

УДК 622.271.3 © О.И. Литвин¹, Я.О. Литвин², А.А. Хорешок¹, Д.М. Дубинкин¹, С.О. Марков¹, 2025

UDC 622.271.3 © O.I. Litvin¹, Ya.O. Litvin², A.A. Khoreshok¹, D.M. Dubinkin¹, S.O. Markov¹, 2025

¹ ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, Россия

¹ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

² Моховский угольный разрез, 652661, д. Мохово, Кемеровская область, Россия

² Mokhovsky Coal Mine, 652661, Mokhovo Village, Kemerovo Region, Russian Federation

✉ e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

✉ e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Исследование неравномерности работы экскаваторно-автомобильного комплекса*

Study of the uneven operation of the excavator-truck complex

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2025-12-116-120>

ЛИТВИН О.И.

Канд. техн. наук, доцент,
старший научный сотрудник кафедры ОГР,
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия

ЛИТВИН Я.О.

Канд. техн. наук, директор,
Моховский угольный разрез,
652661, д. Мохово, Кемеровская область, Россия

ХОРЕШОК А.А.

Доктор техн. наук, профессор,
научный руководитель Горного института,
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия

ДУБИНКИН Д.М.

Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ГМиК,
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

МАРКОВ С.О.

Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ОГР,
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: markovso@kuzstu.ru

Установление фактического или эксплуатационного количества карьерных самосвалов, необходимых для работы с одной единицей выемочно-погрузочного оборудования, обычно определяется путем округления расчетного значения в зависимости от наличия автосамосвалов или существующего опыта эксплуатации экскаваторно-автомобильных комплексов путем введения в состав транспортного звена автосамосвала меньшей грузоподъемности. В данной работе представлен возможный вариант комплектования транспортного звена увеличенным количеством самосвалов для снижения простоев основной выемочной машины.

Ключевые слова: производительность экскаватора, производительность карьерного самосвала, гидравлический экскаватор, экскаваторно-автомобильный комплекс, открытые горные работы

Для цитирования: Исследование неравномерности работы экскаваторно-автомобильного комплекса / О.И. Литвин, Я.О. Литвин, А.А. Хорешок и др. // Уголь. 2025;(12):116-120. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-12-116-120.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по соглашению от 30.09.2022 г. №075-15-2022-1198 с ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» Комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (КНТП «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс») утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 мая 2022 г. № 1144-р в рамках реализации мероприятия «Разработка и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн» в части выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Abstract

The actual or operational number of quarry dump trucks required to work with a single unit of excavation and loading equipment is usually determined by rounding the calculated value depending on the availability of dump trucks or existing experience in operating excavator-truck complexes by adding a dump truck with a lower load capacity to the transport chain. This paper presents a possible option for equipping the transport chain with an increased number of dump trucks to reduce the downtime of the main excavator.

Keywords

Excavator productivity, dump truck productivity, hydraulic excavator, excavator and truck complex, open-pit mining.

Acknowledgements

This work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation under Agreement № 075-15-2022-1198 dated 30.09.2022 with the Gorbachev Kuzbass State Technical University on complex scientific and technical program of full innovation cycle: "Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of solid minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep conversion products from coal raw materials while consistently reducing the environmental impact and risks to human life" (the "Clean Coal – Green Kuzbass" Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle) approved by Order No. 1144-p of the Government of the Russian Federation as of May 11, 2022, as part of implementing the project "Development and creation of an unmanned shuttle-type mine truck with a payload of 220 tonnes" in terms of research, development and experimental-design work.

For citation

Litvin O.I., Litvin Ya.O., Khoreshok A.A., Dubinkin D.M., Markov S.O. Study of the uneven operation of the excavator-truck complex. *Ugol'*. 2025;(12):116-120. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-12-116-120.

ВВЕДЕНИЕ.

ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

При ведении открытых горных работ одной из основных задач является минимизация простоев как выемочно-погрузочного, так и транспортного оборудования. Анализ работ по данной проблематике показывает, что отечественными и зарубежными учеными внимание в основном уделяется снижению времени простоев экскаватора как основной производственной единицы на открытых горных работах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], причем значительная часть работ посвящена анализу структуры экскаваторного цикла и оптимизации его составляющих, однако, на наш взгляд, к предложенным вариантам решения можно добавить изыскание резервов времени за счет более равномерной подачи транс-

портных средств под погрузку, которое можно решить практическим путем.

