

УДК 551.588.7 (574)

ОБ ИТОГАХ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ С ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 1990 ГОДУ

Д. Ю. Данчук

По данным инвентаризации 1990 года проведен анализ эмиссии парниковых газов в Казахстане. Показано, что суммарные выбросы парниковых газов составляют более 200 млн т CO_2 - эквивалента и основным их источником является энергетика. Сжигание угля обуславливает 2/3 эмиссий CO_2 . Сделан прогноз выбросов парниковых газов в атмосферу.

Интенсивное развитие промышленности во всем мире во второй половине нынешнего столетия, сопровождающееся резким увеличением сжигания ископаемого топлива, привело к значительному росту концентрации парниковых газов (ПГ) в атмосфере. По сравнению с пятидесятыми годами, она возросла на 12 %, что ощутимо повлияло на радиационный баланс Земли [1]. Усиление парникового эффекта в совокупности с другими факторами с высокой вероятностью ведет к глобальному потеплению климата. Потенциальное воздействие климатических изменений, прежде всего колебания температурно-влажностного режима у поверхности Земли, могут привести к негативному влиянию на социально-экономическое развитие многих стран.

Казахстан как страна, подписавшая и ратифицировавшая в 1995 году Рамочную Конвенцию по изменению климата (РКИК), должна разрабатывать и периодически публиковать национальную инвентаризацию антропогенных эмиссий и стоков парниковых газов. В связи с этим была проведена национальная инвентаризация источников и расчет выбросов 6-ти парниковых газов и их групп за 1990 год, принятый за базовый [4, 5, 6, 8].

К этой работе были привлечены эксперты из Минэнерго, Минсельхоза, Минэкономторга и ряда других ведомств, что позволило в короткие сроки собрать необходимые данные, сделать оценку хода эмиссий на текущее десятилетие и получить опыт межведомственного взаимодействия. Методологической основой исследования стало "Руководство Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК)". В соответствии с этим руководством казахстанская инвентаризация классифицирована по пяти основным категориям источников парниковых газов: энергетическая деятельность, промышленные процессы, сельское хозяйство, изменение землепользования и лесное

хозяйство, утилизация отходов. В инвентаризации рассчитаны выбросы шести парниковых газов и групп соединений: диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O), окиси углерода (CO), оксидов азота (NO_x), а также неметанных летучих органических соединений (НЛОС). Диоксид углерода, метан и закись азота - это ПГ прямого действия, остальные газы и группы имеют косвенный парниковый эффект. По состоянию на конец восьмидесятых годов, вклад эмиссий диоксида углерода в предполагаемый парниковый эффект составил 66 %, метана 17 %, закиси азота 5 %, остальные 12 % пришлось на долю хлорфторуглеводородов [9].

Казахстанская инвентаризация содержит расчеты эмиссии диоксида углерода, выполненные с использованием двух подходов. Первый из них рекомендован МГЭИК и носит название "сверху-вниз". Выбросы рассчитывались по каждому типу топлива и суммировались. При подходе "снизу-вверх" расчеты эмиссий велись по отдельным отраслям и классам источников, а затем также суммировались. Применение двух подходов позволяет судить, в первом случае, о топливном спектре эмиссии диоксида углерода, а во втором - об отраслевом спектре выбросов. При любом подходе, расчет эмиссий диоксида углерода может быть проиллюстрирован следующей формулой:

$$M = 3,67 \cdot 10^{-3} \cdot E \cdot C \cdot O, \quad (1)$$

где $3,67 \cdot 10^{-3}$ - переводной множитель из углерода в диоксид углерода, относительные единицы; M - масса эмиссии диоксида углерода, тыс. т; E - энергетическое содержание топлива, ПДж; C - содержание углерода, т/ПДж; O - окисленная фракция углерода, относительные единицы.

В свою очередь, энергетическое содержание топлива может быть получено при помощи одной из формул

$$E = M' \cdot K, \quad (2)$$

$$E = 29,3 \cdot 10^{-3} \cdot M' \cdot (T' / 2,93), \quad (3)$$

где M' - масса топлива, т; K - коэффициент энергетического содержания, ТДж / т; $29,3 \cdot 10^{-3}$ - коэффициент пересчета, ТДж / т; T' - удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг; 2,93 - удельная теплота сгорания условного топлива, МДж/кг. Формула (3) использовалась нами для расчетов выбросов от энергетики, для которой имелись самые подробные данные о потреблении топлива.

