

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ КОТЕЛЬНЫХ, РАБОТАЮЩИХ НА БУРЫХ УГЛЯХ

М.А. Семёнов¹, Р.В. Хаматаев²

¹Иркутский государственный технический университет
ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия, 664074

²Открытое акционерное общество
«Восточно-Сибирский комбинат биотехнологий»
ул. Гидролизная, 1, Тулун, Иркутская обл., Россия, 665025

Предложена методика оценки экономического и экологического эффекта в случае замены бурого угля Азейского разреза, используемого в настоящее время в котельных г. Тулун, на pellets из лигнина. Предложен алгоритм расчета интегральной эффективности, учитывающей экономические, социальные, и экологические аспекты реализации программы модернизации тепловой энергетики (на примере г. Тулун). Определен экономический ущерб для здоровья населения за счет загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: методика оценки интегральной эффективности, pellets из лигнина, модернизация тепловой энергетики, экономический ущерб, здоровье населения, загрязнение окружающей среды.

В работах [3; 11] рассмотрена возможность замены азейского бурого угля в муниципальных котельных Иркутской области на возобновляемый энергетический ресурс — pellets из лигнина, который является побочным продуктом получения биобутанола на Восточно-Сибирском комбинате биотехнологий (ВСКБТ), в качестве альтернативного топлива для получения тепловой энергии.

В настоящей работе предпринята попытка получить оценки экономического и экологического эффекта в случае замены бурого угля Азейского разреза, используемого в настоящее время в котельных г. Тулун, на pellets из лигнина.

Исследовательские и опытно-промышленные работы ряда организаций показали, что брикетированный гидролизный лигнин может являться ценным сырьем для металлургической, энергетической и химической отраслей народного хозяйства страны. Установлено, что лигнобрикеты являются высококалорийным мало-дымным бытовым топливом, качественным восстановителем в черной и цветной

металлургии, заменяющим кокс, полукокс и древесный уголь, а также могут служить для производства угля типа древесного и углеродистых сорбентов.

К внедрению могут быть рекомендованы технологические разработки, позволяющие получать следующую брикетированную лигнопродукцию:

— лигнобрикеты для замены традиционных углеродистых металлургических восстановителей и кусковой шихты в производстве кристаллического кремния и ферросплавов;

— малодымные топливные пеллеты и лигнобрикеты;

— брикетированный лигнинный уголь взамен древесного в химической промышленности;

— углеродистые сорбенты из лигнобрикетов для очистки промстоков и сорбции тяжелых и благородных металлов;

— энергетические брикеты из смеси с отсевами углеобогащения.

Лигнобрикеты представляют собой высококачественное топливо с теплотой сгорания до 5500 ккал/кг и низким содержанием золы. При сжигании брикеты лигнина горят бесцветным пламенем, не выделяя коптящего дымового факела. Пеллеты имеют форму цилиндра диаметром 4—12 мм, длиной 20—50 мм, плотностью 1,25—1,30 г/см³, обладают высокой теплотой сгорания 6000—6500 Ккал/кг.

Брикеты и пеллеты из гидролизного лигнина по теплотворной способности немногим уступают традиционным видам топлива. Сжигание брикетов и пеллет из гидролизного лигнина — процесс более экологически чистый в сравнении с традиционными видами топлива. Выделение оксидов азота и углерода при сжигании лигнина не превышает установленных нормативов. Гидролизный лигнин является полностью возобновляемым источником энергии. Стоимость пеллет и брикетов из лигнина заметно ниже стоимости многих энергоносителей и эта разница со временем будет увеличиваться.

Использование лигнина в виде топлива решает проблему хранения отходов гидролизного производства и производства целлюлозы.

Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха представляет собой оценку в денежной форме возможных отрицательных последствий от выбросов загрязняющих веществ (материальные и финансовые потери и убытки, связанные со снижением урожайности сельскохозяйственных культур, биопродуктивности природных комплексов, преждевременным износом основных фондов и покрытий, влекущим дополнительные затраты на их ремонт, а также дополнительные затраты на очистку территорий).