Простои оборудования обусловлены технологией совместной работы (технологически предусмотренные простои) и совокупностью случайных факторов, связанных с неравномерностью работы экскаватора и неравномерностью движения автосамосвала (непредусмотренные простои) [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Для экскаватора технологически предусмотренными простоями является время ожидания подъезда экскаватора под погрузку, а для автосамосвала – время погрузки. Непредусмотренные простои экскаватора включают в себя совокупные опоздания прибытия автосамосвала в забой по сравнению с расчетным временем. Простои автосамосвалов в связи с более ранним их прибытием в забой по сравнению с расчетным временем нельзя считать непредусмотренными простоями, поскольку они не влияют ни на объемы отгруженной горной массы, ни на эксплуатационные затраты.

МЕТОДЫ

Для использования рассмотренной структуры простоев оборудования необходимо исследовать потери времени экскаватора и автосамосвала, связанные со стохастической неравномерностью их работы (см. таблицу). С этой целью были выполнены хронометражные наблюдения за продолжительностью внезабойного времени рейса автосамосвала ($t_{вз}$), продолжительностью вспомогательных операций при зачистке забоя перед погрузкой автосамосвала ($t_{всп}$), а также времени маневра автосамосвала в забое перед погрузкой ($t_{мз}$).

На рис. 1, а, б показаны характерные плотности распределения продолжительности внезабойного времени рейса автосамосвалов грузоподъемностью 55 и 220 т при различных расстояниях транспортирования горной массы. Всего было обработано от 21 до 45 наблюдений для расстояний транспортирования от 0,8 до 6,0 км. Основ-

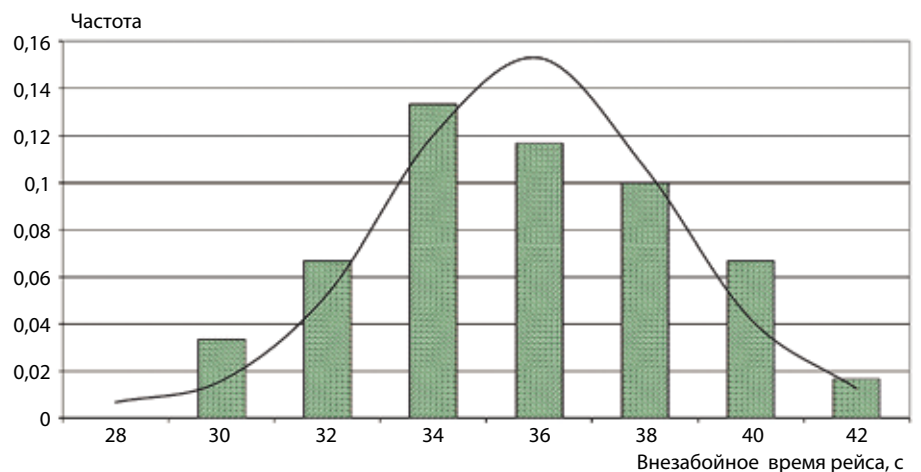


Рис. 1. Распределение продолжительности внезабойного времени рейса автосамосвала: а – БелАЗ-75306, $t_{вз} = 22,75$; $\sigma = 1,53$; $L_{тп} = 3,1$ км; б – БелАЗ-7555, $t_{вз} = 35,80$; $\sigma = 2,51$; $L_{тп} = 5,7$ км

Fig. 1. Distribution of the duration of the off-shore time of the dump truck flight: а – BelAZ-75306, $t_{вз} = 22,75$; $\sigma = 1,53$; $L_{тп} = 3,1$ km; б – БелАЗ-7555, $t_{вз} = 35,80$; $\sigma = 2,51$; $L_{тп} = 5,7$ km

Структура затрат времени при различной комплектации транспортного звена экскаваторно-автомобильного комплекса

The structure of time spent with different configurations of the transport link of the excavator-automobile complex

Составляющие затрат времени	Вариант I: расчетное количество автосамосвалов (N_a)	Вариант II: увеличенное количество автосамосвалов ($N_a + 1$)
Экскаватор		
Вспомогательные операции перед подъездом а/с, мин	$t_{всп} = 0,7 \cdot t_{ц}$	
Наиболее вероятное время ожидания прибытия а/с в забой, мин	$\tau_3 = (0,034 \div 0,041) \cdot t_{вз}$	–
Ожидание подъезда а/с, мин	$t_{ож} = 0,5$	
Погрузка а/с, мин	$t_{п} = t_{ц} \cdot n_k$	
Автосамосвалы		
Время движения вне забоя, включая разгрузку, мин	$t_{вз}$	
Ожидание погрузки впереди идущего а/с, мин	–	$t_{п} = t_{ц} \cdot n_k$
Ожидание выполнения экскаватором вспомогательных операций, мин	$t_{всп} = 0,7 \cdot t_{ц}$	
Маневры в забое, мин	$t_{м.з} = 0,5$	
Погрузка а/с, мин	$t_{п} = t_{ц} \cdot n_k$	

