

УДК 551.583:620.9 (574)

**АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОГРАНИЧЕНИЯ ЭМИССИЙ
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ
КАЗАХСТАНА**

Т.К. Темертеков
Канд. геогр. наук О.В. Пилифосова
Е.Ю. Смирнова
Д.Ю. Данчук

Рассматриваются варианты ограничения эмиссий парниковых газов в энергетическом секторе. На их основе построены альтернативные сценарии развития энергетики, анализ которых выявил следующую приоритетность: модернизация ТЭЦ; ввод малых ГЭС; строительство АЭС; ввод ВЭС и использование солнечной энергии. Рассмотрена национальная программа энергосбережения как перспективный вариант сокращения выбросов парниковых газов.

Подписание Рамочной Конвенции ООН по Изменению Климата (РКИК/ООН) в Рио-де-Жанейро в 1992 г. свидетельствует о признании того факта, что климатические изменения в результате деятельности человека представляют собой угрозу экологии и экономическому развитию во всем мире. Конечная цель РКИК/ООН, как указано в статье 4, заключается в стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который предотвратит опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в период времени, достаточный для того, чтобы экосистемы могли естественно адаптироваться к изменениям климата. Конвенция призывает всех участников Конференции Сторон разрабатывать, периодически обновлять, публиковать и представлять на Конференцию Сторон национальные кадастры антропогенных выбросов всех газов с парниковым эффектом, за исключением хлорфторуглеродов, которые уже охвачены Монреальским протоколом; использовать сопоставимые методологии для составления кадастров источников и стоков парниковых газов (ПГ); регулярно публиковать национальные сообщения [6]. Для проведения исследований изменения климата по определенной стандартной методологии и предоставления результатов политическим деятелям была специально организована Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), созданная ООН и ВМО.

В результате проведенной в Казахстане по методологии МГЭИК [3] инвентаризации источников парниковых газов за 1990 г. получено, что значительная доля всех эмиссий парниковых газов (90,1 %) приходится на категорию энергетическая деятельность [4]. При этом основная масса выбросов парниковых газов (80,4 %) пришлось на диоксид углерода (углекислый газ). Главными источниками эмиссий диоксида углерода являются процессы, связанные с производством тепла и электроэнергии (далее просто энергетика), на долю которой приходится около 40 % всех выбросов. Это вызвано тем, что характерной особенностью энергетики Казахстана является преобладание угля в топливном балансе, а он имеет наибольший коэффициент выброса углерода в расчете на единицу энергетического содержания топлива. Доля угля в энергетике республики составляет около 90 % [4].

В силу вышесказанного, анализ мер по сокращению выбросов ПГ [5] был сосредоточен на возможных мероприятиях по уменьшению эмиссий в энергетическом секторе, а именно в электроэнергетике. Учитывая наличие соответствующих природных ресурсов Казахстана, имеющиеся научные и технические разработки и экспертные оценки специалистов Министерства энергетики, были выбраны следующие возможные меры снижения выбросов парниковых газов: модернизация ТЭЦ, строительство малых гидроэлектростанций и атомной электростанции, использование энергии солнца и ветра.

На основе статистических данных за базовый 1990 год, макроэкономических прогнозов, планов развития энергетики Казахстана, прогнозов мировых цен на топливно-энергетические ресурсы и другой информации построен базовый сценарий развития энергетики до 2020 года, а затем и соответствующий ему базовый сценарий эмиссий парниковых газов, то есть ход выбросов в предположении, что не принимается никаких действий по их сокращению.

Для получения сценариев сокращения вносились изменения в базовый энергетический сценарий в соответствии с выбранными мерами по ограничению выбросов ПГ. Затем моделировалось развитие энергетики с учетом этих мероприятий, и после этого рассчитывались соответствующие сценарии хода эмиссий парниковых газов. В заключение все выбранные меры оценивались по различным критериям: стоимости реализации, влияния на окружающую среду и экономику и другим.

В соответствии с вышерассмотренными вариантами снижения выбросов ПГ составлены следующие альтернативные сценарии:

- с учетом модернизации теплоэлектростанций, названный модернизация ТЭЦ;
- с учетом ввода малых гидроэлектростанций - ГЭС;
- с учетом строительства ветровых электростанций - ВЭС;
- с учетом строительства атомных электростанций - АЭС;
- с учетом строительства солнечных электростанций - СЭС;

- с учетом всех вышеназванных мер - интегрированный.