Эмиссии метана рассчитывались для топливной промышленности и сельского хозяйства. Для расчета выбросов CH_4 при добыче угля и углеводородного топлива масса извлеченного сырья

умножалась на коэффициент выбросов, зависящий от способа добычи угля или стадии переработки в нефтегазовом комплексе. Выбросы метана от животноводческих хозяйств получены умножением поголовья скота (крупного рогатого, овец и др.) на соответствующие коэффициенты, учитывающие такие основные факторы, как кормовая база и температурные условия. При расчете эмиссии метана с рисовых чеков учитывался тип затопления плантаций, их площадь и период вегетации риса.

Эмиссии закиси азота при сгорании ископаемого топлива получены для угля, нефтепродуктов и газа. Выбросы таких парниковых газов с косвенным эффектом, как окись углерода и оксиды азота взяты из таблиц государственной статистической отчетности, поскольку эти газы являются токсичными и подлежат учету в соответствии с нормами Республики Казахстан. Эмиссии НЛОС известны только для двигателей внутреннего сгорания. Ниже подробнее рассматриваются результаты расчетов для основных источников ПГ.

Три четверти мировых антропогенных выбросов CO_2 происходит при сжигании топлива для энергетических целей. Главнейшим источником выбросов в Казахстане является энергетика, которой посвящена глава в национальной инвентаризации "Энергетическая деятельность". Основной особенностью энергетики в Казахстане является преобладание в топливном балансе угля, который имеет наибольший коэффициент выброса углерода в расчете на единицу энергетического содержания топлива. В инвентаризации рассмотрены эмиссии ПГ от 46 тепловых электростанций и крупных котельных, находившихся в подчинении Минэнергоресурсов Казахстана. В качестве исходных данных использовались расходы топлива каждым из энергопредприятий в 1990 году. В проведенных расчетах учитывалась удельная теплота сгорания различных типов топлива. Для нефтепродуктов эти значения составили 4,00-4,35 МДж/кг, для природного газа 3,06-3,44 МДж/кг и для угля 1,24-2,20 МДж/кг. Результаты по каждой электростанции и котельной суммировались. Содержание углерода для углеводородного топлива принималось согласно МГЭИК, а для угля (лигнита) Минэнергоресурсов рекомендовало значение 27,1 т углерода на тераджоуль, что несколько меньше коэффициента МГЭИК для лигнита (27,6 т углерода на тераджоуль). Окисленная фракция углерода, т. е. фракция, подвергшаяся окислению в CO_2 , принималась за 0,99, однако для других отраслей использовалось значение 0,95, поскольку эффективность сжигания угля высока лишь на электростанциях [5]. По нашим расчетам, эмиссия диоксида углерода от энергопредприятий Минэнергоресурсов составила 93159 тыс. т, доля угля составляет 80,9 %, мазута и газа соответственно 9,7 % и 9,4 %.

Из 11 предприятий нефтегазового комплекса диоксид углерода выбрасывали в 1990 году практически только 3 объекта - казахстанские нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ). Зная массу переработанного

на НПЗ сырья и долю топлива, пошедшего на собственные нужды этих предприятий (3,0 %, из них 1,6 % - мазут и 1,4 % - газ), нетрудно подсчитать выбросы диоксида углерода от нефтегазового топлива. Эмиссия составила 1052 тыс. т. Выбросы диоксида углерода от промышленных источников составили эмиссии нескольких основных отраслей. В сфере черной и цветной металлургии использованы данные о потреблении топлива 21 предприятием. Наибольшие расходы топлива были у Карагандинского металлургического, Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного и Усть-Каменогорского свинцово-цинкового комбинатов. Эмиссия от металлургических предприятий составила 9959 тыс. т, причем 56,9 % из них обусловлено сжиганием угля и 43,1 % - мазута и газа (углеводородного топлива). Из 7 рассмотренных объединений химической промышленности наибольшими расходами топлива и, следовательно, эмиссиями диоксида углерода обладали акционерные общества "Фосфор" и "Каратау". Всего в 1990 году от источников химической промышленности выброшено в атмосферу 1848 тыс. т диоксида углерода. Для этой отрасли характерно преобладание углеводородного топлива: 71,3 % эмиссий обусловлено сжиганием газа, 26,3 - мазута, и только 2,4 % - при сжигании угля.