ной результат заключается в том, что опоздание автосамосвала с прибытием в забой по сравнению с расчетным временем (это опоздание определяет потери времени экскаватора в ожидании автосамосвала τ_3) пропорционально продолжительности незабойного времени рейса и составляет:

$$\tau_3 = 0,5 \cdot \sigma = (0,034 \div 0,041) \cdot t_{вз} \quad (1)$$

где $t_{вз}$ – среднее значение незабойного времени рейса автосамосвала, мин.

Продолжительность времени маневра в забое практически не зависит от грузоподъемности автосамосвала и составляет около 0,5 мин (рис. 2). Разброс обусловлен различной удаленностью места установки в забое от места ожидания.

Вспомогательные операции экскаватора перед установкой автосамосвала под погрузку производятся в том случае, когда есть необходимость зачистить подъезд к забою от осыпавшихся отдельных кусков породы или отодвинуть негабаритные куски. Распределение про-

должительности вспомогательных операций имеет вид, показанный на рис. 3. В дальнейших вычислениях было принято $t_{всп} = 0,7 \cdot t_{ц}$.

В общем случае элементы затрат времени оборудования (экскаватора или отдельно взятого автосамосвала) можно разделить на группы по двум признакам:

а) увеличивается или не увеличивается объем выполненной за это время работы тем или иным видом оборудования;

б) предусмотрено или не предусмотрено это время технологией функционирования комплекса.

Для экскаватора объем работ определяется отгруженными кубическими метрами горной массы, поэтому производительными затратами времени будет только время, связанное с погрузкой автосамосвалов. Вспомогательные операции перед подъездом автосамосвала к забою и ожидание подъезда являются технологически необходимыми непроизводительными промежутками времени, в течение которых отгрузка из забоя не увеличивается. Ожидание прибытия автосамосвала в забой, связанное с возможным

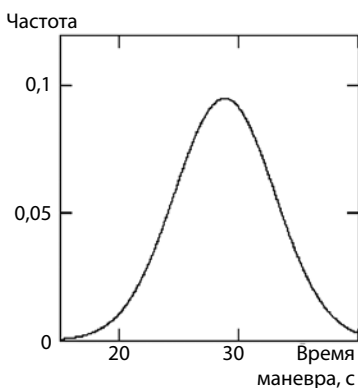


Рис. 2. Распределение продолжительности маневра автосамосвала при установке под погрузку ($t_{м.з} = 28,7$ с)

Fig. 2. Distribution of the maneuver duration of the dump truck when installed for loading ($t_{м.з} = 28,7$ s)

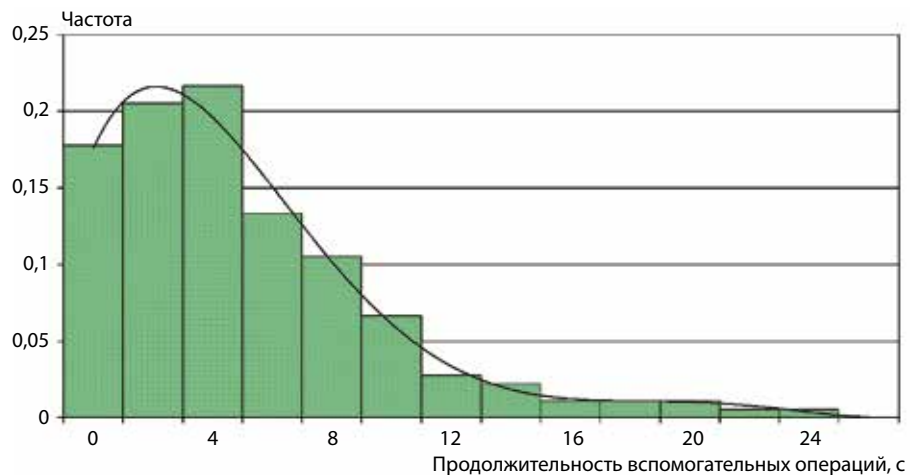


Рис. 3. Распределение продолжительности вспомогательных операций экскаватора ($t_{всп} = 12,1$ с)

Fig. 3. Distribution of the duration of auxiliary excavator operations ($t_{всп} = 12,1$ s)

его опозданием по отношению к расчетному времени, относится к непроизводительному, необязательному в структуре технологии промежутку, который теоретически можно исключить.

