

*Регион: экономика и социология, № 4, 2010, с. 275–292*

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДОМИНИРОВАНИЯ УГЛЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ СИБИРИ

**Н.М. Журавель**

*ИЭОПП СО РАН*

**В.К. Накорякова**

*Национальный исследовательский Новосибирский государственный  
университет*

### **Аннотация**

Дано определение наилучших доступных технологий и предложены методы их отбора для решения проблемы сокращения эколого-экономического ущерба, причиняемого угольной энергетикой природным комплексам Сибири. Обосновываются постановка задачи, приводятся методологические подходы и алгоритмы расчетов сокращения ущерба с использованием наилучших доступных технологий и с привлечением стоимостного топливно-энергетического баланса. Представлены результаты расчетов и основные выводы из их анализа.

**Ключевые слова:** эколого-экономический ущерб, угольный комплекс Сибири, энергетическая стратегия, наилучшая доступная технология

### **Abstract**

The paper presents a definition of the best technology available. To reduce the ecologic and economic damages from the coal energy industry, we offer a technique for selection such technologies. The paper includes the statement of the problem, methodology and algorithms for calculating the damage reduction

obtained by application of such best technologies. Our calculation and conclusions, which are presented here, are made on the base of the Siberian cost energy budgets.

**Keywords:** ecologic and economic damage, Siberian coal energy industry, energy strategy, best technologies available

При производстве электрической и тепловой энергии на электростанциях и котельных Сибири и Дальнего Востока в 2008 г. доля угля в общем объеме потребленных топливных ресурсов составила 65%. К 2030 г. она еще увеличится вследствие ввода на полную мощность экспортных угольных электростанций и достигнет на крупных электростанциях Восточной Сибири 80%. Укрупненная экологическая оценка перспектив развития топливно-энергетического комплекса восточных районов России, сделанная в Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, показала, что «в случае развития ТЭК с сохранением значительного объема потребления угля и без существенного внедрения природоохранных мер к 2030 г. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу могут увеличиться в 2–2,5 раза» [1, с. 261], доля угольных ТЭС в суммарном выбросе составит 60%. В связи с этим острой становится проблема оценки ущерба, причиняемого угольной энергетикой природным комплексам Сибири, и выявления наиболее действенных и экономически выгодных путей его сокращения.

Данная статья посвящена оценкам перспектив сокращения эколого-экономического ущерба от угольной энергетики Сибири по сценариям ее развития в Энергетической стратегии России на период до 2030 г. (далее – ЭС-30) [2] при замене действующих технологий наилучшими доступными технологиями (НДТ).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ВЫБОР**

Принцип нормирования воздействий на окружающую среду на основе НДТ был введен директивой Евросоюза от 24 сентября 1996 г. «О комплексном предотвращении и контроле загрязнения». Под тех-

нологией понимается совокупность технических процессов, технических решений, способов, методов производства, эксплуатации, вывода из эксплуатации объектов или их отдельных частей. В содержании понятия «наилучшая доступная технология» учитываются экологический и экономический аспекты, возможность использования технологии в соответствующих отраслях производственной деятельности, а также наличие технологии на рынке – возможность ее свободно приобретения и внедрения независимо от страны использования или разработки.

*Экологическими критериями* оценки НДТ являются ее возможности по обеспечению комплексного предотвращения или сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, водные объекты, иные компоненты окружающей среды, а также сокращения (исключения) образования отходов производства и потребления, снижения энергоемкости и ресурсоемкости производственных процессов. Технология будет наилучшей только в том случае, если при ее применении обеспечивается охрана окружающей среды в целом, а не охрана отдельных компонентов природной среды за счет ухудшения или недостаточной охраны других компонентов.

*Экономическим критерием* оценки НДТ является учет финансовых возможностей подавляющего большинства субъектов, осуществляющих ту или иную производственную деятельность, по ее приобретению, внедрению и использованию. Необходимо сделать оценку затрат и выгод используемой технологии, т.е. определить, превышают ли экологические выгоды экономические затраты.

Только при совокупном учете вышеназванных аспектов конкретная технология может быть признана наилучшей доступной. Наилучшая доступная технология – это не цель, а инструмент нормирования воздействий на окружающую среду. В упомянутой директиве ЕС «О комплексном предотвращении и контроле загрязнения» этот принцип заложен в самом определении НДТ: «Под лучшими из имеющихся технологий понимается наиболее эффективная и передовая стадия в развитии производственной деятельности и методов эксплуатации объектов, что указывает на их практическую пригодность по созданию основы для определения предельных величин выбросов,

и предназначенных для предотвращения или, если оно практически невозможно, сокращения выбросов и воздействия на окружающую среду в целом» [3].

Никакая технология не может быть рекомендована или навязана хозяйствующему субъекту, он вправе использовать любую из имеющихся технологий, но при этом должен обеспечить соблюдение таких экологических требований, которые могут быть достигнуты при использовании наилучших из имеющихся технологий. Эти требования являются комплексными и призваны обеспечить минимально возможное воздействие объекта на окружающую среду в целом.

На основе результатов фундаментальных исследований и прикладных конструкторско-технологических разработок в энергетике создан ряд технологий переработки угля, которые делают этот процесс более чистым по сравнению с преобладающей в современной угольной энергетике технологией сжигания угля в небольших котельных, на ТЭЦ или крупных ГРЭС. Главными недостатками технологии, используемой сегодня, наряду с низким КПД оборудования являются значительные загрязнения окружающей среды вредными выбросами, сбросами и отходами. Характеристика и эколого-экономическая оценка технологий глубокой переработки угля, которые являются наилучшими доступными технологиями в описанном выше понимании, содержатся в монографии [4]. В наших расчетах использованы данные по сокращению удельного эколого-экономического ущерба (руб./тут угля) по четырем наиболее эффективным из них. Это схема комбинирования производства электроэнергии с внутрицикловой газификацией угля (ПГУ); комплексная газификация; циркулирующий псевдоожиженный слой; алло-автотермическая газификация угля для производства синтез-газа по двум схемам: в первой от мощного алло-автотермического газификатора (ААГ) газ подается на локальные теплофикационные установки (тепловые насосы или водогрейные котлы, работающие на синтез-газе), во второй схеме ААГ малой мощности комбинируются с абсорбционными тепловыми насосами в локальных установках на месте потребления тепла.

Исследование проблемы сокращения стоимостного эколого-экономического ущерба от угольной энергетики Сибири при замене дей-

ствующих технологий на НДТ по сценариям ее развития в ЭС-30 потребовало решения следующих задач:

- 1) расчет с помощью стоимостного топливно-энергетического баланса РФ ущерба природной среде при существующих технологиях в угольной энергетике Сибири;
- 2) перенос полученных данных по ущербам на объемы добычи и переработки угля, заложенные в ЭС-30 для угольных бассейнов Сибири;
- 3) определение величины сокращения стоимостного ущерба в результате применения НДТ на прогнозируемые в ЭС-30 объемы добычи угля и сроки;
- 4) сравнение рассчитанного сокращения ущерба с существующими и планируемыми объемами инвестиций в природоохранную инфраструктуру угольной энергетики Сибири.

Наибольшую методическую трудность представляет решение первых трех задач, которые в такой постановке никогда не рассматривались.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УЧЕТА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ СИБИРИ**

Основными предпосылками для постановки задачи стали

- принципиальное и неоспоримое положение системы экологического менеджмента, основанное на международных стандартах, согласно которому сокращение или предотвращение ущерба на входе производственного процесса с помощью НДТ является экологически и экономически более выгодным, чем устранение последствий загрязнения окружающей среды;
- наличие пока единственного стоимостного топливно-энергетического баланса РФ 1998 г. (СТЭБ-98), в котором балансировка добычи и использования угля по отраслям экономики впервые представлена в стоимостном выражении [5];

- разработка отраслевых стоимостных коэффициентов ущерба, имеющих размерность «рубль ущерба / рубль продукции отрасли» [6].

Одной из наиболее адекватных систем эколого-экономических индикаторов состояния природной среды в промышленно развитых регионах является система эколого-экономического учета, предложенная Статистическим отделом ООН. Из целого ряда показателей, имеющихся в ней для целей учета природного фактора в развитии региональной экономики, целесообразно выбрать показатели экологически отрегулированного валового регионального продукта (ВРП<sup>Э</sup>) и экологически отрегулированного чистого регионального продукта (ЧРП<sup>Э</sup>).

ВРП<sup>Э</sup> представляет собой валовой региональный продукт, скорректированный на объем потребления природных ресурсов (включая ассимиляционный потенциал):

$$\begin{aligned} \text{ВРП}^{\text{Э}} &= \text{ВРП} - \text{истощение запаса природных ресурсов} = \\ &= \text{ВРП} - \text{качественное истощение} - \text{количественное истощение} = \\ &= \text{ВРП} - \text{ущерб} - \text{рента}. \end{aligned}$$

ЧРП<sup>Э</sup> дополняет ВРП<sup>Э</sup>, отражая выбытие и природного, и основного капитала в процессе хозяйственной деятельности региона:

$$\text{ЧРП}^{\text{Э}} = \text{ВРП} - \text{истощение основного капитала} - \text{истощение природных ресурсов}.$$

Для стоимостной оценки качественного истощения ассимиляционного потенциала представляется наиболее целесообразным оценивать ущерб, наносимый экономике в результате загрязнения окружающей среды. В основу расчета стоимости ущерба в регионе могут быть положены Временная типовая методика 1986 г. или Методика определения предотвращенного экологического ущерба 1999 г. [7], при этом вторая предпочтительнее ввиду ее комплексного характера. Приведенные в работе [6] отраслевые коэффициенты ущерба  $K_i$  и  $K_j$  могут быть использованы для расчета экологически скорректированных показателей стоимости добычи и преобразования топлива (СТ<sup>Э</sup>)

и энергетических ресурсов ( $CЭР^Э$ ) по аналогии с расчетом ВРП<sup>Э</sup>, но без учета ренты, т.е.

$$СТ_i^Э = СТ_i - K_i \cdot СТ_i,$$

$$CЭР_j^Э = CЭР_j - K_j \cdot CЭР_j,$$

где  $i = \overline{1, n}$  – количество видов топлива;  $j = \overline{1, m}$  – количество видов энергоресурсов.

Необходимые для подобных расчетов данные о значениях СТ и СЭР, учитывающих всю цепочку взаимосвязей в энергетике, содержатся лишь в СТЭБ-98. Поскольку целью исследований, результатам которых посвящена статья, является анализ изменения стоимостного ущерба при использовании наилучших доступных технологий в системе экологического менеджмента угольной энергетики Сибири, в дальнейшем рассматриваются только показатели  $K_i \cdot СТ_i$ , т.е. величины ущерба от добычи и преобразования топлива.

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ СОКРАЩЕНИЯ СТОИМОСТНОГО ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ СИБИРИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭС-30**

В Энергетической стратегии России на период до 2030 г. рассматривается два сценария развития ТЭК страны: базовый – сценарий перехода на инновационный путь развития и экологический – с ускоренным ростом энергоэффективности экономики и с экологической направленностью. В реализации ЭС-30 предусмотрено три этапа: 2010–2015, 2016–2022 и 2023–2030 гг.

Методологические подходы к расчету сокращения стоимостного эколого-экономического ущерба от угольной энергетики Сибири базируются на использовании

- количественных оценок добычи и экспорта угля по бассейнам в указанных сценариях;
- стоимостных оценок ущерба от добычи и переработки угля, получаемых с помощью СТЭБ;

- информации о возможностях ликвидации или сокращения вредных выбросов при применении НДТ.

Вышеуказанные подходы реализуются через серию из пяти последовательных блоков расчетов, каждый из которых опирается на результаты предыдущего блока. Начальными являются три блока расчетов по данным СТЭБ-98: расчет ущерба от собственного потребления энергетического сектора РФ; расчет ущерба от добычи и преобразования угля в угольной энергетике РФ; расчет удельного стоимостного ущерба на 1 туг угля от добычи и преобразования угля в угольной энергетике с учетом собственного потребления энергетического сектора РФ.

Предпосылкой для последующих расчетов становится принятие гипотезы о том, что средневзвешенный удельный ущерб, рассчитанный для 1998 г., следует рассматривать как ущерб, причиняемый угольной энергетикой при добыче и сжигании 1 туг угля по традиционным технологиям. На основе этой гипотезы в четвертом блоке рассчитывается ущерб от угольной энергетике Сибири при использовании традиционных технологий по объемам угля, заложенным в оба сценария развития топливно-энергетического комплекса в энергетической стратегии.

Пятый блок включает расчеты предотвращаемого ущерба в угольной энергетике Сибири при использовании НДТ (по базовому и экологическому сценариям развития). В базовом сценарии ЭС-30 используются следующие предпосылки:

- структура ущерба, наносимого угольной промышленностью Сибири атмосфере, водным и земельным ресурсам при использовании традиционных технологий (табл. 1) [8];
- прогноз экологической эффективности угольной промышленности РФ по трем этапам реализации ЭС-30 (табл. 2) [2];
- индикаторы экологической безопасности электро- и теплоэнергетики по этапам реализации ЭС-30 за счет снижения вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы: на первом этапе – не менее 25%, на втором – не менее 40, на третьем – не менее 50% [2].



Таблица 1

**Структура ущерба основным природным комплексам при использовании традиционных технологий в угольной промышленности Сибири, % от общего ущерба**

Регион добычи	Ущерб		
	земельным ресурсам	водным ресурсам	атмосфере
Кузбасс	77,5	22,3	0,2
Канско-Ачинский бас.	0,4	89,6	10,0
Месторождения Вост. Сибири	58,3	41,4	0,3
Месторождения Дальнего Востока	14,4	75,6	10,0
Бассейны и месторождения Сибири и Д. Востока	66,2	31,5	2,3

Таблица 2

**Прогноз экологической эффективности угольной промышленности по этапам реализации Энергетической стратегии России на период до 2030 г.**

Показатель	2008 (факт)	I этап		II этап		III этап	
		%	Раз	%	Раз	%	Раз
Уровень рекультивации земель: % от годового нарушения (сокращение в разы от базы 2008 г.)	50	60	1,20	65–70	1,35	100	2,0
Уровень сброса загрязненных сточных вод: % относительно общего сброса (сокращение в разы от базы 2008 г.)	87	80–85	1,05	70–60	1,35	30–35	2,7

В экологическом сценарии для расчета предотвращаемого ущерба при использовании НДТ привлекаются оценки группы ТЭК Института экономики и организации промышленного производства СО РАН относительно масштабов сокращения ущерба по сравнению со сценарием без НДТ (в среднем по Сибири с учетом дифференциации по бассейнам):

- в угольной промышленности: на первом этапе – в 1,37 раза, на втором – в 1,72, на третьем – в 2,67 раза;
- в электро- и теплоэнергетике (при предположении, что внедрение НДТ в этом комплексе возможно только на втором и третьем этапах из-за трудностей промышленного освоения НДТ и проблем с его финансированием): на втором этапе – в 2,5–2,7 раза, на третьем – в 6,5–19,5 раза.

### **РАСЧЕТЫ СОКРАЩЕНИЯ УЩЕРБА: АЛГОРИТМЫ ПО БЛОКАМ И ГЛАВНЫЕ ВЫВОДЫ**

**Блок 1:** распределение потерь при добыче, производстве и использовании топлива между топливной промышленностью и электро- и теплоэнергетикой в стоимостном выражении → расчет ущерба от добычи угля, потребленного собственно топливной промышленностью и электро- и теплоэнергетикой (коэффициент ущерба – 0,340 руб. на рубль произведенного угля) → расчет ущерба от преобразования и использования угля в самом энергетическом секторе (коэффициент ущерба – 0,367 руб. на рубль потребленного угля) → расчет сводного ущерба.

**Блок 2:** расчет стоимостной оценки ущерба от добычи угля с помощью корректировки статей СТЭБ-98 на соответствующие коэффициенты ущерба → расчет стоимостной оценки ущерба от преобразования угля в котельных, на ТЭС и при обогащении → расчет сводной оценки ущерба от добычи и преобразования угля.

**Блок 3:** определение расхода угля в угольной энергетике Сибири на преобразование топлива с учетом собственного потребления энергетическим сектором в тоннах условного топлива вместо тонн нефтяного эквивалента, являющихся объемными натуральными измерителями в СТЭБ → расчет удельного ущерба только от добычи угля (59 руб./тут; в дальнейших расчетах используется как единственный вид ущерба для экспортируемого угля) → расчет удельного ущерба от преобразования топлива отдельно на ТЭС, в котельных, от переработки и обогащения угля с учетом ущерба от добычи угля → расчет сред-

невзвешенного удельного ущерба по угольной энергетике Сибири по удельным весам потребления угля на ТЭС, в котельных и при обогащении (211 руб./тут).

**Блок 4:** определение прогнозных коэффициентов удорожания удельного ущерба по сравнению с 1998 г. на основе данных об индексах-дефляторах инвестиций, приведенных в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года, и данных Агентства по прогнозированию балансов в электроэнергетике «Сценарные условия развития электроэнергетики на период до 2030 года» → расчет удельных средневзвешенных ущербов (от добычи и преобразования угля) с учетом коэффициентов удорожания для трех этапов реализации ЭС-30 → прогноз ущерба от поэтапного развития добычи и потребления угля на основе традиционных технологий по базовому сценарию ЭС-30 (табл. 3) → прогноз ущерба от поэтапного развития добычи и потребления угля на основе традиционных технологий по экологическому сценарию с корректировкой исходных данных для базового сценария на коэффициенты изменения объемов (для угля, предназначенного на экспорт, – 1,035; для угля, предназначенного для внутреннего потребления, – 0,82) и на индексы-дефляторы для экологического сценария (табл. 4).

**Блок 5:** расчет коэффициентов сокращения ущерба при применении НДТ для угольной промышленности на каждом этапе реализации ЭС-30 как для базового, так и для экологического сценария на основе принятых предпосылок → расчет коэффициентов сокращения ущерба при применении НДТ для электро- и теплоэнергетики → расчет прогнозных значений предотвращенного ущерба в стоимостном выражении от прогнозируемых объемов добычи и потребления угля в угольной энергетике Сибири по базовому и экологическому сценариям ЭС-30 при внедрении НДТ.

Окончательные результаты расчетов, проведенных в соответствии с изложенными методологическими подходами и алгоритмами, приводятся в табл. 5. На основе их анализа можно сделать ряд выводов.

Таблица 3

**Прогноз ущерба от поэтапного развития добычи и потребления угля на основе традиционных технологий по базовому сценарию Энергетической стратегии России на период до 2030 г., млрд руб.**

Регион добычи	2008 (факт)	I этап		II этап		III этап	
		min	max	min	max	min	max
Кузбасс, общий ущерб	59,7	71,5	79,8	101,7	109,9	143,0	158,8
В том числе:							
от угля на экспорт	7,8	10,4	10,4	13,8	13,8	15,5	15,5
от угля для внутр. потребления	51,9	61,1	69,4	87,9	96,1	127,4	143,3
Канско-Ачинский бас., общий ущерб	10,3	20,4	22,0	29,3	42,0	71,5	80,9
В том числе:							
от угля на экспорт	–	–	–	–	–	–	–
от угля для внутр. потребления	10,3	20,4	22,0	29,3	42,0	71,5	80,9
Месторождения Вост. Сибири, общий ущерб	5,8	13,6	18,0	25,0	28,6	50,1	79,1
В том числе:							
от угля на экспорт	0,5	1,2	1,3	1,5	1,7	2,2	3,0
от угля для внутр. потребления	5,2	12,5	16,7	23,5	26,9	47,8	76,1
Месторождения Дальнего Востока, общий ущерб	9,6	10,4	14,4	17,3	23,8	24,6	41,7
В том числе:							
от угля на экспорт	0,4	1,5	1,6	1,9	2,0	2,7	3,5
от угля для внутр. потребления	9,1	8,9	12,7	15,4	21,7	21,8	38,2
Бассейны и месторождения Сибири и Д. Востока, общий ущерб	85,4	115,8	134,1	173,3	204,3	289,1	360,5
В том числе:							
от угля на экспорт	8,7	13,0	13,4	17,2	17,5	20,5	22,0
от угля для внутр. потребления	76,6	102,8	120,7	156,1	186,8	268,6	338,5

Таблица 4

**Прогноз ущерба от поэтапного развития добычи и потребления угля на основе традиционных технологий по экологическому сценарию Энергетической стратегии России на период до 2030 г., млрд руб.**

Регион добычи	2008 (факт)	I этап		II этап		III этап	
		min	max	min	max	min	max
Кузбасс, общий ущерб	59,7	62,7	69,7	87,5	94,3	120,3	133,2
В том числе:							
от угля на экспорт	7,8	11,0	11,1	14,5	14,5	16,0	16,0
от угля для внутр. потребления	51,9	51,6	58,7	73,0	79,9	104,2	117,2
Канско-Ачинский бас., общий ущерб	10,3	17,2	18,6	24,3	34,9	58,5	66,2
В том числе:							
от угля на экспорт	–	–	–	–	–	–	–
от угля для внутр. потребления	10,3	17,2	18,6	24,3	34,9	58,5	66,2
Месторождения Вост. Сибири, общий ущерб	5,8	11,8	15,5	21,1	24,1	41,4	65,3
В том числе:							
от угля на экспорт	0,5	1,2	1,4	1,6	1,8	2,3	3,1
от угля для внутр. потребления	5,2	10,5	14,1	19,5	22,3	39,1	62,3
Месторождения Дальнего Востока, общий ущерб	9,6	9,1	12,5	14,8	20,2	20,7	34,9
В том числе:							
от угля на экспорт	0,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,8	3,6
от угля для внутр. потребления	9,1	7,5	10,8	12,8	18,1	17,9	31,3
Бассейны и месторождения Сибири и Д. Востока, общий ущерб	85,4	100,8	116,3	147,7	173,5	240,9	299,6
В том числе:							
от угля на экспорт	8,7	13,9	14,3	18,0	18,4	21,1	22,7
от угля для внутр. потребления	76,6	86,9	102,1	129,7	155,2	219,7	276,9

Таблица 5

**Сокращение ущерба по угольным бассейнам и месторождениям Сибири и Дальнего Востока и этапам реализации сценариев Энергетической стратегии России на период до 2030 г., млрд руб.**

Регион добычи, этап ЭС-30	Сценарии								Степень неопределенности
	Экологический без НДТ по сравнению с базовым без НДТ		Базовый с НДТ по сравнению с базовым без НДТ		Экологический с НДТ по сравнению с экологическим без НДТ		Размах ущерба (max–min) по сценариям с НДТ:		
	min	max	min	max	min	max	Базовый	Экологический	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кузбасс, всего	45,7	51,3	146,4	161,3	135,6	174,1	14,9	38,5	2,6
В том числе:									
I этап	8,8	10,1	18,0	20,2	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0
II этап	14,4	15,6	40,4	43,8	34,7	50,5	3,4	15,8	4,6
III этап	22,7	25,6	88,0	97,9	100,9	123,6	9,9	22,7	2,3
Канско-Ачинский бас., всего	21,2	25,2	62,4	74,1	68,6	87,2	11,7	18,6	1,6
В том числе:									
I этап	3,2	3,4	5,5	5,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
II этап	5,0	7,1	12,2	17,6	14,3	24,3	5,4	10,0	1,9
III этап	13,0	14,7	44,7	50,6	54,3	62,9	5,9	8,6	1,5
Месторождения Вост. Сибири, всего	14,4	20,8	44,9	65,7	39,8	75,3	20,8	35,5	1,7
В том числе:									
I этап	1,8	2,5	3,5	4,7	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0
II этап	3,9	4,5	10,2	11,7	9,0	14,8	1,5	5,8	3,9
III этап	8,7	13,8	31,2	49,3	30,8	60,5	18,1	29,7	1,6

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Месторождения Дальнего Востока, всего	7,7	12,3	24,3	38,8	19,9	44,0	14,5	24,1	1,7
В том числе:									
I этап	1,3	1,9	2,3	3,4	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
II этап	2,5	3,6	6,8	9,5	5,0	12,6	2,7	7,6	2,8
III этап	3,9	6,8	15,2	25,9	14,9	31,4	10,7	16,5	1,5
Бассейны и месторождения Сибири и Д. Востока, всего	88,9	109,5	277,4	340,5	263,9	380,6	62,5	117,4	1,9
В том числе:									
I этап	15,0	17,8	29,3	34,2	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0
II этап	25,6	30,8	69,0	82,6	63,0	102,2	13,6	39,2	2,9
III этап	48,3	60,9	179,1	223,7	200,9	278,4	44,6	77,5	1,7

Выводы *в региональном аспекте* состоят в следующем. В *базовом сценарии с НДТ* сокращение ущерба оценивается такими показателями:

- динамика сокращения ущерба по всем бассейнам характеризуется величиной, близкой к его удвоению от этапа к этапу;
- на всех трех этапах реализации ЭС-30 максимальное сокращение ущерба прогнозируется по углям Кузбасса (с 18–20 млрд руб. на первом этапе до 88–98 млрд руб. на третьем). Далее следуют в порядке убывания сокращения угля Канско-Ачинского бассейна (с 5,5–5,9 до 44,7–50,6 млрд руб.), Восточной Сибири (с 3,5–4,7 до 31,2–49,3 млрд руб.), Дальнего Востока (с 2,3–3,4 до 15,2–25,9 млрд руб.);
- такие же соотношения в рангах характеризуют сокращение ущерба как от угля, предназначенного на экспорт, так и от угля для внутреннего потребления, с той лишь разницей, что для

угля на экспорт различия в сокращении ущерба по Восточной Сибири и Дальнему Востоку практически незначимы, а экспорт угля из Канско-Ачинского бассейна отсутствует (бурые угли невозможно транспортировать на дальние расстояния).

**Экологический сценарий с НДТ.** Поскольку по этому сценарию сокращение ущерба в результате применения наилучших доступных технологий закладывается только на втором и третьем этапах реализации ЭС-30 из-за невозможности по срокам и средствам получить реальную отдачу от НДТ до 2015 г., постольку сравнение экологического сценария с базовым имеет смысл именно для этих этапов. Основные выводы из этого сравнения следующие:

- ранжирование бассейнов по величине общего сокращения на всех этапах то же, что и в базовом сценарии: максимум сокращения – в Кузбассе, минимум – на Дальнем Востоке;
- по динамике сокращения в экологическом сценарии третий этап превосходит второй: не в 2,5 раза в среднем, как в базовом сценарии, а в 3 раза и более. Это объясняется заложенными в экологическом сценарии предпосылками сокращения ущерба в угольной промышленности в результате применения НДТ;
- по всем бассейнам общий уровень сокращения ущерба за весь рассматриваемый период в сравниваемых сценариях экологической направленности больше, чем в сравниваемых базовых сценариях, примерно в 1,08–1,2 раза на максимальных значениях диапазона варьирования (несмотря на отсутствие сокращения ущерба в экологическом сценарии на первом этапе);
- по минимальным значениям диапазона варьирования сокращаемого ущерба ситуация противоположная: экологический сценарий дает меньшие значения сокращения ущерба, чем базовый, в те же 1,08–1,2 раза, кроме Канско-Ачинского бассейна, где соотношение равно 0,9.

Такая картина разброса значений свидетельствует о большей неопределенности результатов реализации экологического сценария



по сравнению с базовым – примерно на 30% в среднем. По степени неопределенности (отношению размаха от максимального значения ущерба до минимального) в экологическом сценарии по сравнению с базовым бассейны ранжируются следующим образом: наибольшая степень неопределенности – в Кузбассе (2,6 раза), далее идут Восточная Сибирь и Дальний Восток (1,7 раза), Канско-Ачинский бассейн (1,6 раза). В целом по Сибири и Дальнему Востоку это соотношение равно 1,9. По всем бассейнам наибольший уровень неопределенности наблюдается во втором периоде, что, очевидно, связано с переходом промышленности от традиционных энерготехнологий к инновационным.

**Выводы на уровне комплекса угольной энергетики Сибири в целом** заключаются в следующем. Сокращение ущерба можно рассматривать как источник дополнительных инвестиций, что позволяет оценить его вклад в финансирование экологизированного развития угольной энергетики Сибири. Сокращение ущерба в экологическом сценарии по сравнению с базовым даже при использовании традиционных технологий уже в первом периоде реализации ЭС-30 (до 2015 г.) дважды покрывает расходы на инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов по Сибирскому федеральному округу в 2007 г., – 16,4 и 8,3 млрд руб. [9, с. 26].

Использование НДТ позволяет за счет сокращения ущерба по Сибири и Дальнему Востоку компенсировать инвестиции в капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов по всей Российской Федерации в 2007 г., – 76,9 млрд руб. [9, с. 27], начиная с 2015 г. даже по базовому сценарию – 69,0–82,6 млрд руб.

Общее сокращение ущерба в экологическом сценарии (по сумме для трех периодов реализации ЕС-30 в вариантах с традиционными технологиями и НДТ) составило 352–490 млрд руб., что равнозначно 0,9% инвестиций, закладываемых в развитие всего российского топ-

тивно-энергетического комплекса по ЭС-30 (46690 млрд руб.), или 15% от инвестиций в развитие угольной промышленности.

По стоимости строительства установок для применения НДТ упомянутая выше общая величина сокращения ущерба по экологическому сценарию эквивалентна 16 ПГУ на газе или восьми ПГУ на угле. Также это сокращение соизмеримо со стоимостью пяти инвестиционных проектов по газификации угля [2].

## Литература

1. **Санеев Б.Г., Майсюк Е.П.** Проблемы и механизмы реализации экологической политики развития топливно-энергетического комплекса // Регион: экономика и социология. – 2010. – Спецвып.: «Топливо-энергетический комплекс Востока России: приоритеты, проблемы и механизмы реализации направлений развития». – С. 255–267.
2. **Энергетическая** стратегия России на период до 2030 года [Эл. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energystrategy.ru/projects/es-2030.htm> (дата обращения 01.10.2010).
3. **Зиберов В.Е.** О технологическом нормировании воздействий на окружающую среду // Экология производства. – 2009. – № 4. – С. 76–83.
4. **Эколого-экономическая** эффективность плазменных технологий переработки твердых топлив / Карпенко Е.И., Мессерле В.Е., Чурашев В.Н. и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма РАН, 2000. – 159 с.
5. **Борисова И.Н., Воронина С.А., Кретинина Ю.С., Некрасов А.С.** Стоимостная оценка энергетического баланса России // Проблемы прогнозирования. – 2002. – № 4. – С. 65–74.
6. **Рюмина Е.В.** Экономический анализ ущерба от экологических нарушений. – М.: Наука, 2009. – 331 с.
7. **Методика** определения предотвращенного экологического ущерба / Госкомитет по охране окружающей среды. – М.: Экономика, 1999. – 71 с.
8. **Журавель Н.М., Клем-Мусатова И.К., Чурашев В.Н.** Оценка влияния угольной промышленности Сибири и Дальнего Востока на окружающую среду // Регион: экономика и социология. – 2002. – № 4. – С. 88–102.
9. **Охрана** окружающей среды в России: Стат. сб. / Росстат. – М., 2008. – 253 с.