В перечень предприятий промышленности строительных материалов вошли асбестовые, цементные, кирпичные и гипсовые производства. Характерной особенностью расчетов для этой отрасли стало то, что эмиссии диоксида углерода от кирпичных заводов определялись со значением окисленной фракции углерода, равным 0,76. Из-за особенностей устаревшей технологии при обжиге кирпича около 20 % угля не сгорает, не окисляется в диоксид углерода, что и нашло отражение в расчетах. Всего эмиссия при производстве стройматериалов составила 5317 тыс. т, доля угля была равна 55,9 %, доля углеводородного топлива 44,1 %.

Машиностроение в Казахстане потребляло относительно немного топлива. Предприятия этой отрасли выбросили в атмосферу 286 тыс. т диоксида углерода, 45,2 % эмиссий произошли при сжигании кокса, остальные 54,8 % - угля, мазута и газа. При расчете выбросов от источников легкой и пищевой промышленности как исходный материал был использован совокупный расход топлива для этой отрасли. Из 14865 тыс. т эмиссий 80,6 % произошли при сжигании угля, 12,6 % - мазута и 6,8 % - газа.

В инвентаризации отдельно были рассчитаны эмиссии диоксида углерода от двигателей внутреннего сгорания на автомобильном, железнодорожном, водном и воздушном транспорте, а также от строительных и сельскохозяйственных механизмов. Выбросы составили 32471 тыс. т. Топливная структура этих эмиссий такова: 59,3 % обусловлено использованием дизельного топлива, 35,8 % - бензина, 4,6 % - керосина и 0,3 % - авиационного топлива. В жилищно-коммунальном секторе Казахстана в 1990 году использовано около

десяти типов топлива. Среди них дрова, солома, а также гузапая - сухие стебли и коробочки хлопчатника. Сжигание этого топлива из биомассы привело к эмиссии диоксида углерода, равной 3182 тыс. т. Это значение, согласно методологии МГЭИК, не вошло в итоговую сумму национальных выбросов диоксида углерода [8]. Использование ископаемого топлива для нужд населения привело к выбросу 31171 тыс. т диоксида углерода, 86,5 % эмиссий произошло при сжигании угля, 6,9 % - газа, 4,9 % - мазута и 1,7 % - другого углеводородного топлива.

Сжигание топлива для энергетических целей в Казахстане в 1990 году привело к эмиссии диоксида углерода, равной 190116 тыс. т, вклад при сгорании лигнита составляет 64,7 %, 10,2 % - дизельного топлива, 9,5 % - мазута, 8,4 % - газа. Остальные 7,2 % эмиссий диоксида углерода были обусловлены использованием других типов топлива, прежде всего бензина [6].

В соответствии с рекомендациями МГЭИК, отдельно рассчитывались так называемые летучие эмиссии, или выбросы метана при энергетической деятельности. Они включили выбросы метана в атмосферу от нефтегазового комплекса, угольных шахт и разрезов. Эмиссии метана при добыче, транспортировке, переработке и использовании углеводородного сырья в 1990 году составили 152 тыс. т, из них 94,9 % - это выбросы из газовых систем, 5,1 % - связаны с нефтью. Интересно отметить, что итоговое значение массы выбросов для нефтегазового комплекса превышает на 10 % аналогичную величину от местных источников. Эмиссии метана угольной промышленности объединили выбросы как из шахт, так и из открытых разрезов. Всего при добыче угля в Казахстане в 1990 году выброшено в атмосферу 751,7 тыс. т метана, из них при подземной добыче 84,0 % и при добыче открытым способом 16,0 %. Для Карагандинского бассейна (вся подземная добыча угля в Казахстане) по данным Минэнерго ресурсов суммарная эмиссия метана на 10 % превышает полученную по методике МГЭИК. Всего летучие эмиссии для Казахстана составили 903,7 тыс. т, 83,2 % обеспечено угольной промышленностью и 16,8 % - нефтегазовым комплексом.