Для автосамосвала производительными будут внезапное время рейса и время маневра в забое, в течение которых увеличиваются выполняемые тонно-километры. Все остальные затраты времени являются непроизводительными, но технологически необходимыми. Случайные простои, связанные с аварийной остановкой оборудования, из рассмотрения исключены.

Идея сравнительной оценки комплектации транспортного звена по двум количественно отличающимся вариантам заключается в том, что увеличенное количество автосамосвалов позволяет сократить или исключить вовсе технологически необязательные и непроизводительные затраты времени экскаватора за счет непроизводительных, но технологически предусмотренных затрат времени автосамосвалов. Предпосылкой к целесообразности такого сравнения является различная стоимость эксплуатации экскаватора и автосамосвала за один и тот же промежуток времени.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования эффективности различных вариантов экскаваторно-автомобильных комплексов на примере обратных гидравлических лопат RH-200 Terex с геометрической вместимостью ковша 21 куб. м, автосамосвалов грузоподъемностью 55-220 т, а также прямой механической лопаты P&H-4100 в комплекте с автосамосвалами, показывают, что производительность комплекса при дополнительной единице транспорта при любых практически встречающихся значениях внезапного времени рейса выше базового варианта комплектования транспортом. Этот результат является естественным и объясняется сокращением времени непредусмотренных стохастических простоев экскаватора в ожидании прибытия автосамосвала в забой путем увеличения предусмотренных простоев транспорта.

Из полученного результата следует, что целесообразность увеличения транспортного звена на одну единицу с целью одновременного увеличения производительности экскаваторно-автомобильного комплекса и снижения затрат на разработку определяется соотношением расчетного количества автосамосвалов, внезапного времени рейса и времени погрузки одного автосамосвала, которое является инвариантом для всех возможных сочетаний типоразмеров экскаваторов и автосамосвалов.

При средних расстояниях транспортирования вскрышных пород, предопределяющих продолжительность внезапного времени рейса 20-30 мин, увеличение производительности экскаваторно-автомобильного комплекса достигает 20%.

Практическая значимость полученного результата заключается в том, что он дает возможность сформулировать довольно простую методику расчета эксплуатационного количества автосамосвалов для обеспечения (при заданном соотношении типоразмеров экскаватора и автосамосвалов) максимально высокой производитель-

ности комплекса и минимально возможных затрат на взрывную подготовку, экскавацию и транспортирование горной массы:

1. Определение расчетного количества автосамосвалов $N_{a(расч)}$ экскаваторно-автомобильного комплекса с использованием продолжительности всех операций оборудования (перечисленных в *таблице*), включая наиболее вероятное время ожидания прибытия автосамосвала в забой.

2. Определение переходного количества автосамосвалов N^* исходя из фактических значений продолжительности внезапного времени рейса и времени погрузки одного автосамосвала:

$$N^* = \frac{t_{вз}}{t_{погр}} \quad (2)$$

3. Определение эксплуатационного количества автосамосвалов:

$$N_{a.экспл} = \begin{cases} N_{a.расч}, & \text{если } N^* > N_{a.расч} \\ N_{a.расч} + 1, & \text{если } N^* < N_{a.расч} \end{cases} \quad (3)$$

4. Кратная часть эксплуатационного количества $N_{a.экспл}$ округляется или рассматривается как автосамосвал меньшей грузоподъемности по сравнению с грузоподъемностью основного состава транспортного звена.

ВЫВОДЫ

1. При детерминированном графике текущей работы экскаваторно-автомобильного комплекса общая продолжительность простоев оборудования не зависит от расстояния транспортирования.

2. Увеличенное количество автосамосвалов позволяет сократить или исключить вовсе технологически необязательные и непроизводительные затраты времени экскаватора за счет непроизводительных, но технологически предусмотренных затрат времени автосамосвалов.

3. Целесообразность увеличения транспортного звена на одну единицу с целью одновременного увеличения производительности экскаваторно-автомобильного комплекса и снижения затрат на разработку определяется соотношением расчетного количества автосамосвалов, внезапного времени рейса и времени погрузки одного автосамосвала, которое является инвариантом для всех возможных сочетаний типоразмеров экскаваторов и автосамосвалов.