Для анализа возможностей сокращения парниковых газов была использована модель энергетического планирования ENPER [2]. Эта модель разработана Аргоннской Национальной лабораторией (США) по заказу Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). ENPER является не одной моделью, а набором моделей, реализованных в виде 9 модулей. Из них в нашем анализе использованы лишь два - BALANCE и IMPACTS. С помощью модуля BALANCE разработаны сценарии развития энергетики. Затем в модуле IMPACTS получены сценарии выбросов парниковых газов.

Для моделирования энергетического сектора Казахстана с помощью ENPER создана модель энергосектора. Она основана на данных топливно-энергетического баланса за базовый 1990 год. Модель также включает в себя существующие и планируемые до 2020 года виды деятельности, информацию о добыче и запасах энергоресурсов, их конверсии в тепло и электричество, их потреблении и другую информацию. Модель энергосистемы Казахстана представлена тремя секторами. Первый сектор включает в себя первичные энергоресурсы по отдельным видам топлива - местный и импортный уголь, газ, нефть и нефтепродукты. Небольшую часть составляют природный газ и электроэнергия, импортируемые из Средней Азии и России. Все топливно-энергетические ресурсы Казахстана разделены на следующие функциональные блоки: местная нефть; импортная нефть; импортные бензин и дизельное топливо; импортный мазут; местный природный газ; импортированный природный газ; местный лигнит (Экибастузский уголь); местный полубитуминозный (Карагандинский) уголь; импортный лигнит; импортный полубитуминозный уголь; импортное электричество; гидроэнергетические ресурсы. Второй сектор включает конверсию первичных энергоресурсов в другие виды энергоносителей и их распределение. Здесь имитируются действующие и будущие электростанции, котельные и нефтеперерабатывающие заводы. Третий сектор - сектор потребления топливно-энергетических ресурсов, который организован для тепла и электроэнергии по отраслевому признаку, а для первичных ресурсов по типам топлива: нефть, нефтепродукты, уголь и газ. Подобное представление потребительского сектора обусловлено тем, что энергосеть моделируется для анализа только электрогенерирующего сектора. Электроэнергия при моделировании распределяется среди предприятий металлургии, промышленности, жилищно-коммунального сектора, транспорта и сельского хозяйства, а также на экспорт. Тепло распределяется при моделировании для крупнейших его потребителей - промышленности и жилищно-коммунального сектора. Остальные блоки потребительского сектора введены для замыкания топливно-энергетического баланса и называются - "спрос на газ", "спрос на уголь", "спрос на мазут", "спрос на нефтепродукты", а также "экспорт нефти".

Ход эмиссий CO_2 , важнейшего парникового газа, по различным сценариям, полученный в результате анализа, показан на рис. 1, из которого видно, что с 1990 по 1996 год происходит уменьшение выбросов CO_2 , вызванное кризисом в экономике, после чего наблюдается резкий рост эмиссий, что, в свою очередь, отражает очень оптимистичный прогноз валового внутреннего продукта, который был использован в анализе.

Сравнение уровней эмиссий базового и других сценариев показывает, что потенциал сокращения CO_2 значительно различается для отдельных сценариев. Как видно (см. рис. 1), развитие атомной энергетики может привести к наиболее значительному сокращению эмиссий CO_2 . В соответствии со сценарием "АЭС", по сравнению с базовым сценарием, годовое сокращение эмиссий в 2010, 2015 и 2020 гг. равно 1,9; 3,8 и 7,1 % соответственно. Модернизация ТЭЦ может сократить эмиссии CO_2 до 1609 Гг в 2000 г. и около 2330 Гг в 2020 г. Это составляет около 2 % базового уровня. Потенциал сценариев "ГЭС" и "ВЭС" равен 0,2 и 2,6 % в 2000 и 2020 гг., соответственно. Общий потенциал всех мер сокращения (интегрированный сценарий) составит от 2,9 % в 2000 г. до 11,1 % в 2020 г.

