов совместной реализации в Украине. – К., 2007. – 64 с.

10.Мантула В.Д., Бугаенко М.М., Спирина С.В. Особенности инвентаризации парниковых газов в горнометаллургическом комплексе Украины // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов. – Харьков: УкрГНТЦ «Энергосталь», 2006. – С.29- 33.

11.Нотич А.Г., Рудой Ю.С., Хребетова Л.И. По поводу условий имплементации Киотского протокола к Рамочной Конвенции ООН про изменение климата в промышленных отраслях Украины // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов. – Харьков: УкрГНТЦ «Энергосталь», 2006. – С.26-28.

*Получено 06.03.2008*