4. Количественный состав транспортного звена экскаваторно-автомобильных комплексов на базе карьерных экскаваторов с вместимостью ковша 20 куб. м³ и более необходимо формировать по принципу «один автосамосвал в очереди», что обеспечит снижение затрат на выемочно-погрузочные работы при одновременном увеличении производительности комплекса.

Список литературы • References

1. Об изменении производительности обратных гидравлических лопат при разных схемах погрузки вскрыши в карьерные самосвалы / А.А. Хорешок, Д.М. Дубинкин, Я.О. Литвин и др. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2024. № 4. С. 26-34. DOI: 10.21440/0536-1028-2024-4-26-34.

- Khoreshok A.A., Dubinkin D.M., Litvin Ya.O. On changes in the performance of reverse hydraulic shovels under different schemes of loading overburden into quarry dump trucks. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mining Journal*. 2024;(4):26-34. (In Russ.). DOI: 10.21440/0536-1028-2024-4-26-34.
2. Loginov E.V., Kara S.V., Masalskiy S.S., Petrov K.D. Justification of parameters of open pit mining using truck-and-shovel systems in the Extreme North. *MIB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2024;(6):17-30. DOI: 10.25018/0236_1493_2024_6_0_17.
 3. Исследование влияния изменения высоты уступа на текущий коэффициент вскрыши при использовании автономных карьерных самосвалов грузоподъемностью 240 т / Д.М. Дубинкин, А.А. Хорешок, Ш.Я. Исмаилова и др. // Техника и технология горного дела. 2023. № 3(22). С. 71-81. DOI: 10.26730/2618-7434-2023-3-71-81.
Dubinkin D.M., Khoreshok A.A., Ismailova Sh.Ya., Markov S.O. Investigation of the effect of changes in the height of the ledge on the current stripping coefficient when using autonomous mining dump trucks with a lifting capacity of 240 tons. *Mining engineering and technology*. 2023;3(22):71-81. (In Russ.). DOI: 10.26730/2618-7434-2023-3-71-81.
 4. Katsubin A., Markov S., Khoreshok A., Tyulenev M. Selection of Excavating Equipment for the Outpacing Development of the Coal-bearing Zone. *E3S Web of Conferences*: 5, Kemerovo, 19-21 октября 2020 года. Kemerovo, 2020. P. 01027. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401027.
 5. Об определении параметров забойных блоков при ведении горных работ обратными гидравлическими лопатами / О.И. Литвин, Я.О. Литвин, М.А. Тюленев и др. // Горная промышленность. 2021. № 6. С. 76-81. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-6-76-81.
Litvin O.I., Litvin Ya.O., Tyulenev M.A., Markov S.O. On determining the parameters of downhole blocks during mining operations with reverse hydraulic shovels. *Mining Industry*. 2021;(6):76-81. (In Russ.). DOI: 10.30686/1609-9192-2021-6-76-81.
 6. Markov S., Tyulenev M., Dubinkin D., Murko E. Estimation of Excavator-Automobile Complex Productivity at Changing of Engineering and Geological Conditions. *Acta Montanistica Slovaca*. 2024;29(3):643-653.
 7. Ермолаев В.А., Селюков А.В. Сравнение горно-геологических условий горных работ карьеров // Техника и технология горного дела. 2018. № 2(2). С. 50-65. DOI: 10.26730/2618-7434-2018-2-50-65.
Ermolaev V.A., Selyukov A.V. Comparison of mining and geological conditions of quarry operations. *Mining engineering and technology*. 2018;2(2):50-65. (In Russ.). DOI: 10.26730/2618-7434-2018-2-50-65.
 8. Определение области энергоэффективного положения рабочего оборудования и эффективного радиуса черпания гидравлических экскаваторов на открытых горных работах / О.И. Литвин, С.О. Марков, А.А. Хорешок и др. // Маркшейдерия и недропользование. 2022. № 4(120). С. 38-44. DOI: 10.56195/20793332_2022_4_38.
Litvin O.I., Markov S.O., Khoreshok A.A. et al. Determination of the area of the energy-efficient position of the working equipment and the effective radius of scooping hydraulic excavators in open-pit mining. *Surveying and subsoil use*. 2022;4(120):38-44. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2022_4_38.
 9. Strelnikov A.V. Typical faces passports for the development of coal-bearing zones of Kuzbass quarry fields with backhoes. Part 1. General provisions. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*. 2019;3(6):4-20. DOI: 10.26730/2618-7434-2019-3-4-20.
 10. Strelnikov A.V. Typical faces passports for the development of coal-bearing zones of Kuzbass quarry fields with backhoes. Part 2. Passports of excavators faces. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*. 2019;4(7):4-29. DOI: 10.26730/2618-7434-2019-4-4-29.
 11. Tyulenev M., Markov S., Zhironkin S. et al. The Choice of Technology and Equipment for Coal Seams of Different Bedding Excavation at Kuzbass Surface Mines Based on Digging Capacity and Unit Costs / *Acta Montanistica Slovaca*. 2021;26(4):603-619. DOI: 10.46544/AMS.v26i4.02.
 12. Ulewicz R., Krstić B., Ingaldi M. Mining Industry 4.0 – Opportunities and Barriers. *Acta Montanistica Slovaca*. 2022;27(2)291-305.
 13. Kozel R., Bělíca J., Kempa F., Chlopecký J., Grycz O., Cehlár M. Waste management systems in the context of sustainability. *Acta Montanistica Slovaca*. 2024;29(1):180-192. DOI: 10.46544/AMS.v29i1.16.
 14. Ambriško L., Marasová D., Grendel P., Lukáč S. Application of logistics principles when designing the process of transportation of raw materials. *Acta Montanistica Slovaca*. 2015;20(2):141-147.