Кроме сокращения выбросов CO_2 , необходимо рассматривать и другие показатели. Оценка исследованных мер по основным критериям представлена в таблице, из которой видно, что сценарий "АЭС" имеет наибольший потенциал сокращения выбросов ПГ и вредных веществ, в 1,5-3 раза больше, чем по другим сценариям. В тоже самое время, стоимость сокращения является одной из самых высоких и превышает все остальные (за исключением сценария "ВЭС") в 2-3 раза. Сценарий "модернизация ТЭЦ" выглядит наиболее привлекательно: во-первых, он имеет большой потенциал сокращения эмиссий ПГ, во-вторых, довольно низкую стоимость сокращения, и в-третьих, имеет хорошие шансы на реализацию и согласуется с национальными планами развития. Строительство малых ГЭС является самым экономически выгодным сценарием. Это единственный сценарий который ведет к удешевлению электроэнергии и, следовательно, к сбережению фондов. По этому сценарию также наблюдается наибольшее сокращение импорта электричества из Средней Азии.

Интеграция всех мер сократила бы выбросы CO_2 на 158 млн т за весь период или ежегодно в среднем на 5,7 млн т. Расходы на сокращение составили бы почти 5 млрд долларов, и для этого сценария снижение каждого процента выбросов CO_2 ведет к увеличению цены электричества на 1 %.

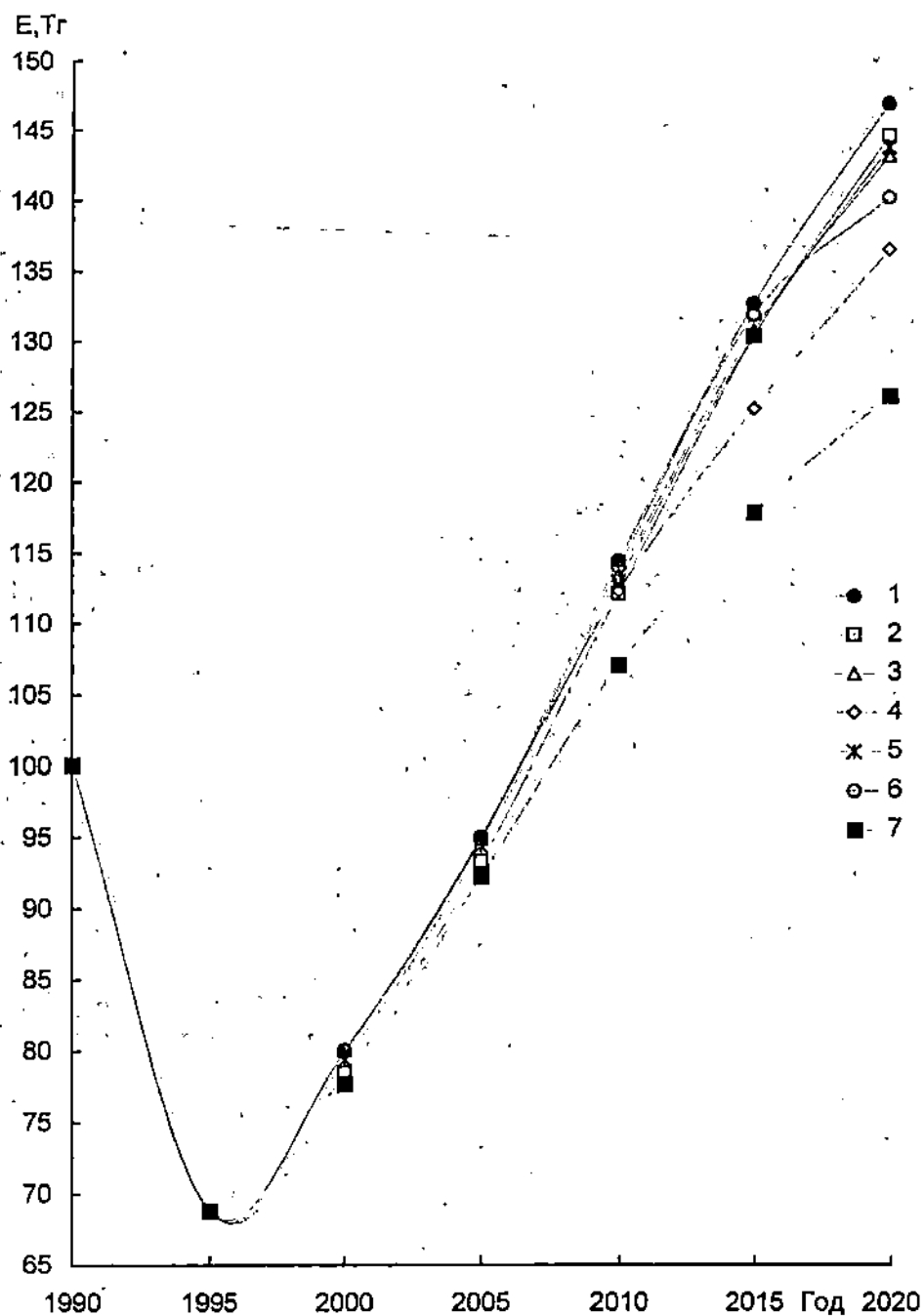


Рис. 1. Ход эмиссий CO₂ (E) по различным сценариям: 1-базовый; 2-модернизация ТЭЦ; 3-ГЭС; 4-АЭС; 5-ВЭС; 6-СЭС; 7-интегрированный.

Согласно критериям, перечисленным в таблице, можно представить следующую приоритетность мероприятий:

- модернизация ТЭЦ;
- ввод малых ГЭС;
- строительство АЭС;
- ввод ВЭС;
- использование солнечной энергии.

В целом можно сказать, что выбросы парниковых газов в энергетике Казахстана не превысят уровня 1990 года, по крайней мере до 2005 года, даже при очень оптимистичном сценарии развития экономики. Максимально возможное снижение выбросов CO_2 может составить к 2020 году около 21 % уровня базового 1990 года. Возможное ежегодное снижение эмиссий CO_2 по интегрированному сценарию составит от 3 % в 2000 году до 11 % в 2020 году.

Отметим, что анализ имеет скорее качественный характер, нежели количественный, и должен рассматриваться как предварительная оценка. Углубленный анализ конкретных проектов (мер) сокращения эмиссий ПГ проводится при подготовке Национального плана действий по изменению климата.

В энергетическом секторе Казахстана стратегия сокращения выбросов непосредственно связана с основной национальной стратегией развития энергетики. Все рассмотренные меры были включены в утвержденные планы развития энергетики в первой половине 90-х годов. В тоже время, Казахстан находится в экономическом кризисе, который значительно ограничивает финансовые возможности правительства при решении критических проблем в энергетике.

Перспективным способом снижения эмиссий ПГ является реализация национальной программы энергосбережения РК [1]. Эта программа оценивает три потенциала энергосбережения (ПЭ): технологический ПЭ - максимальный потенциал, реализуемый при внедрении всех технологических достижений (используется как теоретически возможный ориентир); экономический ПЭ - реализуемый при реальных экономических ограничениях возможных инвестиций в мероприятия энергосбережения (применяется как плановый, возможно достигаемый в какой-то период, ориентир); рыночный ПЭ - реально достижимый, при учете всего комплекса возможных ограничений, вытекающих из реальной экономической, политической, структурной, организационной ситуации в стране. Эти потенциалы в количественном выражении приведены на рис. 2.

Абсолютная величина потенциала энергосбережения определяется, исходя из разности удельной энергоемкости Республики Казахстан и развитых стран, умноженной на объем валового внутреннего продукта. Удельная энергоемкость валового внутреннего продукта Республики Казахстан равна 1,03 тут/тыс.долл. (тонн условного топлива на 1 тыс. долларов); удельная энергоемкость (средневзвешенная)

Оценка сценариев сокращения выбросов парниковых газов

| Критерий оценки | АЭС | ТЭЦ | ВЭС | ГЭС | СЭС | Интегрированный |
|---|--------|--------|-------|-------|-------|-----------------|
| Кумулятивное сокращение ПГ: | | | | | | |
| CO ₂ , тыс. т | 58288 | 40083 | 28662 | 19421 | 20022 | 157851 |
| CH ₄ , т | 588 | 373 | 288 | 196 | 172 | 1533 |
| Стоимость сокращения CO ₂ , долл./т | 49,05 | 15,26 | 50,33 | 19,96 | 22,35 | 31,21 |
| Сокращение импорта (среднее за год, долл.) | Неопр. | Неопр. | 64606 | 68793 | 24088 | 145522 |
| Кумулятивное сокращение, тыс. т: | | | | | | |
| окислов серы | 1739 | 693 | 843 | 566 | 268 | 4096 |
| зола | 517 | 329 | 253 | 171 | 151 | 1349 |
| Устойчивость | С | В | С | В | С | - |
| Согласованность с национальными планами развития | С | В | С | В | С | - |
| Неопределенность данных | С | Н | В | Н | В | - |

Примечание. Н - низкое; С - среднее; В - высокое; Неопр. - неопределенное.

стран Организации Экономического Сотрудничества равна 0,39 тут/тыс.долл. При достижении удельной энергоемкости развитых стран абсолютный потенциал энергосбережения Республики Казахстан составит 61,51 млн тут [1].

Р, млн тут

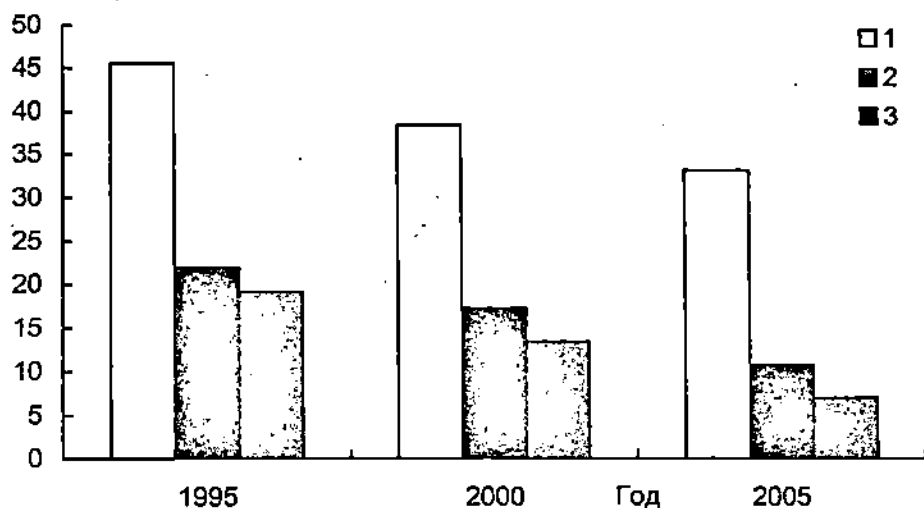


Рис. 2. Потенциалы (Р) энергосбережения в Казахстане: 1-технологический; 2-экономический; 3-рыночный.

Следующим шагом в исследованиях изменения климата будет углубленная оценка мер и технологий, относящихся к энергосбережению и возобновляемым источникам энергии, с точки зрения их потенциала сокращения выбросов ПГ и стоимостной эффективности для включения их в Национальный план действий. Однако в настоящий момент планирование, анализ и реализация мер по сокращению выбросов парниковых газов значительно осложнена происходящей тотальной приватизацией энергетического сектора и неопределенностью развития как энергетики, так и всей экономики в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа энергосбережения Республики Казахстан в период становления рыночных отношений: концепция энергосбережения / Министерство энергетики и угольной промышленности Республики Казахстан. - Алматы, 1995. - 76 с.
2. Energy and Power Evaluation Program (ENPEP) Documentation and User's Manual. Vol. 1 / B.P. Hamilton, W. Buehring, R. Cirilo, et. al.; Argonne National Laboratory.-Argonne, 1994. - 371 p.
3. Greenhouse Gas Inventory. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 1 / Edited by B. Bolin. -London, 1995. - 325 p.

4. Inventory of Kazakstan Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990/ E. Monocrovich, O. Pilifosova, D. Danchuk, et al. // Greenhouse Gas Emission Inventories. Interim Results from the US Country Studies Program. - Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers, 1996. - p. 289-299.
5. Sathaye J., Meyers S. Greenhouse Gas Mitigation Assessment: A Guidebook. - Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers, 1995. - 343 p.
6. United Nations Framework Convention on Climate Change/Climate Change Secretariat. - Geneva, 1992. - 29 p.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГЕТИКА СЕКТОРЫНДА ПАРНИКТІ ГАЗДАР ЭМИССИЯСЫНА ШЕК ҚОЮ ТҮРЛЕРІН ТАЛДАУ

Т.К. Темертеков
Геогр. г. канд. О.В. Пилифосова
Е.Ю. Смирнова
Д.Ю. Данчук

Энергетика секторында парникті газдар эмиссиясына шек қою түрлері қарастырылды. Осылардың негізінде энергетика өркендеуінің альтернативті жолдары құрылған бірнеше талдаулардан кейін келесі алдыңғы қатарлары айқындалды: жылу электростансаларын осы кездегі тілекке сәйкес өзгерту, кішігірім гидроэлектростансаларды пайдалану, жел және атом электростансаларын салу, күн энергиясын пайдалану. Энергия сақтаудың ұлттық бағдарламасы парник газдардың шығуын қысқарту ретінде қарастырылды.