Приведенная масса загрязняющих веществ представляет собой условную величину, позволяющую в сопоставимом виде отразить вредность или эколого-экономическую опасность разнообразных загрязнений, поступающих в атмосферный воздух или водную среду от одного или различных источников сброса (выброса) загрязняющих веществ.

Поскольку объектом воздействия нарушенной среды является территория в целом, экономический ущерб складывается из ущербов, наносимых всем реципиентам. К основным реципиентам относятся: население, объекты жилищно-коммунального и бытового хозяйства, сельскохозяйственные угодья и животные, лесные ресурсы, основные фонды промышленности и т.п. Эти реципиенты испытыва-

ют следующие негативные последствия опасных процессов, определяющие натуральный ущерб: гибель людей и ухудшение состояния здоровья населения; снижение качества среды обитания; ухудшение качества и потери сельскохозяйственных, лесных, рекреационно-оздоровительных ресурсов, основных фондов и объектов жилищно-коммунального хозяйства и т.п. Натуральный ущерб получает экономическую оценку в виде дополнительных затрат или потерь.

Сначала загрязнение воздействует на окружающую среду и изменяет параметры ее состояния, затем уже измененная среда воздействует на реципиентов, что и приводит к экономическим потерям.

В настоящее время на российских ТЭС средняя эффективность очистки дымовых газов от золы находится на уровне 95,6%.

Объемы вредных выбросов ТЭС в атмосферу для примера можно характеризовать данными материального баланса угольной ТЭС мощностью 2400 МВт, работающей на угле типа донецкого антрацитового штыба (рис. 1) [1; 2]. На такой ТЭС в час сжигается до 1060 т угля (калорийностью порядка 22,7 МДж/кг, зольностью 23%, сернистостью 1,7%), из топок котлов удаляется 34,5 т/ч шлака и из бункеров электрофильтров (очищающих дымовые газы от золы на 99%) — 193,5 т/ч уловленной золы. Уловленная зола и шлак в количестве 228 т/ч попадают в золоотвал электростанции, засоряя и загромождая огромные территории. Часовой выброс дымовых газов составляет около 8 млн м³, содержащих 2350 т углекислого газа, 251 т водяных паров, 34 т сернистого ангидрида, 9,3 т оксидов азота, 2 т летучей золы (при эффективности золоуловителей 99%).

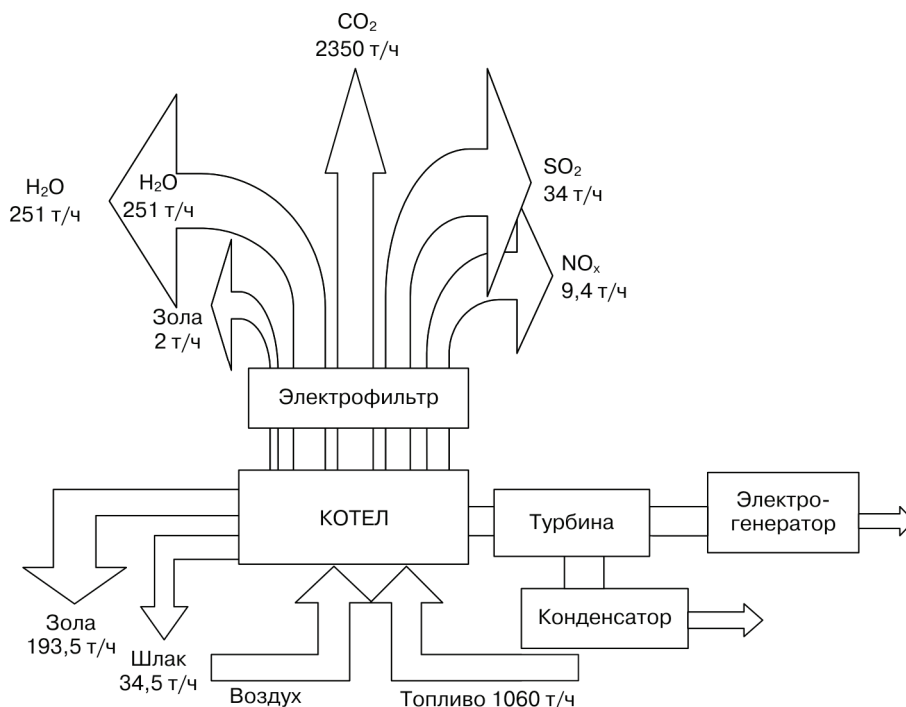


Рис. 1. Материальный баланс угольной ТЭС мощностью 2400 МВт

При сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива вся его масса превращается в отходы, причем количество продуктов сгорания в несколько раз превышает массу использованного топлива за счет включения азота и кислорода (в 5 раз — при сжигании газа, в 4 раза — угля).

Примем следующие исходные данные для расчетов.

Прогнозы производства лигнина при выходе на проектную мощность ВСКБТ в производстве составят: по балансу 14 т/ч с влажностью 50% $14 \cdot 24 \cdot 345 = 11\,5920$ т лигнина в год, из которого можно получить $11\,5920 / 1,66 = 69\,831,33$ т/год пеллет с влажностью 10% или 64 843,4 т.у.т.

Теплотворная способность азейского угля (уголь бурый) равна 3900 Ккал/кг, пеллет из лигнина — 6500 Ккал/кг.

Удельный выброс загрязняющих веществ в атмосферу на тонну условного топлива составил в 2008 г. 36,4 кг/тут, в 2007 г. — 35,4 кг/т.у.т. (с учетом подвижных источников).

Количество угля, сожженного в муниципальных котельных Тулуна, составляет 88 844 т, бурого угля теплотворной способностью 3900 Ккал/кг или 49 498,8 т.у.т.

Расчетные данные (в соответствии с методикой расчета в [8]) по выбросам вредных веществ при сжигании бурого угля азейского разреза и сжигании пеллет из лигнина представлены в табл. 1.

Таблица 1

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ при сжигании на котельных Тулуна угля и пеллет

Количество загрязняющих веществ, т			
SO ₂	NO _x	CO _x	Летучая зола
1-й вариант: 100% азейского (бурого) угля (88 844 т или 49 498,8 т.у.т.)			
355,376	150,351 (205,024)*	989,4	42,371
2-й вариант: 100% пеллет из лигнина (53 306,38 т или 49 498,8 т.у.т.)			
17,156	62	51,45	1,818

Примечание: В скобках указаны объемы выбросов NO_x, рассчитанные по усредненным значениям удельных выбросов этих оксидов на существующих в настоящее время ТЭС России.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в летучей золе при сжигании на котельных Тулуна угля

Вид топлива	Выброс тяжелых элементов с летучей золой ТЭС, кг					
	Cd	Co	Cu	Ni	Pb	Zn
Бурый уголь азейского разреза (88 844 т или 49 498,8 т.у.т.)	0,642	1,41	1,05	2,543	6,33	5,3

В связи с тем, что лигнин не содержит сколько-нибудь заметного количества тяжелых металлов, указанных в табл. 2, расчеты по этим металлам для лигнина не проводились.

Расчет объема сухих дымовых газов будем выполнять в соответствии с Методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании

топлива в котлах производительностью менее 30 т пара в час или менее 20 гкал в час [8].

Объем сухих дымовых газов при нормальных условиях рассчитывается по уравнению

$$V_{cr} = V_r^0 + (\alpha - 1)V^0 - V_{H_2O}^0, \quad (1)$$

где V^0 , V_r^0 и $V_{H_2O}^0$ — соответственно объемы воздуха, дымовых газов и водяных паров при стехиометрическом сжигании одного килограмма (1 нм^3) топлива, $\text{нм}^3/\text{кг}$ ($\text{нм}^3/\text{нм}^3$).

Для твердого и жидкого топлива расчет выполняют по химическому составу сжигаемого топлива по формулам

$$V^0 = 0,0889(C^r + 0,375S_{\text{ор-к}}^r) + 0,265H^r - 0,0333O^r, \quad (2)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,111H^r + 0,0124W^r + 0,0161V^0, \quad (3)$$

$$V_r^0 = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 = 1,866 \frac{C^r + 0,375S_{\text{ор-к}}^r}{100} + 0,79V^0 + 0,8 \frac{N^r}{100} + V_{H_2O}^0, \quad (4)$$

где C^r , $S_{\text{ор-к}}^r$, H^r , O^r , N^r — соответственно содержание углерода, серы (органической и колчеданной), водорода, кислорода и азота в рабочей массе топлива, %; W^r — влажность рабочей массы топлива, %.

Для расчета экономического ущерба от экологических нарушений, возникающих при сжигании на котельных Тулуна бурого угля, использована Методика определения экологического ущерба, утвержденная Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды в 1999 г. [9], и Проект оценки экономического ущерба от экологических нарушений [10].

Основными принципами при формировании величины экономического ущерба являются:

- учет региональных особенностей негативного воздействия хозяйственной деятельности на состояние различных природных ресурсов и объектов;
- достоверность информации, используемой при определении величины экономического ущерба [9].

При укрупненной оценке ущерба для территории в целом в качестве оцениваемой группы источников могут рассматриваться все стационарные источники в данном регионе, рассматриваемые как единый приведенный источник.

Величина экономического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу УА по Методике [9] определяется по формуле

$$УА = УАуд \cdot \Sigma \text{Маст} \cdot \text{КАЭг}, \quad (5)$$

где УА — экологический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха выбросами от стационарных источников в течение отчетного периода времени, тыс. руб.; УАуд — показатель удельного ущерба атмосферному воздуху, наносимого выбросом единицы приведенной массы загрязняющих веществ, руб./усл. т; Маст — приведенная масса выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников выбросов, усл. т; КАЭг — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе экономических районов России.

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по формуле

$$M_{\text{аст}} = \sum m_{Ai} \cdot \text{КАЭ}i, \quad (6)$$

где m_{Ai} — фактическая масса i -го загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной эколого-экономической опасности, т; $\text{КАЭ}i$ — коэффициент относительной эколого-экономической опасности i -го загрязняющего вещества или группы веществ; i — индекс загрязняющего вещества или группы веществ, $i = 1, \dots, N$.

Значения коэффициентов и удельных показателей взяты из приложения к Методике [9]:

УА уд = 63,4 — среднее расчетное значение для России;

КАЭг = 1,3 — среднее расчетное значение для России.

Значения коэффициента $\text{КАЭ}i$ рассчитаны для основных загрязняющих веществ.

Величины экономического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосфере УА по Проекту [10] определяется по формуле

$$YA = \gamma f \sigma M,$$

где γ — множитель, придающий ущербу денежное измерение, руб./усл.т; f — поправочный коэффициент, отражающий характер рассеяния примеси в атмосфере; σ — региональный поправочный коэффициент; M — приведенная масса выбросов (усл.т).

Условная масса выбросов загрязняющих веществ рассчитывается по формуле

$$M = \sum A_i \cdot m_i, \quad (7)$$

где i — вид загрязняющего вещества, $i = 1, \dots, N$; m_i — масса выброса i -й примеси, т; A_i — показатель относительной агрессивности i -ой примеси (усл.т/т),

$$A_i = a_i \cdot \alpha_i \cdot \delta_i. \quad (8)$$

Показатель a_i взвешивает примеси в соответствии с их предельно допустимой концентрацией (ПДК). Поправочный коэффициент α_i характеризует возможность накопления некоторых металлов и их окислов в продуктах питания, а коэффициент δ_i — воздействие вредных веществ на другие реципиенты, кроме человека.

Именно множитель γ придает экономическое содержание всей процедуре расчета ущерба по приведенной формуле. Расчет экономического ущерба проводим с использованием двух значений регионального поправочного коэффициента $\sigma_1 = 30$ и $\sigma_2 = 100$. Это связано с различными условиями расположения ТЭС на территории страны.

В первом случае в качестве активно загрязняемых рассматриваются территории с ограниченным режимом природопользования (рекреационные и лечебные зоны, территории заповедников и др.). Во втором случае к активно загрязняемым относятся территории, находящиеся в активном сельскохозяйственном пользовании (пашни, пастбища и др.), территории, занятые лесами 1-й группы.

Результаты расчета экономического ущерба представлены в табл. 3 (расчетные данные выбросов вредных веществ в соответствии с ГОСТ Р 50831-95) и табл. 6 [10] (усредненные значения удельных выбросов вредных веществ на существующих в настоящее время ТЭС России).

**Экономический ущерб от выброса в атмосферу вредных веществ
при сжигании в котельных г. Тулун азейского угля
(по расчетным данным выбросов вредных веществ в соответствии с ГОСТ Р 50831-95)**

Вид топлива УАуд, руб./усл. т = 63,4; КАэг = 1,3	Вид вредных веществ	Масса, кг	КАэi Кэфф-т отн. экол.- эконом. опасности i-го вещества	МАст, усл. Кг.прив. мас- са выбросов веществ от стационарн. источников	УА, руб. эконом-й ущерб от вы- бросов за- грязн. веществ в атмосферу
1-й вариант: 100% азейского (буро- го) угля (88 844 т или 49 498,8 т.у.т.)	SO ₂	355 376	20	7 107 520	587 735,6
	NOx	150 351	16,5	2 480 791,5	205 024,8
	COx, т	204 341,2	10	2 043 412т	
	Лет. зола	42 371	10	423 710	3 553,6
	Cd	0,642	5 000	3 210	260
	Co	1,41	1 670	2 354,7	272,7
	Cu	1,05	500	525	43,6
	Ni	2,543	500	1 271,5	104,3
	Pb	6,33	1 670	10 571,1	877
Zn	5,3	33,5	177,55	15,2	
ИТОГО		204 889,3		2 064 002,3т	797 632,2
2-й вариант: 100% пеллет из лигни- на (53 306,38 т или 49 498,8 т.у.т.)	SO ₂	1 176,4	20	23 528	1 945,6
	NOx	37 200,2	16,5	613 804	50 727,8
	COx, т	67 432,1	10	674 321т.	
	Лет. зола	1 091	10	10 910	91,5
ИТОГО		67 471,6		674 969,23т	52 764,9

Данные по выбросам тяжелых металлов взяты из табл. 2, значения коэффициентов и удельных показателей — из приложения к [10]:

$\gamma = 45$ руб. (~1,5 долл. США по курсу мая 2001 г.);

$F = 0,2$ — соответствует горячим выбросам из высоких (свыше 50 м) источников — трубы теплоэлектростанций и т.п.

Значения коэффициента A_i рассчитаны для основных загрязняющих веществ.

Анализ результатов вычисления показывает, что при использовании различных методик получаются близкие по значению величины экономического ущерба.

Таким образом, при сжигании угля в муниципальных котельных в атмосферу выбрасывается 204 889,3 т загрязняющих веществ или на одного жителя г. Тулун: $204\,889,3/42\,270 = 4,841$ т/ч. В случае замены угля на пеллеты выбросы на одного жителя уменьшатся почти в 4 раза: $67\,471,6/48\,270 = 1,4$ т/ч.

Всего в Иркутской области по состоянию на 01.01.2010 в рабочем состоянии находилось 1152 котельные, из которых в муниципальной собственности — 1007.

Выполненные выше расчеты по выбросам загрязняющих веществ и размера выплат за выбросы по г. Тулун позволяют получить некоторую оценку соответствующих показателей по котельным области (табл. 4), сжигающих уголь.

Определим теперь затраты на топливо.

Средняя цена на уголь для муниципальных котельных ИО (по данным министерства энергетики и ЖКХ) в 2009—2010 гг. составляла 1070 руб./т. Для котельных Тулуна цена азейского угля — 770 руб./т.

При этих ценах затраты на уголь составят:

$88\,844\text{ т} \cdot 0,770\text{ (тыс. руб./т)} = 68\,409,88\text{ (тыс. руб./т)}$, с учетом платежей за выбросы общая сумма затрат при сжигании угля — $68\,409,88 + 797,632 = 69\,207,5\text{ тыс. руб.}$

Таблица 4

Оценка выбросов в атмосферу котельными Иркутской области, находящимися в муниципальной собственности