Authors Information

Litvin O.I. – PhD (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher of the Department of Open-Pit Mining, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Litvin Ya.O. – PhD (Engineering), Director of the Mokhovskiy Coal Mine, 652661, Mokhovo Village, Kemerovo Region, Russian Federation

Khoreshok A.A. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Scientific Director of the Mining Institute, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Dubinkin D.M. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mining Machines and Complexes, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Markov S.O. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Open-Pit Mining, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: markovso@kuzstu.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 3.10.2025

Поступила после рецензирования: 15.11.2025

Принята к публикации: 28.11.2025

Paper info

Received October 3, 2025

Reviewed November 15, 2025

Accepted November 28, 2025

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ **ЖУРНАЛ**

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

12-2025

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЦИЛИНДРЫ ДЛЯ ДОБЫЧНОЙ И ПРОХОДЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ



НИВА-ХОЛДИНГ



РЕКЛАМА

Филиал УПП «Нива» – «Завод
горно-шахтного оборудования»
Тел/факс: +375 (174) 26-10-61
e-mail: zgsho@niva.by

Главный редактор**ИСЛАМОВ Д.В.**

канд. техн. наук, доцент,

статс-секретарь –

заместитель министра энергетики

Российской Федерации

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**АРТЕМЬЕВ В.Б.,**

доктор техн. наук

ГАЛКИН В.А.,

доктор техн. наук, профессор

ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,

доктор техн. наук, профессор

ЗАХАРОВ В.Н., чл.-корр. РАН,

доктор техн. наук, профессор

КОВАЛЬЧУК А.Б.,

доктор техн. наук, профессор

КОЛИКОВ К.С.,

доктор техн. наук

ЛИТВИНЕНКО В.С.,

доктор техн. наук, профессор

МОХНАЧУК И.И., канд. экон. наук**ПЕТРОВ И.В.,**

доктор экон. наук, профессор

ПОПОВ В.Н.,

доктор экон. наук, профессор

ПОТАПОВ В.П.,

доктор техн. наук, профессор

РОЖКОВ А.А.,

доктор экон. наук, профессор

РЫБАК Л.В.,

доктор экон. наук, профессор

СКРЫЛЬ А.И., горный инженер**СУСЛОВ В.И.,** чл.-корр. РАН,

доктор экон. наук, профессор

ЩАДОВ В.М.,

доктор техн. наук, профессор

ЯКОВЛЕВ Д.В.,

доктор техн. наук, профессор

Иностранные члены редколлегии**Проф. Гюнтер АПЕЛЬ,**

доктор техн. наук, Германия

Проф. Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ,

доктор техн. наук, Германия

Проф. Юзеф ДУБИНСКИ,

доктор техн. наук, чл.-корр. Польской

академии наук, Польша

Сергей НИКИШИЧЕВ,

комп. лицо FIMM,

канд. экон. наук, Великобритания,

Россия, страны СНГ

Проф. Любен ТОТЕВ,

доктор наук, Болгария

**ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРGETИКИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

ДЕКАБРