

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)
УДК 622.882:622.2
DOI: 10.18503/1995-2732-2024-22-3-13-21



ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ПУСТОТ НЕДР

Славиковская Ю.О.

Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Постановка задачи (актуальность работы). Деятельность горнодобывающего предприятия сопряжена с крупномасштабным негативным воздействием на недра в связи с добычей полезного ископаемого и образующихся вследствие этого техногенных пустот недр, что приводит к существенному негативному воздействию на все элементы природной среды. Указанные негативные воздействия сопровождаются трансформацией природной среды, выражающейся в загрязнении и ухудшении химического состава атмосферного воздуха и водных ресурсов, отчуждении, нарушении и загрязнении земель, что в целом приводит к существенным экономическим потерям в связи с необходимостью компенсации нанесенного вреда. При этом необходимо учитывать, что техногенные пустоты недр наряду с тем, что оказывают отрицательное воздействие, также могут быть использованы в качестве ресурса. В целях минимизации наносимого вреда и для выбора направления их использования необходимо проводить соответствующие сравнительные экономические оценки еще на стадии проектирования освоения месторождения. Что предопределяет необходимость включения в методику экономической оценки эффективности освоения месторождения дополнительных показателей экономической стоимости вреда, наносимого в результате образования техногенных пустот в процессе разработки месторождения. **Цель работы.** На основе сравнительной оценки вариантов освоения месторождения с учетом параметров техногенных пустот и эколого-экономической эффективности их использования обоснована необходимость выбора направления их использования на стадии проектирования освоения месторождения. **Результат.** Установлено, что наряду с традиционными показателями экономической эффективности освоения месторождения также необходимо использовать критерий наносимого вреда в стоимостном выражении.

Ключевые слова: месторождения полезных ископаемых, техногенные пустоты недр, горнодобывающее предприятие, негативное воздействие на окружающую среду, экономическая оценка освоения месторождения, оценка стоимости вреда, наносимого окружающей среде

Статья подготовлена в рамках Госзадания № 075-00412-22 ПР. Тема 2 (2022-2024). Разработка геотехнологий оценки защищенности горнопромышленных территорий и прогноза развития негативных процессов в недропользовании (FUWE-2022-0002) (рег. №1021062010532-7-1.5.1).

© Славиковская Ю.О., 2024

Для цитирования

Славиковская Ю.О. Экономическая оценка эффективности освоения месторождения с учетом использования техногенных пустот недр // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2024. Т. 22. №3. С. 13-21. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-3-13-21>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

ECONOMIC ASSESSMENT OF FIELD DEVELOPMENT EFFICIENCY FACTORING INTO THE USE OF MAN-CAUSED SUBSOIL VOIDS

Slavikovskaya Yu.O.

Institute of Mining, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

Abstract. Problem Statement (Relevance). The activities of mining enterprises are associated with a large-scale negative impact on the subsoil due to the extraction of minerals and the resulting man-caused subsoil voids, leading to a significant negative impact on all elements of the natural environment. These negative impacts are accompanied by the transformation of the natural environment in pollution and deterioration of the chemical composition of atmospheric air and water resources, alienation, disturbance and pollution of land, in general leading to significant economic losses due to the need to compensate for damage caused. At the same time, it should be noted that man-caused subsoil voids, along with the negative impact, can also be used as a resource. To minimize the damage caused and choose the area of their use, it is required to carry out an appropriate comparative economic assessment at the stage of the field development design. This predetermines the need to include additional indicators of the economic cost of damage, as a result of the formation of man-caused voids during field development, in the methodology of such economic assessment of efficiency of field development. **Objectives.** The research is aimed at using a comparative assessment of field development options, factoring into the parameters of man-caused voids and the environmental and economic efficiency of their use, to provide a rationale for the need to choose the area of their use at the stage of the field development design. **Result.** It has been found that in addition to conventional indicators of economic efficiency of field development, it is also necessary to use the criterion of damage caused in value terms.

Keywords: mineral deposits, man-caused subsoil voids, mining enterprise, negative impact on the environment, economic assessment of field development, assessment of the cost of environmental damage

The article was prepared as part of State Assignment No. 075-00412-22 ПП. Subject 2 (2022-2024). Developing geoinformation technologies to assess protection of mining areas and predict development of negative processes in subsoil use (FUWE-2022-0002) (Reg. No.1021062010532-7-1.5.1).

For citation

Slavikovskaya Yu.O. Economic Assessment of Field Development Efficiency Factoring into the Use of Man-Caused Subsoil Voids. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2024, vol. 22, no. 3, pp. 13-21. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-3-13-21>

Введение

В современной практике одним из основных индикаторов, отражающих последствия негативного воздействия любого предприятия, в том числе и горнодобывающего на окружающую среду, является показатель вреда как в натуральном, так и стоимостном выражении.

