

## **ОЦЕНКА НАГРУЗКИ ДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ**

### ***Татьяна Олеговна Тагаева***

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, профессор кафедры экономической теории, тел. (383)330-35-36, e-mail: tagaeva@ieie.nsc.ru

### ***Вадим Манавирович Гильмундинов***

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, кандидат экономических наук, доцент, заместитель директора института; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, доцент кафедры экономической теории, тел. (383)330-17-19, e-mail: gilmundinov@mail.ru

### ***Лидия Кузьминична Казанцева***

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)333-09-85, e-mail: klk@ieie.nsc.ru

В статье рассматриваются проблемы образования и накопления отходов в отраслях добывающей промышленности и в сопряженных отраслях, занятых переработкой ее продукции. Авторами рассчитаны показатели прямой и полной отходоёмкости в рассматриваемых отраслях, позволяющие оценить нагрузку на окружающую природную среду.

**Ключевые слова:** образование и накопление производственных отходов, техногенные месторождения, показатели прямой и полной отходоёмкости.

## **ASSESSMENT OF THE MINING INDUSTRY LOAD ON ENVIRONMENT**

### ***Tatiana O. Tagaeva***

Institute for Economics and Industrial Engineering SB RAS, 17, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc., Associate Professor, Leading Researcher; Novosibirsk National Research State University, 2, Pirogova St., Novosibirsk, 630073, Russia, Associate Professor, phone: (383)330-35-36, e-mail: tagaeva@ieie.nsc.ru

### ***Vadim M. Gilmundinov***

Institute for Economics and Industrial Engineering SB RAS, 17, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Associate Professor, Deputy Director for Research; Novosibirsk National Research State University, 2, Pirogova St., Novosibirsk, 630073, Russia, Associate Professor, phone: (383)330-17-19, e-mail: gilmundinov@mail.ru

### ***Lidiya K. Kazantseva***

Institute for Economics and Industrial Engineering SB RAS, 17, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, phone: (383)333-09-85, e-mail: klk@ieie.nsc.ru

The article deals with the problems of generation and accumulation of waste in the mining industries and in the industries engaged in the processing of its products. These areas of activity are the main source of waste generation in Russia. The authors calculated direct and total coefficients of waste generation in the mining industries, allowing to assess the load on the environment.

**Key words:** generation and accumulation of industrial waste, man-made deposits, direct and total coefficients of waste generation.

### *Введение*

В образовании отходов в Российской Федерации наибольший вклад вносит горнодобывающая промышленность, а точнее – отрасль по добыче угля и торфа. Подчеркнем, что вклад этот существенно увеличился за последнее десятилетие: по данным Росстата, с 49% в 2005 г. до 62,3% в 2017 г. Кроме того, большое количество отходов образуется при извлечении металлических руд – 24% от общего количества отходов.

На долю добычи прочих полезных ископаемых приходится примерно 6–10%. Причем при добыче сырой нефти и природного газа отходов почти не образуется (менее 1% от суммарных отходов), однако экологический вред от данного вида деятельности, с нашей точки зрения, статистикой недооценен, так как буровые растворы классифицируются как сточные воды, хотя логичнее их считать жидкими отходами. Вред окружающей среде наносится как от проникновения нефтепродуктов в почву и грунтовые воды, так и в виде испарений в атмосферу, например, с одного только Туймазинского нефтегазового месторождения ежегодно в атмосферу попадает до 123 тонн нефтепродуктов [1]. Существенный вклад в образование отходов вносит добыча неэнергетических полезных ископаемых – камня, гравия, песка, глины, фосфатов, калийных солей и др. Также значительна в образовании отходов доля отраслей, перерабатывающих продукцию добывающей промышленности, например, на долю металлургии приходится 2–5% общего объема образования отходов.

Если рассмотреть региональную структуру образования отходов, то на первое место выходит Сибирский федеральный округ (в 2017 г. 4 417,6 млн т, или 71% от общего количества по стране), значительные объемы образования отходов в этом округе связаны с добычей угля в Кемеровской области, основном угледобывающем регионе России [2]. Образование отходов на душу населения в Сибирском федеральном округе (229 тонн на человека в 2017 г.) более чем 5 раз превысило средний уровень по России – 42,4 тонн на человека.

### *Методология и методы*

В ходе исследования применялись такие общенаучные методы, как системный подход в качестве общеметодологического принципа исследования, научная абстракция, логический анализ, методы систематизации, сравнительный анализ. Также использовались методы межотраслевого анализа.

Были рассчитаны прямые коэффициенты образования отходов в сфере деятельности  $i$  ( $g_i$ ), которые показывают объем образования отходов, полученных при производстве единицы выпуска в отрасли  $i$ , и могут быть рассчитаны по формуле:

$$g_i = \frac{G_i}{X_i},$$

где  $G_i$  – объем образования отходов в отрасли  $i$ ;

$X_i$  – объем производства в отрасли  $i$ .

Также был произведен расчет полных коэффициентов образования отходов, который основан на концепции полных затрат межотраслевого баланса. Полные коэффициенты образования отходов отрасли  $j$  ( $f_j$ ) показывают количество образованных отходов, полученных при производстве единицы конечного выпуска в отрасли  $j$  с учетом всех межотраслевых взаимосвязей. Рассматриваемые коэффициенты охватывают как непосредственное образование отходов на заключительной стадии изготовления единицы конечной продукции, так и все загрязнения на предшествующих стадиях производства данной единицы продукции.

Расчет полных коэффициентов образования отходов получен следующим образом:

$$f_j = \sum_{i=1}^n g_i b_{ij},$$

где  $b_{ij}$  – межотраслевые коэффициенты матрицы полных затрат (обратная матрица к матрице, представляющей разность единичной матрицы и матрицы коэффициентов прямых материальных затрат),  $n$  – число отраслей.

### ***Результаты***

Полные коэффициенты образования отходов для 2016 г. были получены с использованием последней предоставленной российской статистикой версии МОБ [3]. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Прямые и полные коэффициенты образования отходов носят названия прямой и полной отходоёмкости, которая показывает истинную удельную нагрузку отраслей на окружающую среду. В некоторых сферах экономической деятельности полные коэффициенты в несколько раз превышают прямые, например, при производстве кокса и нефтепродуктов – в 609 раз, при производстве и распределении электроэнергии, газа и воды – в 35 раз, в строительстве – в 31 раз (табл. 1).

Таблица 1

Прямая и полная отходоёмкость в 2016 г. (в ценах 2015 г.)  
в отраслях добывающей промышленности и в отраслях переработки  
продукции добывающих отраслей

Вид экономической деятельности	Коэффициенты образования отходов (кг на 1 тыс. руб. валового выпуска)		Превышение полных коэффициентов над прямыми, (раз)
	Прямые	Полные	
Добыча каменного угля, бурого угля и торфа	3910,7	4773,0	1,2
Добыча сырой нефти и природного газа	1,4	17,4	12,8
Добыча металлических руд	1883,1	1959,6	1,0
Добыча прочих полезных ископаемых	577,4	609,9	1,1
Производство кокса и нефтепродуктов	0,1	43,0	609,0
Химическое производство	5,4	57,7	10,7
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	19,3	144,2	7,5
Металлургическое производство	38,9	435,3	11,2
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3,7	130,4	34,8
Строительство	2,2	68,8	31,3

*Источник:* составлено авторами по результатам расчетов

По результатам расчетов прямой экологической нагрузки, виды деятельности, осуществляющие добычу угля и торфа, металлических руд и прочих неэнергетических полезных ископаемых, являются наиболее отходоёмкими отраслями в экономике, однако их прямая отходоёмкость практически совпадает с полной. Если же рассматривать образование отходов с учетом всех межотраслевых связей, то к наиболее загрязняющим отраслям добавятся добыча сырой нефти и природного газа, а также производства, занятые переработкой продукции отраслей добывающей промышленности: производство неметаллических минеральных продуктов, кокса и нефтепродуктов, металлургическое производство, производство готовых металлических изделий, производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Для этих видов экономической деятельности удельную нагрузку на окружающую среду в сфере образования отходов необходимо оценивать по полной отходоёмкости.

Анализ динамических процессов, показывает, что коэффициенты как прямой, так и полной отходоёмкости существенно не менялись с начала 2000-х гг., что говорит об отсутствии существенных технологических изменений в рассматриваемых отраслях. Таким образом, некоторое сокращение среднегодовых темпов прироста накопленных отходов (табл. 2) объясняется экономическими трудностями, периодически возникающими в годы кризисов и рецессии.

## Среднегодовые темпы роста накопленных отходов, %

Вид экономической деятельности	2006–2009 гг.	2010–2013 гг.	2014–2017 гг.
Добыча каменного угля, бурого угля и торфа	109	111	108
Добыча металлических руд	111	109	106
Добыча прочих неэнергетических полезных ископаемых	111	109	107
Химическое производство	113	107	103
Металлургия	112	108	106
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	114	107	103

*Источник:* составлено авторами по результатам расчетов

### Обсуждение

Проблема образования и накопления отходов добывающей промышленности рассматривается в работах многих авторов [4–14].

Все авторы единогласно поддерживают точку зрения о негативном воздействии на окружающую среду отходов данного вида, несмотря на то, что они принадлежат в основном к IV и V классам опасности. Под складирование горно-промышленных отходов в целом по России занято свыше 500 тыс. га земель, а негативное воздействие отходов на окружающую среду проявляется на территории, превышающей эту площадь в 10–15 раз. Под полигоны ежегодно отчуждается около 10 тыс. га пригодных для сельского хозяйства земель [15–17].

Во время разработки месторождений, а также переработки и обогащения полезных ископаемых на прилегающих к предприятиям территориях накапливаются твёрдые отходы добычи (отвалы, окисленные руды, илы в прудах нейтрализации рудничных вод), хвосты (отходы обогащения полезных ископаемых), отходы металлургической (шлаки, золы и др.) и гидрометаллургической (шламы) переработки. В последнее время к ним применяется термин «техногенные месторождения» – это скопления минерального сырья в форме отходов, созданные человеком в результате промышленной деятельности. Отходы в виде техногенных месторождений могут быть использованы в будущем, а частью – и в настоящее время как дополнительный источник минерального сырья.

В России горнодобывающими производствами накоплены десятки миллиардов тонн отходов. Например, на Урале – в Республике Башкортостан, Пермском крае, Свердловской и Челябинской областях – к 2016 г. было образовано почти 323 млн т отходов, в том числе 305 млн т отходов V класса опасности, полученных преимущественно при добыче и первичном переделе минерального сырья [15]. Суммарное содержание полезных компонентов, которые накопи-

ваются в техногенных месторождениях за 20–30 лет, сопоставимо, а иногда и превышает их количество в ежегодно добываемых рудах.

Например, на шламохранилище Качканарского горнообогатительного комбината на Среднем Урале уже скопилось более 900 млн т отходов основного производства – добычи и обогащения титаномагнетитов. Они содержат много ценных металлов, в том числе скандия, галлия, стронция, титана. При этом количество скандия в отходах превышает 100 тысяч тонн – это составляет более 60% мировых запасов этого металла [18].

Размещенные отходы наносят непосредственный вред окружающей природной среде: помимо отвлечения значительных территорий для складирования отходов и недополучения минерального сырья, содержащегося в техногенных месторождениях, они нарушают естественные биогеохимические циклы, загрязняют вредными и токсичными веществами, пылью, газообразными выделениями атмосферу, почву, поверхностные и подземные воды. На начало 2016 г., по данным экспертов, было накоплено приблизительно 80 млрд. тонн пород (отходы нефтегазовой, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности), содержащих токсичные вещества – по оценкам, их доля достигает 16% в общем объеме отходов названных отраслей [19].

В 2016 г. доля утилизированных отходов при добыче полезных ископаемых составила 61% общего количества их образования, а в 2017 г. снизилась до 52,2 %. Основным методом утилизации таких отходов является закладка горных выработок при их ликвидации и консервации или применение на техническом этапе рекультивации земель, нарушенных горными выработками. Поскольку отходы добычи полезных ископаемых являются крупногабаритными по объему и массе, их утилизация преимущественно осуществляется в местах добычи и обогащения минерального сырья [20].

### *Заключение*

Таким образом, отрасли добывающей промышленности и сопредельные отрасли переработки ее продукции являются основным источником формирования отходов производства в России. Истинную удельную нагрузку на окружающую среду необходимо оценивать с помощью показателей полной отходоёмкости, особенно это касается таких видов деятельности как добыча сырой нефти и природного газа, производство неметаллических минеральных продуктов, кокса и нефтепродуктов, металлургическое производство, производство готовых металлических изделий, производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

Для сокращения загрязнения окружающей среды отходами необходимо вводить новые институциональные механизмы, которые бы позволили стимулировать снижение нагрузки на окружающую природную среду предприятий добывающей промышленности путем освоения новейших технологий переработки отходов.

*Работа выполнена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект XI.170.1.1. «Инновационные и экологические аспекты структурной трансформации российской экономики в условиях новой геополитической реальности», № АААА-А17-117022250127-8.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ладыгин К.В., Стомпель С.И., Спектор Ю.Л. Утилизация нефтесодержащих отходов // Экология производства. – 2018. – № 4. – С. 70–73.
2. Ефимов В.И., Сиборов Р.В., Корчагина Т.В. К вопросу образования отходов производства от предприятий угольной отрасли в Кузбассе // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. – № 1. – С. 85–96.
3. Таблицы ресурсов и использования товаров и услуг за 2015 г. [Официальный сайт Росстата]. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/accounts/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/#) (дата обращения 1.03.2019 г).
4. Глухова М.В., Кудинов Ю.С. Топливо-энергетический комплекс российской Федерации и экологическая безопасность. – М.: Изд-во «Новый век», 2003. – 172 С.
5. Жизнин С.З. Экологические аспекты тЭК России. – URL: <https://ecoteco.ru/id1196> дата обращения 8.04.2019
6. Бирюков А.Л., Савостова А.Л. Топливо-энергетический комплекс: актуальные экологические проблемы – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/toplivno-energeticheskiy-kompleks-aktualnye-ekologicheskie-problemy> (дата обращения 8.04.2019).
7. Кнатько М., Жабриков С., Подлипский И. Утилизации отходов топливно-энергетического комплекса // Экология и промышленность России. – 2015. – Том 19, № 4. – С. 20-23.
8. Боднарук М. Н., Савон Д. Ю., Маркер Е. В., Проскурникова И. А., Адигамова Ж. А., Аржаткина М.С., Ларионова Е.Н., Полихронова О.Т. Эколого-экономические проблемы топливно-энергетического комплекса России: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – М.: Изд-во «Горная книга», 2013. – № 9. – 38 с.
9. Изтелеуова М. Б. Современные проблемы нефтяной экологии // Нефть и газ. – 2002. – № 1. – С. 48–51.
10. Хомутко В. Как утилизировать отходы нефтепереработки? – URL: Neftok: портал о нефти: <https://neftok.ru/pererabotka/othody-neftepererabotki.html> (дата обращения 2.04.2019).
11. Ручкинова О.И., Вайсман Я.И. Экологическая безопасность предприятий нефтедобывающего комплекса (система управления отходами) // Инженерная экология. – 2003. – № 2. – С. 15–26.
12. Пичугин Е.А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду // Молодой ученый. – 2013. – № 9. – С. 122–123. <https://moluch.ru/archive/56/7564> (дата обращения 07.04.2019).
13. Леонтьев Л., Тарасов А. Экологические проблемы "норильского никеля" и возможные пути их решения // Экология и промышленность России. – 2017. – 21(2). – С. 15–19.
14. Озерова Е. М. Обоснования территориальных схем обращения с отходами для организаций нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности // Сфера. Нефть и газ. – 2015. – № 2. – С.106–108.
15. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2017. – 760 с.
16. Жарников В.Б. Рациональное использование земель и основные условия его реализации // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 171–179.

17. Дубровский А.В., Кустышева И.Н. Методическое и технологическое обеспечение рационального землепользования при добыче углеводородов с учетом региональных особенностей Крайнего Севера // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 3 (35). – С. 128–138.

18. Макаров А. Б. Техногенные месторождения минерального сырья // Соросовский образовательный журнал. – 2000 г. – Т. 6, № 8. – С. 76–80.

19. Проблемы утилизации отходов на предприятиях топливно-энергетического комплекса // Центр сертификации и лицензирования «Единый стандарт». – 27.05.2015. – URL: <https://1cert.ru/stati/problemy-utilizatsii-otkhodov-na-predpriyatiyakh-tek> (дата обращения 11.04.2019).

20. Распоряжение Правительства от 25.01.2018 г. № 84-р об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г., с. 6. – URL: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfbY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf> (дата обращения 15.03.2019).

© Т. О. Тагаева, В. М. Гильмуллин, Л. К. Казанцева, 2019