По рекомендации МГЭИК, отдельно выделяются эмиссии диоксида углерода при технологических процессах, когда не происходит сжигания топлива. Подобные эмиссии объединены в главе "Промышленные процессы". Для Казахстана рассчитаны эмиссии диоксида углерода при производстве цемента и карбида. В первом случае для расчета использовался коэффициент МГЭИК, во втором - расчет выполнен с учетом химического процесса получения карбида. Всего технологические эмиссии CO_2 в 1990 году составили 4349 тыс. т, из них 95,1 % обусловлено производством цемента и 4,9 % - карбида.

В главу инвентаризации «Сельское хозяйство» вошли эмиссии метана. Анаэробное разложение органического материала на

периодически затопляемых рисовых чеках общей площадью 120 тыс. га вызвало в 1990 году эмиссию 58,2 тыс. т метана. Выбросы от животноводческих хозяйств составили 774,7 тыс. т метана, 89,4 % которых обусловлены кишечной ферментацией животных и 10,6 % - отходами животноводства. На долю мясного крупного рогатого скота пришлось 37,1 % эмиссии метана, 24,4 % дало овцеводство, 31,3 % - от молочного скота, 4,2 % - коневодческие фермы, 3,0 % внесли свиноводческие хозяйства, птицефабрики, а также разведение верблюдов. Суммарные выбросы метана от источников сельского хозяйства равны 833,5 тыс. т, из которых 94,3 % - эмиссии от животноводства и 5,7 % - выбросы с рисовых плантаций [4].

Глава "Утилизация отходов" также содержит данные о выбросах метана, которые рассчитывались отдельно для складирования твердых бытовых отходов (мусорных свалок) и переработки сточных вод. На 10 млн городских жителей Казахстана в год приходилось 1847 тыс. т мусора, 80 % которых было вывезено на свалки. Учитывая массу содержания углерода в отходах и массу фактического разложения, получено, что эмиссия метана с мусорных свалок в 1990 году составила 108,2 тыс. т. В очистных сооружениях анаэробному (без доступа воздуха) разложению подверглось только 10 % сточных вод, что вызвало эмиссию метана в 3,3 тыс. т. Всего при утилизации отходов в Казахстане в 1990 году выброшены в атмосферу 111,5 тыс. т метана, из них 97 % с мусорных свалок и 3 % из очистных сооружений.

Несмотря на малочисленность лесов Казахстана, в главе «Изменение землепользования и лесное хозяйство» содержатся подробные расчеты баланса эмиссии и поглощения диоксида углерода зеленой массой. Методология МГЭИК по расчистке лесов выжиганием использована для учета выбросов ПГ при лесных пожарах [6]. В результате расчетов получено, что эмиссия диоксида углерода из-за лесных пожаров, в пересчете на 1990 год, составила 616,2 тыс. т, из них 32,9 % обусловлено непосредственно горением и 67,1 % - разложением остаточной биомассы на пожарищах. Поглощение диоксида углерода зеленой массой в 1990 году составило 4627 тыс. т, и 4011 тыс. т - лесами за вычетом выбросов от лесных пожаров.

Табл. 1 обобщает результаты казахстанской инвентаризации. Массы эмиссий приведены в CO_2 -эквиваленте. В этот эквивалент пересчитываются только выбросы газов с прямым парниковым эффектом, чтобы можно было складывать эмиссии диоксида углерода, метана и закиси азота и получать суммарную эмиссию. При этом используется значение потенциала глобального потепления (GWP). Это относительная величина, которая показывает вклад в парниковый эффект того или иного ПГ прямого действия: GWP принят равным 1 для CO_2 , 24,5 для CH_4 , и 320 для N_2O [8]. Для получения массы эмиссий в CO_2 -эквиваленте масса ПГ на молекулярной основе умножалась на значение соответствующего потенциала GWP. Как и

следовало ожидать, основная масса выбросов ПГ пришлось на диоксид углерода (80,4 %), доля метана 19,3 %, закиси азота 0,3 %. Основными источниками эмиссий диоксида углерода являются энергетика (48,0 %), двигатели внутреннего сгорания (16,7 %), промышленность (16,6 %) и жилищно-коммунальный сектор (16,0 %). Если принять выбросы от промышленных предприятий за 100 %, то на долю легкой и пищевой промышленности пришлось 46,1 %, 30,8 % составили выбросы от черной и цветной металлургии, 16,5 % - промышленности строительных материалов, 5,7 % - химической, и 0,9 % - машиностроения. На долю промышленных процессов (не связанных со сжиганием топлива) и нефтегазового комплекса приходится 2,7 % выбросов основного ПГ. Поглощение диоксида углерода лесами составило всего 2,1 % суммарных выбросов.

Таблица 1

Эмиссии парниковых газов с прямым эффектом в Казахстане
в 1990 году, тыс. т CO₂ - эквивалента

Источники ПГ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Все ПГ
Энергетическая деятельность				
Черная и цветная металлургия	9959,0	—	35,2	9994,2
Химическая промышленность	1848,0	—	2,2	1850,2
Промышленность строительных материалов	5317,0	—	18,6	5335,6
Машиностроение	286,0	—	1,0	287,0
Легкая и пищевая промышленность	14865,0	—	62,1	14927,1
ИТОГО эмиссии от промышленности	32275,0	—	119,1	32394,1
Энергетика	93159,0	—	370,6	93529,6
Нефтегазовый комплекс	1052,0	—	1,9	1053,9
Сжигание биомассы	(3182,0)	156,8	44,2	201,0
Двигатели внутреннего сгорания	32471,0	137,2	195,2	32803,4
Коммунально-бытовой сектор	31171,0	4,9	—	31175,9
ИТОГО эмиссии при сжигании топлива	190128,0	298,9	731,0	191157,9
Добыча угля	—	18416,7	—	18416,7

Продолжение табл. 1

Источники ПГ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Все ПГ
Нефтегазовый комплекс	–	3724,0	–	3724,0
ИТОГО летучие эмиссии	–	22140,7	–	22140,7
ВСЕГО эмиссии при энергетической деятельности	190128,0	22439,6	731,0	213298,6
Промышленные процессы				
Производство цемента	4138,0	–	–	4138,0
Производство карбида	211,0	–	–	211,0
ИТОГО	4349,0	–	–	4349,0
Сельское хозяйство				
Кишечная ферментация в животноводстве	–	16954,0	–	16954,0
Отходы животноводства	–	2021,3	–	2021,3
Выращивание риса	–	1425,9	–	1425,9
ИТОГО	–	20401,2	–	20401,2
Изменение землепользования и лесное хозяйство				
ИТОГО	– 4011,0	22,1	1,9	– 3987,0
Утилизация отходов				
Складирование твердых бытовых отходов	–	2650,9	–	2650,9
Сбраживание сточных вод	–	80,9	–	80,9
ИТОГО	–	2731,8	–	2731,8
Суммарные национальные эмиссии ПГ с прямым эффектом				
ВСЕГО	190466,0	45594,7	732,9	236793,6

Примечание. Поглощение CO₂ при изменении землепользования и в лесном хозяйстве вычтено из суммарных эмиссий. Без учета поглощения суммарные эмиссии CO₂ и всех ПГ составили соответственно 194477,0 и 240780,6 тыс. т CO₂-эквивалента. Эмиссия CO₂ от сжигания биомассы взята в скобки, потому что, согласно МГЭИК, не включается в итоговую сумму.

Как видно (см. табл. 1), основными источниками метана в Казахстане являлись добыча угля (40,4 %), кишечная ферментация сельскохозяйственных животных (37,2 %), нефтегазовый комплекс (8,2 %) и складирование твердых отходов (5,8 %). Остальные 8,4 % пришлось на сельскохозяйственные отходы, выращивание риса и некоторые другие источники. Выбросы закиси азота незначительны, однако этот газ обладает большим потенциалом GWP. В инвентаризации были определены только эмиссии, связанные со сжиганием топлива. Выбросы закиси азота от сельского хозяйства не рассчитывались из-за отсутствия у МГЭИК единой методики определения таких эмиссий. В итоге можно сказать, что 50,5 % выбросов закиси азота пришлось на энергетику, 26,6 % - на двигатели внутреннего сгорания, 16,3 % - на промышленность и 6,0 % - на сжигание биомассы. С нефтегазовым комплексом и лесными пожарами связаны всего 0,6 % эмиссий закиси азота.