В статье на основе анализа современных исследований по вопросу использования техногенных пустот, образующихся при добыче полезных ископаемых, и о возможных направлениях их использования [24-34] представлены результаты комплексной экономической оценки освоения месторождения при одновременном использовании образуемых техногенных пустот в интересах горнодобывающего предприятия с учетом стоимостной оценки как наносимого, так и компенсируемого вреда окружающей среде.

Материалы и методы исследования

Как правило, оценка экономической эффективности освоения месторождения полезных ископаемых осуществляется на основе «Методических рекомен-

даций по оценке эффективности инвестиционных проектов» [23]. Однако, как было установлено ранее выполненными исследованиями, в рамках данных методических рекомендаций не уделяется должного внимания оценке вреда, наносимого окружающей среде в результате деятельности предприятия [6].

На стадии проектирования и на стадии реализации проекта в условиях горнодобывающего предприятия в процессе выбора технологических решений рекомендуется, наряду с привычными технико-экономическими показателями, руководствоваться показателями оценки вреда в денежном выражении в результате возможных и оказываемых негативных воздействий на окружающую среду, с этой целью применяют действующую официально утвержденную нормативно-правовую и методическую базу [7-22]. Согласно существующим методикам [1-4], а также действующим нормативным документам [7-22, 35] в результате деятельности горнодобывающего предприятия происходит загрязнение окружающей среды, представляющее собой процесс, при котором в окружающую среду выпускаются вещества, чьи свойства,

местоположение или количество оказывают негативное воздействие на природу, а в ряде случаев приводящее к разрушению экосистемы [5]. Таким образом, окружающей среде наносится вред, приводящий к негативным изменениям в природной среде, что, в свою очередь, влечет за собой деградацию естественных экосистем и истощение природных ресурсов [5].

Применительно к предприятиям горнопромышленного комплекса ранее в работе [6] была представлена методология оценки вреда в стоимостном выражении на основе комплексного подхода с учетом негативного воздействия на недра в результате вновь создаваемых техногенных пустот недр.

В данной работе в соответствии с целями и задачами исследования была выполнена оценка вреда в стоимостном выражении, наносимого окружающей

среде в результате разработки месторождения в привязке к параметрам образующихся техногенных пустот и направлениям его компенсации.

На основе анализа и обобщения действующих методических рекомендаций был разработан порядок оценки вреда в стоимостном выражении, наносимый окружающей среде применительно к техногенным пустотам недр, образующихся при разработке месторождений полезных ископаемых, который можно описать блок-схемой, представленной на рис. 1. Данная схема является унифицированной. Не обязательно, что горнодобывающее предприятие при осуществлении деятельности наносит все виды вреда, из приведенного перечня данные показатели применяются ситуационно в зависимости от направления негативного воздействия.

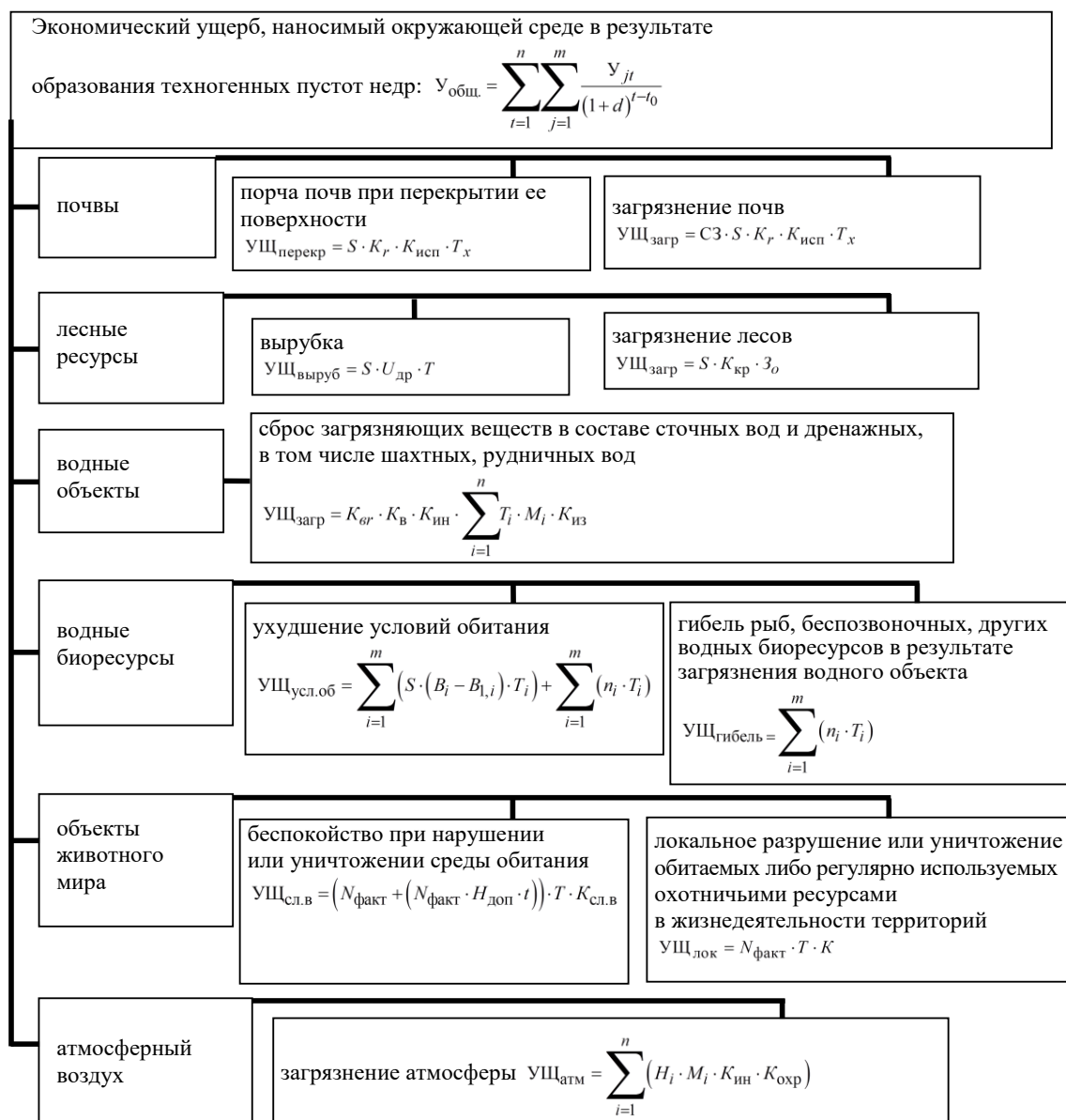


Рис. 1. Блок-схема оценки вреда в стоимостном выражении, наносимого окружающей среде в результате образования техногенных пустот

Fig. 1. A block diagram of assessment environmental damage from man-caused subsoil voids in value terms

Показатели, используемые в данной блок-схеме на **рис. 1**: $У_{\text{общ}}$ – суммарный вред, наносимый горнодобывающим предприятием окружающей среде в процессе образования техногенных пустот, млн руб., $t = 1, \dots, n$ – период оценки, лет; $j = 1, \dots, m$ – элементы природной среды, на которые оказывается негативное воздействие; d – норма дисконта; $У_{ij}$ – вред, наносимый элементу окружающей среды в расчетном периоде, млн руб., который определяется путем суммирования следующих составляющих:

– вред почвам: $УЩ_{\text{перекр}}$, $УЩ_{\text{загр}}$ – суммарный размер вреда по направлению воздействия, руб.; S – площадь нарушенного земельного участка, м^2 ; K_r , $K_{\text{исп}}$ – показатели, учитывающие качество земель и интенсивность загрязнения; T_x – такса для исчисления размера вреда; $C3$ – степень загрязненности земель; S – площадь участка, подвергнувшегося негативному воздействию, га;

– вред, нанесенный лесным ресурсам: $УЩ_{\text{выруб}}$, $УЩ_{\text{загр}}$ – суммарный размер вреда лесным ресурсам, тыс. руб.; S – площадь нарушенных лесных насаждений, га; $U_{\text{др}}$ – качественные характеристики участка нарушенного лесного массива 1 га, м^3 ; T – ставка платы за кубометр древесины, руб.; $K_{\text{кр}}$ – коэффициент индексации природоохранных затрат; Z_0 – затраты природоохранного назначения, руб.;

– вред, наносимый водным объектам: $УЩ_{\text{загр}}$ – размер наносимого вреда в стоимостном выражении, тыс. руб.; $K_{\text{вр}}$, $K_{\text{в}}$ – коэффициенты, учитывающие природно-климатические и экологические факторы; $K_{\text{ин}}$ – коэффициент индексации стоимостных показателей; T_i – такса, применяемая при исчислении вреда в стоимостном выражении, тыс. руб./т; M_i – масса сброшенных загрязняющих веществ, т; $K_{\text{из}}$ – коэффициент интенсивности воздействия загрязняющих веществ; $i = 1, \dots, n$ – количество загрязняющих веществ, сброшенных в водный объект;

– вред, наносимый водным биоресурсам: $УЩ_{\text{улс.об}}$, $УЩ_{\text{гибель}}$ – размер вреда водным биоресурсам, руб.; $i = 1, \dots, m$ – видовой состав водных биоресурсов; S – площадь водного объекта, подвергнувшегося негативному воздействию со стороны горного предприятия, га; V_r , $V_{1,i}$ – показатели качественных характеристик водного объекта; T_i – размер таксы, используемый для перевода натуральных показателей в стоимостные, руб.; n_i – численность водных биоресурсов, теряемых в результате негативного воздействия по видам, шт.;

– вред, наносимый объектам животного мира: $УЩ_{\text{сл.в}}$, $УЩ_{\text{лок}}$ – размер вреда, наносимый объектам

животного мира, тыс. руб.; $N_{\text{факт}}$ – фактическая численность объектов животного мира, обитающих на территории подверженной негативному воздействию, шт.; $N_{\text{доп}}$ – норматив допустимого изъятия, %; T – такса для исчисления размера вреда в денежном выражении, руб.; t – период времени негативного воздействия, лет; $K_{\text{сл.в}}$ – безразмерный коэффициент пересчетный, учитывающий интенсивность воздействия на территорию;

– вред, наносимый атмосферному воздуху: $УЩ_{\text{атм}}$ – размер вреда, наносимый в результате превышения нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ, руб.; M_i – фактическая масса выброса, т; N_i – такса расчета размера вреда в стоимостном выражении, руб./т; $K_{\text{охр}}$ – коэффициент, характеризующий режим охраны территории; $K_{\text{ин}}$ – коэффициент индексации стоимостных показателей; i – загрязняющее вещество, по которому исчисляется размер вреда; n – количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух [7-22].

Полученные результаты и их обсуждение

В качестве примера представлены результаты оценки эколого-экономической эффективности месторождений нерудного сырья, имеющих схожее зонально-географическое положение. Оценка выполнена на стадии проектирования освоения месторождения.

Месторождение 1 – полевошпатовое сырье, отрабатывается открытым способом с применением двухбортовой углубочной системы разработки с перемещением пустых пород во внешние отвалы, ресурсный потенциал техногенных пустот недр не используется, вред окружающей среде рассчитан в результате отчуждения лесных угодий под размещение внешних отвалов.

Месторождение 2 – трепелов и опок, также отрабатывается открытым способом с применением сплошной однобортовой транспортной системы разработки с использованием ресурсного потенциала техногенных пустот для складирования вскрыши во внутренний отвал, также в этом отвале размещаются и твердые промышленные отходы предприятия (V класс опасности). Результаты выполненных расчетов представлены в **табл. 1** и на **рис. 2**.

Графически данные показатели и их динамика с учетом фактора времени, а также с учетом компенсируемого вреда на основе использования техногенных пустот как товарного продукта представлены на **рис. 2**.

Таблица 1. Основные технико-экономические показатели освоения месторождений с компенсацией вреда в денежном выражении и с компенсацией вреда за счет использования образованных пустот
 Table 1. Main technical and economic indicators of field development, including the compensation for damage in monetary terms and the compensation for damage by using the resulting voids

Наименование	Показатели эффективности освоения месторождения *	
	Месторождение 1 – с компенсацией вреда в денежном выражении	Месторождение 2 – с компенсацией вреда за счет использования образованных пустот
Производительность карьера по руде, тыс. т	900	320
Удельные капитальные затраты, руб./т	1283,77	708,75
Затраты на 1 т добытого полезного ископаемого, руб./т	261,1	138,0
NPV, млн руб.	107,5	125,53
Срок окупаемости, лет	9,5	5,3
Показатель рентабельности, %	8,3	10,5
Размер вреда в стоимостном выражении, млн руб.	41,2	–

*При выполнении расчетов принята фиксированная цена добываемого сырья.

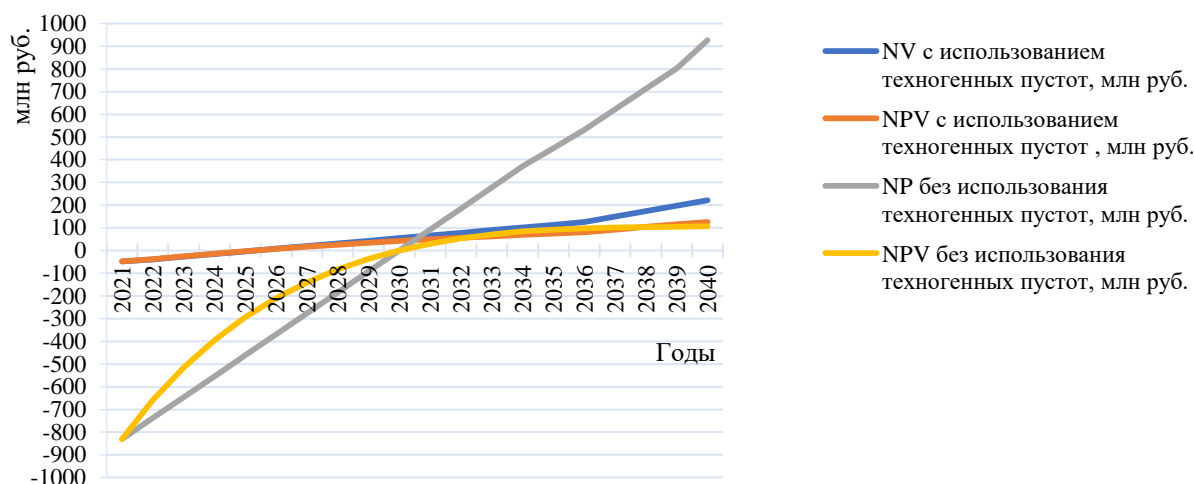


Рис. 2. Показатели эффективности освоения месторождения 1 с учетом компенсации наносимого вреда в денежном выражении и месторождения 2 с учетом использования техногенных пустот недр

Fig. 2. Efficiency of development of field 1, factoring into the compensation for damage in monetary terms, and field 2, factoring into the use of man-caused subsoil voids

Заключение

Таким образом, выполненными исследованиями установлено, что использование техногенных пустот в качестве полигонов размещения отходов, образующихся на горном предприятии, является экономически целесообразным, а также ведет к минимизации вреда, а следовательно, и его разрушительных последствий для окружающей среды территории размещения горного предприятия.

В целом новизна предложенного подхода заключается в смене критерия с экономической эффективности на критерий эколого-экономической целесообразности, что достигается путем оценки и учета вреда в стоимостном выражении в общих показателях экономической

эффективности. Подобного рода оценки становятся более актуальными, поскольку горнодобывающее предприятие является источником интенсивного негативного воздействия на окружающую среду на всех этапах освоения месторождения, и территории их размещения характеризуются высоким уровнем урбанизации, что предопределяет повышенное внимание к экологической составляющей.

Список источников

1. Рюмина Е.В. Экономический анализ ущерба от экологических нарушений. М.: Наука, 2009. 331 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / Госплан СССР, Госстрой СССР, Президиум АН СССР. М.: Экономика, 1986. 95 с.
4. Райзберг Б.А. Современный экономический словарь. М.: ИНФРА-М, 2002. 480 с.
5. Об охране окружающей среды: ФЗ от 10 января 2002 г., №7-ФЗ // Информ. справочный бюл. 17.09.2002. №155. 60 с.
6. Славиковская Ю.О., Рудакова Л.В., Рудаков Р.Б. Оценка последствий техногенного воздействия предприятий горнопромышленного комплекса на окружающую среду // Журнал экономической теории. 2016. №4. С. 124-137.
7. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. №200-ФЗ // Российская газета. Федеральный выпуск №4243. 8 декабря 2006.
8. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ // Российская газета от 8 июня 2006 г. №121.
9. Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. №166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» // Парламентская газета от 23 декабря 2004 г. №241.
10. Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. №52-ФЗ «О животном мире» // Российская газета от 4 мая 1995 г.
11. Методика исчисления размера вреда, причиняемого почвам как объекту охраны окружающей среды: утв. Приказом Мин-ва природных ресурсов и экологии от 08.07.2010 №38 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.garant.ru> (дата обращения 12.04.2022)
12. Приказ Минприроды России от 11.07.2018 №316 «О внесении изменений в Методику исчисления вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, утвержденную приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г. № 238» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71916348/> (дата обращения 12.04.2022)
13. Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 №1730 «Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72041810/> (дата обращения 12.04.2022)
14. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 №310 (ред. от 06.01.2020) «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law68813/ (дата обращения 12.04.2022)
15. Приказ Минприроды России от 13.04.2009 №87 (ред. от 26.08.2015) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902159034> (дата обращения 12.04.2022)
16. Приказ Минсельхоза России от 31.03.2020 №167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564859759> (дата обращения 12.04.2022)
17. Федеральный закон №166-ФЗ от 20.12.2004 «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/ (дата обращения 12.04.2022)
18. Постановление Правительства РФ №1321 от 03.11.2018 «Об утверждении такс для исчисления размера ущерба, причиненного водным биологическим ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/72099272/> (дата обращения 12.04.2022)
19. Приказ Минприроды России от 08.12.2011 №948 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70132926/> (дата обращения 12.04.2022)
20. Приказ МПР РФ от 28 апреля 2008 г. №107 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного объектам животного мира, занесенным в Красную книгу Российской Федерации, а также иным объектам животного мира, не относящимся к объектам охоты и рыболовства и среде их обитания» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12161284/> (дата обращения 12.04.2022)
21. Приказ Минприроды России от 25.11.2020 №965 «Об утверждении нормативов допустимого изъятия охотничьих ресурсов и нормативов численности охотничьих ресурсов в охотничьих угодьях» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053302> (дата обращения 12.04.2022)
22. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 №310 (ред. от 06.01.2020) «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12153804/> (дата обращения 12.04.2022)
23. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: офиц. изд., 2-я ред. М.: Экономика, 2000. 421 с.
24. Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н. Технологические процессы и схемы формирования выработанных пространств для реализации полного цикла комплексного освоения рудных месторождений // Проблемы и перспективы комплексного освоения

- и сохранения земных недр: тезисы докладов II Международной научной школы академика К.Н. Трубецкого, Москва, 20-24 июня 2016 года. М.: Институт проблем комплексного освоения недр РАН, 2016. С. 274-276.
25. Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н., Лавенков В.С. Условия безопасного и экологически сбалансированного формирования выработанных пространств земных недр при комплексном освоении месторождений твердых полезных ископаемых // Комбинированная геотехнология: устойчивое и экологически сбалансированное освоение недр, Магнитогорск, 25-29 мая 2015 года. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. С. 20-21.
 26. Эффективные технологии использования техногенных георесурсов – основа экологической безопасности освоения недр / К.Н. Трубецкой, В.Н. Захаров, Д.Р. Каплунов, М.В. Рьльникова // Горный журнал. 2016. №5. С. 34-40. DOI: 10.17580/gzh.2016.05.03
 27. Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н. Выработанные пространства недр: принципы многофункционального использования в полном цикле комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых // Горный журнал. 2016. №5. С. 28-33. DOI: 10.17580/gzh.2016.05.02
 28. Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н. Принципы проектирования и выбор технологий освоения недр, обеспечивающих устойчивое развитие подземных рудников // Горный журнал. 2017. №11. С. 52-59. DOI: 10.17580/gzh.2017.11.10
 29. Каплунов Д.Р., Юков В.А. О принципах перехода горнодобывающего предприятия к устойчивому экологически сбалансированному развитию // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. №3. С. 74-86. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-3-0-74-86. EDN QIZEUU.
 30. Актуальные геотехнологии подземной добычи руд, проблемы устойчивого развития и перехода к новому технологическому укладу / Д.Р. Каплунов, И.И. Айнбиндер, В.С. Федотенко, В.А. Юков // Горный журнал. 2021. №9. С. 4-11. DOI: 10.17580/gzh.2021.09.01.
 31. Литвиновская Н.А., Кривогино Д.Н., Крамчанинов С.В. Разработка технологии размещения твердых бытовых отходов в действующих соляных шахтах // Горный журнал. 2023. №3. С. 67-71. DOI: 10.17580/gzh.2023.03.10.
 32. Галченко Ю.П. Интегральная экологическая оценка геомеханического состояния литосферы при устойчивом развитии минерально-сырьевого комплекса // Горный журнал. 2024. №1. С. 4-8. DOI: 10.17580/gzh.2024.01.01.
 33. Гончар Н.В., Соколовский А.В., Терешина М.А. Проект комплексного освоения георесурсов // Рациональное освоение недр. 2023. №3(71). С. 38-44. DOI: 10.26121/RON.2023.49.52.005
 34. Обоснование системы разработки с внутренним отвалообразованием при освоении крутопадающего месторождения Курасан / И.А. Пыталев, В.В. Якшина, А.А. Козловский, А.А. Полинов // Рациональное освоение недр. 2022. №4(66). С. 34-38. DOI: 10.26121/RON.2022.78.94.005.
 35. Пинаев В.Е., Якунин С.А. Обзор современных методик расчета ущерба, причиненного животному миру, в Российской Федерации // Отходы и ресурсы. 2017. №2. <https://resources.today/PDF/02RRO217.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/02RRO217.

References

1. Ryumina E.V. *Ekonomicheskij analiz ushcherba ot ekologicheskikh narusheniy* [An economic analysis of damages from environmental disturbances]. Moscow: Nauka, 2009, 331 p. (In Russ.)
2. Reymers N.F. *Prirodopolzovanie: slovar-spravochnik* [Natural resource management: dictionary and handbook]. Moscow: Mysl, 1990, 637 p. (In Russ.)
3. State Planning Committee of the USSR, State Construction Committee of the USSR, Presidium of the Academy of Sciences of the USSR. Temporary typical methodology of calculating economic efficiency of taking environmental actions and evaluating economic damage caused to national economy as a result of environmental pollution. Moscow: Ekonomika, 1986, 95 p. (In Russ.)
4. Rayzberg B.A. *Sovremenniy ekonomicheskij slovar* [Contemporary dictionary of economics]. Moscow: INFRA-M, 2002, 480 p. (In Russ.)
5. Federal Law “On environmental protection” No. 7-FZ dated January 10, 2002. *Inform. spravochniy byul.* [Information and Reference Bulletin]. 2002;(155):60 p. (In Russ.)
6. Slavikovskaya Yu.O., Rudakova L.V., Rudakov R.B. Assessing consequences of man-caused environmental impact of mining enterprises. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii* [Journal of Economic Theory]. 2016;(4):124-137. (In Russ.)
7. The Forestry Code of the Russian Federation No. 200-FZ dated December 04, 2006. *Rossiyskaya gazeta* [Russian Newspaper]. Federal Issue No. 4243 dated December 8, 2006. (In Russ.)
8. The Water Code of the Russian Federation No. 74-FZ dated June 3, 2006. *Rossiyskaya gazeta* [Russian Newspaper]. No. 121 dated June 8, 2006. (In Russ.)
9. Federal Law “On fishery and conservation of aquatic biological resources” No. 166-FZ dated December 20, 2004. *Parlamentskaya gazeta* [Parliament Newspaper]. No. 241 dated December 23, 2004. (In Russ.)
10. Federal Law “On wildlife” No. 52-FZ dated April 24, 1995. *Rossiyskaya gazeta* [Russian Newspaper] dated May 4, 1995. (In Russ.)
11. Methods for calculating the extent of damage caused to soils as a subject of environmental protection approved by Order of the Ministry of Natural Resources

- and Ecology No. 238 dated July 08, 2010. Available at: <http://www.garant.ru> (Accessed on April 12, 2022)
12. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia “On amending the Methods for calculating the extent of damage caused to soils as a subject of environmental protection approved by Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology No. 238 dated July 08, 2010” No. 316 dated July 11, 2018. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71916348/> (Accessed on April 12, 2022)
 13. Resolution of the Government of the Russian Federation “On approving features of compensation of damage caused to forests and natural objects in such forms resulting from breach of the legislation on forestry” No. 1730 dated December 29, 2018. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72041810/> (Accessed on April 12, 2022)
 14. Resolution of the Government of the Russian Federation “On rates of charges for the unit of forest resources and charges for the unit of the area of federally owned forest plots” No. 310 dated May 22, 2007 (as revised on January 06, 2020). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law68813/ (Accessed on April 12, 2022)
 15. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia “On approving the Methods for calculating the extent of damage caused to water bodies resulting from breach of the water legislation” No. 87 dated April 13, 2009 (as revised on August 26, 2015). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902159034> (Accessed on April 12, 2022)
 16. Order of the Ministry of Agriculture of Russia “On approving the Methods for calculating the extent of damage caused to aquatic biological resources” No. 167 dated March 31, 2020. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/564859759> (Accessed on April 12, 2022)
 17. Federal Law “On fishery and conservation of aquatic biological resources” No. 166-FZ dated December 20, 2004. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LA_W_50799/ (Accessed on April 12, 2022)
 18. Resolution of the Government of the Russian Federation “On approving charges to calculate the extent of damage caused to aquatic biological resources” No. 1321 dated November 03, 2018. Available at: <https://base.garant.ru/72099272/> (Accessed on April 12, 2022)
 19. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia “On approving the Methods for calculating the extent of damage caused to hunting resources” No. 948 dated December 08, 2011. Available at: <https://base.garant.ru/70132926/> (Accessed on April 12, 2022)
 20. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation “On approving the Methods for calculating the extent of damage caused to wildlife resources registered in the Red Data Book of the Russian Federation and other wildlife resources not attributed to hunting and fishery resources and their environment” No. 107 dated April 28, 2008. Available at: <https://base.garant.ru/12161284/> (Accessed on April 12, 2022)
 21. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia “On approving norms of allowable use of hunting resources and norms of abundance of hunting resources in hunting areas” No. 965 dated November 25, 2020. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573053302> (Accessed on April 12, 2022)
 22. Resolution of the Government of the Russian Federation “On rates of charges for the unit of forest resources and charges for the unit of the area of federally owned forest plots” No. 310 dated May 22, 2007 (as revised on January 06, 2020). Available at: <https://base.garant.ru/12153804/> (Accessed on April 12, 2022)
 23. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proektov: ofits. izd.* [Methodological recommendations on assessing efficiency of capex projects: official edition]. 2nd edition. Moscow: Ekonomika, 2000, 421 p. (In Russ.)
 24. Kaplunov D.R., Radchenko D.N. Technological processes and charts of forming mined-out areas to implement a full cycle of comprehensive mining of ore deposits. *Problemy i perspektivy kompleksnogo osvoeniya i sokhraneniya zemnykh nedr: tezisy dokladov II Mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly akademika K.N. Trubetskogo* [Problems and prospects of comprehensive mining and reservation of earth interior: Abstracts of reports presented at the 2nd Trubetskoy International Scientific School]. Moscow, 20-24 June 2016. Moscow: Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources, the Russian Academy of Sciences, 2016, pp. 274-276. (In Russ.)
 25. Kaplunov D.R., Radchenko D.N., Lavenkov V.S. Conditions of safe and environmentally balanced formation of mined-out areas of earth interior in comprehensive mining of solid mineral deposits. *Kombinirovannaya geotekhnologiya: ustoychivoe i ekologicheskii sbalansirovannoe osvoenie nedr* [Combined geotechnology: sustainable and environmentally balanced mining]. Magnitogorsk, 25-29 May 2015. Magnitogorsk: Publishing House of Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2015, pp. 20-21. (In Russ.)
 26. Trubetskoy K.N., Zakharov V.N., Kaplunov D.R., Rylnikova M.V. Efficient technologies for mineral waste use – The basis of the environmental safety of subsoil development. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2016;(5):34-40. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2016.05.03
 27. Kaplunov D.R., Radchenko D.N. Mined-out areas: Approaches to multipurpose use in complete integrated cycle of hard mineral mining. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2016;(5):28-33. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2016.05.02

28. Kaplunov D.R., Radchenko D.N. Design philosophy and choice of technologies for sustainable development of underground mines. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2017;(11):52-59. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2017.11.10
29. Kaplunov D.R., Yukov V.A. Principles of a mine transition to sustainable and environmentally sound development. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)* [Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)]. 2020;(3):74-86. (In Russ.) DOI: 10.25018/0236-1493-2020-3-0-74-86. EDN QIZEUU
30. Kaplunov D. R., Aynbinder I. I., Fedotenko V. S., Yukov V. A. Underground ore mining technologies: Current challenges, sustainable development and transition to a new technological paradigm. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2021;(9):4-11. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2021.09.01
31. Litvinovskaya N.A., Krivogina D.N., Kramchaninov S.V. Technology for solid household waste disposal in operating salt mines. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2023;(3):67-71. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2023.03.10
32. Galchenko Yu.P. Environmental assessment of geomechanical behavior of lithosphere in sustainable development of mineral resources. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2024;(1):4-8. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2024.01.01
33. Gonchar N.V., Sokolovskiy A.V., Tereshina M.A. A project of comprehensive mining of georesources. *Ratsionalnoe osvoenie nedr* [Mineral Mining and Conservation]. 2023;(3(71)):38-44. (In Russ.) DOI: 10.26121/RON.2023.49.52.005
34. Pytalev I.A., Yakshina V.V., Kozlovskiy A.A., Polinov A.A. Justification of the mining method with inside dumping during the development of the steeply dipping Kurasan deposit. *Ratsionalnoe osvoenie nedr* [Mineral Mining and Conservation]. 2022;(4(66)):34-38. (In Russ.) DOI: 10.26121/RON.2022.78.94.005
35. Pinaev V.E., Yakunin S.A. Review of modern methodologies of calculating damage caused to wildlife in the Russian Federation. *Otkhody i resursy* [Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling]. 2017;(2). (In Russ.) Available at: <https://resources.today/PDF/02RRO217.pdf>. DOI: 10.15862/02RRO217

Поступила 26.07.2023; принята к публикации 07.06.2024; опубликована 30.09.2024
Submitted 26/07/2023; revised 07/06/2024; published 30/09/2024

Славиковская Юлия Олеговна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия.
Email: slavikov1977@mail.ru. ORCID 0000-0003-2005-5650

Yuliia O. Slavikovskaya – PhD (Econ.), Senior Researcher, Institute of Mining, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.
Email: slavikov1977@mail.ru. ORCID 0000-0003-2005-5650