Вид топлива УА-уд, руб./усл. т; КАэг = 1,3	Вид вредных веществ	Масса выбросов в кг по г. Тулун	Выбросы по области (т), $K = 1\,461\,091 / 88\,844 = 16,44$	МАст, усл. т	УА, тыс. руб.
Практически, во всех котельных сжигается бурый уголь.	SO ₂	355 376	5 844,4	116 814,42	9 662,28
	NOx	150 351	2 472,6	40 772,8	3 370,6
	COx, т	204 341,2	3 360 509,3	33 605 093т	
	Лет. зола	42 371	696,6	6 967,3	58,4
	Cd	0,642	0,01055	52,77	4,27
	Co	1,41	0,0232	38,7	4,5
	Cu	1,05	0,017	8,6	0,717
	Ni	2,543	0,0418	20,9	1,7
	Pb	6,33	0,104	173,77	14,42
Zn	5,3	0,0871	2,92	0,25	
ИТОГО			3 369 522,9т.	33 769 945,2	13 117,14

Расчет интегральной экономической эффективности, учитывающей экономические, социальные, и экологические аспекты реализации программы модернизации тепловой энергетики (на примере г. Тулун), будем выполнять в такой последовательности:

- 1) выполним расчет объема сухих дымовых газов;
- 2) определим объемы выбросов вредных веществ котельными города и сумму выплат за загрязнение (по итогам 2008 г.) при сжигании бурого угля Азейского разреза;
- 3) определим объемы выбросов вредных веществ котельными города и сумму выплат за загрязнение в случае перевода всех котельных на сжигание пеллет из лигнина;
- 4) определим разницу в стоимости топлива за год при сжигании угля или пеллет;
- 5) вычислим экономический ущерб для здоровья населения за счет загрязнения окружающей среды;
- 6) определим интегральный экономический результат.

Реализация предложенного алгоритма по трем сценариям позволила рассчитать оценки экономического эффекта, который может быть получен при замене бурого угля в котельных г. Тулун на новый возобновляемый источник энергии: пеллеты из лигнина.

Согласно выполненным расчетам, экономический эффект:

— по оптимистичному сценарию (при себестоимости пеллет 17,2 €т (евро за тонну), цена при рентабельности 25% — 21,5 €т или 860 руб./т) позволит снизить затраты на топливо для г. Тулун на 23 344,33 тыс. руб.;

— по реалистичному сценарию (при себестоимости пеллет 25,2 €/т (евро за тонну), цена при рентабельности 25% — 31,5 €/т или 1260 руб./т) затраты на топливо для г. Тулун будут снижены на 1988,7 тыс. руб.;

— по пессимистичному сценарию затраты на использование пеллет в качестве топлива будут соизмеримы с затратами на уголь.

Вместе с тем при всех сценариях значительно снижается экологический и экономический ущерб окружающей среде в случае использования нового возобновляемого источника энергии (см. табл. 1).

По данным ВОЗ, продолжительность жизни определяют четыре главных фактора: наследственность (20%), экология (20%), условия и образ жизни (50%), медицинское обеспечение (10%).

В целом, вклад энергетики в воздействие на атмосферу составляет 42%, водные объекты 16%, образование твердых отходов 18%.

Кроме отмеченных выше компонентов, содержащихся в дымовых газах, в биосферу попадают радионуклиды семейства урана и тория, которые служат источником облучения людей.

В 2007 г. в нашей стране проживали 142,1 млн человек. В настоящее время Россия занимает 134-е место среди 180 стран в мире по продолжительности жизни мужчин (60,4 лет) и 100-е место по продолжительности жизни женщин (73,2 лет). Иркутская область занимает 70-е место по Российской Федерации, продолжительность жизни мужчин — 54,5 лет, женщин — 70,2. В области около 45 тыс. человек (или 2% всех жителей области) болеют раком.

Иркутская область попала в список самых экологически неблагополучных территорий страны. Список был подготовлен Общероссийской общественной организацией «Зеленый патруль». При составлении рейтинга учитывали три показателя: природа и природоохранная деятельность в регионе, экологические аспекты состояния экономики и промышленных объектов, состояние среды обитания.

Справка. Как показал проведенный анализ [6; 7], ущерб здоровью, причиняемый всеми факторами, составляет от 15% (Томская область) до 40% (Свердловская область и Челябинская область) ВРП в расчете на душу населения. Средняя величина ущерба по регионам превышает 27% подушевого ВРП.