Подытоживая краткий обзор инвентаризации, необходимо отметить основные источники ПГ в целом. Всего в 1990 году в атмосферу выброшено около 241 млн т CO_2 -эквивалента, 38,8 % эмиссий обеспечила энергетика, на долю двигателей внутреннего сгорания, промышленности и жилищно-коммунального сектора пришлось соответственно 13,6, 13,5 и 12,9 % выбросов главных ПГ. Остальные источники, прежде всего топливная промышленность и сельское хозяйство, ответственны за 21,2 % эмиссий ПГ с прямым эффектом. В инвентаризации определены суммарные эмиссии окиси углерода, оксидов азота и НЛОС, которые составили соответственно 3108 тыс. т, 1197 тыс. т и 260 тыс. т. Основным источником этих ПГ с косвенным эффектом стали двигатели внутреннего сгорания [6].

Несмотря на отсутствие данных о топливном балансе и промышленных сточных водах, инвентаризация является полным кадастром ПГ Казахстана для 1990 года по методологии МГЭИК. Эта методика не позволяет охватить полный спектр классов ПГ (например, хлорфторуглеродороды) и их источников (например, возделываемые почвы или производство сольвентов), поскольку у мирового сообщества нет единого мнения по их учету.

Неопределенности или погрешности исходных статистических данных соавторами инвентаризации оценены в 5 % для энергетики, в 5-20 % для других отраслей, за исключением жилищно-коммунального сектора, где погрешности могли быть более 20 % [6]. Данные о погрешностях исходных данных, коэффициентов эмиссий, а также совокупные неопределенности расчетов согласно МГЭИК, приведены в табл. 2. По этим данным 79,4 % казахстанских эмиссий ПГ (без учета поглощения лесами), связанных со сжиганием топлива для энергетических целей, определено с погрешностью ± 10 %. Летучие эмиссии (9,2 % выбросов), рассчитаны с неопределенностью ± 60 %. Эмиссии при кишечной ферментации в животноводстве, составившие

7,0 % казахстанских суммарных выбросов ПГ, получены с погрешностью ± 25 %. Для остальных 4,4 % эмиссий неопределенность варьируется в пределах $\pm 20-80$ %.

Таблица 2

Погрешности расчетов эмиссий парниковых газов по методологии МГЭИК, %

Категория источников	Погрешность коэффициента эмиссий	Погрешность исходных данных	Общая погрешность
Диоксид углерода			
Энергетическая деятельность	7	7	10
Промышленные процессы	7	7	10
Метан			
Нефтегазовый комплекс	55	20	60
Угольная промышленность	55	20	60
Выращивание риса		Более 60	
Утилизация отходов		Более 60	
Кишечная ферментация в животноводстве	25	10	25
Отходы животноводства	20	10	20

Из зарубежных источников известно, что в 1992 году Казахстан занимал 14 место в мире по выбросам CO_2 при сжигании ископаемого топлива, наибольшие эмиссии имеют США, Китай и Россия [3]. Удельный выброс CO_2 при сжигании топлива в Казахстане в 1990 году составил более 11 т на душу населения [6] и являлся одним из самых больших среди 30 развивающихся стран, предоставивших свои инвентаризации в 1995 году, уступая аналогичным показателям только в Эстонии, Чехии и Украине. Удельные эмиссии в расчете на доллар валового внутреннего продукта составили в Казахстане 2,7 т CO_2 в остальных странах эти показатели изменялись от 0,2 т CO_2 (Камерун) до 6,3 т CO_2 (Китай) [7].

Представляет интерес прогноз эмиссий ПГ на будущее. Эмиссии диоксида углерода оказалось возможным рассчитать на период до 2010 года [1], используя рекомендацию МГЭИК и прогноз потребления основных типов топлива в Казахстане [2] (табл. 3).

Таблица 3

Эмиссии диоксида углерода в Казахстане при сжигании различных типов топлива в 1990 - 2010 годах, тыс. т

Тип топлива	1990 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.
Уголь	114456	117929	118425	107207	110085	11197	111973
Природный и попутные газы	21789	28549	28939	21903	22852	26650	26650
Бензин	13256	12430	9890	8720	11674	12291	12909
Мазут	19932	20623	14490	12037	14184	16023	19703
Дизельное топливо	20112	21284	14606	12110	19082	19082	19082
Сжиженные углеводородные газы	1189	1501	1501	1937	3626	4436	4436
Авиакеросин	3189	3190	1915	1559	3826	5668	7583
ВСЕГО	193923	205506	18976	165473	185329	196123	202336

Согласно этим расчетам, эмиссии диоксида углерода при сжигании ископаемого топлива в 1990 году составили 193923 тыс. т, что на 2 % больше, чем по данным нашей инвентаризации. Расхождение объясняется различной природой исходных данных. Если принять суммарные эмиссии в 1990 году за 100 %, то эмиссии в 1993, 1994, 1995, 2000, 2005 и 2010 годах составляют соответственно 106, 98, 85, 96, 101 и 104 %. По этому прогнозу, авторы считают его пессимистичным, выбросы основного ПГ при сжигании топлива достигнут уровня базового года лишь к 2005 году.

Результаты инвентаризации ПГ Казахстана стали основой для дальнейших исследований в области смягчения последствий предполагаемого изменения климата. В частности, данные инвентаризации использовались при работе с моделью энергетического планирования ENPER. На будущее предполагается как дополнение данных об эмиссиях ПГ для 1990 года, так и проведение расчетов на перспективу, поскольку национальные инвентаризации должны обновляться каждые три года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенков Е. П., Кондратьев К. Я. Круговорот углерода и климат. - Л.: Гидрометеоздат, 1988. - 322 с.
2. Государственная программа энергосбережения Республики Казахстан в период становления рыночных отношений: концепция энергосбережения / Министерство энергетики и угольной промышленности Республики Казахстан. - Алматы, 1995. - 76 с.

3. Carbon Dioxide Emissions from Fossil Fuel Burning: Emissions Coefficients and the Global Contribution of Eastern European Countries / G. Marland, T. Boden, R. Andres et al. // *Idojaras.* - 1995. - Vol. 99, № 3-4. - P. 157-170.
4. GHG Emissions from Agriculture, Land Use Change and Forestry in Kazakstan / E. Monocrovich, O. Pilifosova, E. Gossen, A. Startsev // *Idojaras.* - 1995. - Vol. 99, № 3-4. - P. 250-258.
5. GHG Emissions from the Power Generation Sector, Mobile Sources and the residential Sector in Kazakstan / E. Monocrovich, N. Inozemtseva, D. Danchuk et al. // *Idojaras.* - 1995. - Vol. 99, № 3-4. - P. 337-344.
6. Inventory of Kazakstan Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 / E.I. Monocrovich, O.V. Pilifosova, D. Danchuk et. al. // *Greenhouse Gas Emission Inventories. Interim Results from the U. S. Country Studies Program.* - 1996. - P. 289-297.
7. National Greenhouse Gas Emission Inventories in Developing Countries with Economies in Transition: Global Synthesis / Braatz B., Barvenik S. // *Greenhouse Gas Emission Inventories. Interim Results from the U. S. Country Studies Program.* - 1996. - P. 1-45.
8. Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios // *Climate Change 1994 / Edited by J.T. Houghton, Meira Filho et. al.* - Cambridge: Cambridge University Press, 1995. - 339 p.
9. Schipper L., Meyers S.. *Energy Efficiency and Human Activity: Past Trends, Future Prospects.* - Cambridge: Cambridge University Press, 1992. - 385 p.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

1990 ЖЫЛЫ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ПАРНИКТІ ГАЗДАРДЫҢ ЭМИССИЯСЫН ИНВЕНТАРИЗАЦИЯЛАУДЫҢ ҚОРЫТЫНДЫСЫ ТУРАЛЫ

Д.Ю. Данчук

1990 жылдың инвентаризациялау мәліметтері бойынша Қазақстанда парник газдардың эмиссияларына талдау жасалынды. Парник газдардың қосынды шығарылуы CO_2 -ге эквивалентті 200 млн.т. жоғары екені және олар көбінесе энергетикадан шығатыны көрсетілді. CO_2 -нің 2/3 эмиссиясы көмір жағу арқылы болды. Атмосфераға парник газдардың шығарылуына болжау жасалынды.