Экономический ущерб здоровью, вызванный экологическими факторами, составляет в Республике Башкортостан в среднем за последние пять лет 17000 руб. (чел/год), а ежегодные «экологические дотации» всем гражданам Республики Башкортостан, потерявшим здоровье из-за негативного воздействия экологических факторов, должны приближаться к 2,5 млрд. руб., или к 2,35% ВРП.

Оценка экономического ущерба [4; 10] может быть выполнена методом прямого счета как сумма величин убытков у всех объектов, подвергшихся воздействию вредных выбросов. В этом случае в основе расчетов лежит такая последовательность:

1) выбросы вредных примесей из источников их образования; анализ объемов и структуры выбросов;

2) концентрация примесей в атмосфере (водоеме);

3) натуральный ущерб; проводится расчет рассеивания вредных примесей и степеней опасности;

4) экономический ущерб.

Преимуществом данного метода оценки ущерба от загрязнения окружающей среды является упрощенность расчетов, однако результаты оценки при этом оказываются недостаточно точными.

Определение экономического ущерба, наносимого окружающей природной среде и населению разными формами хозяйственной деятельности, представляет наибольшие методические трудности по сравнению с определением других показателей экономики производства. Разработаны и применяются два методических подхода: 1) метод прямого счета, 2) метод обобщающих косвенных оценок.

Практика показывает, что экономический ущерб целесообразно рассчитывать отдельно по основным элементам природной среды (воздуху, водным ресурсам).

Согласно Временной типовой методике для определения ущерба предлагается использовать оба метода.

Удельные экономические ущербы, причиняемые воздействием загрязнения атмосфере, водоемам, земельным ресурсам, недрам рассчитываются по отдельным формулам.

Расчеты, выполненные укрупненным методом, показывают, что экономический ущерб народному хозяйству от загрязнения воздушного бассейна составляет около 60%, водного бассейна — около 30%, от загрязнения твердыми отходами — около 10% общего ущерба.

В развитых зарубежных странах ущерб, обусловленный загрязнением ОС, в настоящее время оценивается в 2—7% ВВП. При этом финансовые вложения в природоохранные мероприятия составляют 4—6% ВВП. Совершенно очевидно, что экономический ущерб от загрязнения окружающей среды оказывает неблагоприятное воздействие на экономическое благосостояние.

Если деятельность предприятия из-за нерационального использования ресурсов или загрязнения среды наносит ущерб и этот ущерб учитывается в системе экономических показателей, то изменяются все показатели результатов хозяйственной деятельности предприятия.

Получение оценок экономического ущерба для здоровья населения — достаточно сложный и трудоемкий процесс, он не является задачей настоящего исследования.

Однако некоторые оценки экономического ущерба можно получить, используя результаты других исследователей [4—8; 10]. Так, справедливая цена человеческой жизни — 165 заработных плат обычного человека [4]. Для России в 2008 г., где средняя зарплата составляла 20 тыс. руб., цена жизни в среднем будет эквивалентна 3,3 млн руб.

Человеческий капитал рассматривается как интегральный показатель, который в денежном выражении включает расходы на здоровье, физическую культуру и спорт, образование, культуру и науку. Например, количественная оценка человеческого капитала на основе прогнозных данных целевой программы по ин-

новационному развитию на 2008—2010 гг. Республики Башкортостан составила 9 789 489,4 тыс. руб. или 15,19% от суммы доходов бюджета 2008 г. Республики Башкортостан [5].

Тогда экономический ущерб для здоровья населения за счет загрязнения окружающей среды (достаточно условно) определим так:

$$\text{Эу.з.} = \text{Кн.} \cdot ((\text{Пср.р.} - \text{Пср.рег.}) / \text{Пср.п.в.рег.}) \cdot \text{Цж.} \cdot \text{Кэк.} \cdot \text{Кс.эkn}, \quad (7)$$

где Эу.з. — экономический ущерб здоровью населения; Кн. — количество человек проживающих на территории региона, района и т.д.; Пср.р. — средняя продолжительность жизни гражданина России; Пср.рег. — средняя продолжительность жизни населения региона; Пср.п.в.рег. — средний возраст выхода на пенсию для данного региона; Цж — «цена» жизни в России; Кэк — коэффициент влияния состояния экологии региона на продолжительность жизни; Кс.эkn. — коэффициент загрязнения окружающей среды со стороны конкретного сектора экономики региона.

Интересно отметить, что выражение (7) позволяет получить оценку затрат (как это ни цинично звучит) на «содержание» граждан пенсионного возраста для данной территории, если средняя продолжительность жизни в данном регионе выше среднего пенсионного возраста.

Используя приведенные выше оценки, попытаемся оценить размер экономического ущерба от загрязнения воздушного бассейна для г. Тулун. В расчетах будем учитывать, что средняя продолжительность жизни по ИО на шесть лет меньше средней по России (60,4 года), загрязнение за счет энергетики по ИО составляет 40%, влияние экологических факторов на здоровье населения порядка 20%, количество жителей г. Тулун — 48 270, «цена» жизни — 3,3 млн руб.

$$\begin{aligned} \text{Эу.з.}(Тулунa) &= 48\,270 \cdot ((60,4 - 54,4)/60) \cdot 3,3 \text{ млн руб.} \cdot 0,2 \cdot 0,4 = \\ &= 1274,33 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

Полученные оценки позволяют определить интегральный экономический результат для бюджета региона за счет использования нового вида топлива и снижения загрязнения окружающей среды от тепловой энергетики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Автоматизация процессов горения на источниках теплоты // Энергосовет. — 2009. — № 2.
- [2] *Алексеев А.В.* Экономическая оценка экологических эффектов от замещения природного газа углем и атомной энергией / Препринт № МЦЭБ-01-05.
- [3] *Астафьева Е.Д., Семенов М.А., Хаматаев Р.В.* Модель выбора топлива для модернизации объектов ТЭК как необходимый элемент системы управления качеством производства тепловой энергии // Вестник ИРГТУ. — 2011. — № 4.
- [4] *Вишневецкий Р.* Цена жизни. URL: [tp://slon.ru/blogs/vishnevsky/post/230759/](http://slon.ru/blogs/vishnevsky/post/230759/)
- [5] *Бизяркина А.Н.* Экологически устойчивое социально-экономическое развитие: основы теории и методологии: Автореф/ дисс. ... докт. экон. наук. — М., 2008. URL: <http://www.irkobl.ru>
- [6] *Гусев А.А., Бизяркина Е.Н., Гусева И.Г.* Экономико-правовые аспекты экологически устойчивого развития // Экономика природопользования. — 2007. — № 5. — С. 3—17.
- [7] *Ибатуллин У.Г., Бизяркина Е.Н.* Сколько стоит здоровье? // Экономика природопользования. — 2007. — № 2. — С. 102—112.

- [8] Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 гкал в час. URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/7/7042/index.php
- [9] Методика определения экологического ущерба. — М., 1999. URL: <http://www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/Documentarium/Methodika%20opredeleniya%20Opredotvraschennogo%20ekologicheskogo%20uscherba.doc>
- [10] Проект оценки экономического ущерба от экологических нарушений. Ч. 2: Учеб. пособие. — М., 1999.
- [11] Хаматаев Р.В., Семёнов М.А. Модель формирования программы модернизации объектов коммунальной теплоэнергетики Иркутской области // Народное хозяйство (вопросы инновационного развития). — 2011. — № 3. — С. 103—110.

ECONOMIC COSTS OF AIR POLLUTION EMISSIONS, BOILER HOUSES WORKING ON BROWN COALS

M.A. Semenov¹, R.V. Hamataev²

¹Irkutsk state technical university
Lermontov Str., 83, Irkutsk, Russia, 664074

²Open joint-stock company East Siberian plant biotechnology
Hydrolysis Str., 1, Tulun, Irkutsk oblast, Russia, 665025

Technique of measuring the economic and environmental benefits in the event of the replacement of brown coal Azejskogo, currently used in the boilers, the Tulun, pellets of lignin. The algorithm for the calculation of integral efficiency, taking into account economic, social and environmental aspects of the modernization programme of thermal energy (for example, Tulun). Defined economic damage to human health from environmental pollution.

Key words: integral efficiency assessment methodology, pellets of the lignin, the modernization of thermal energy, economic damage, health, pollution of the environment.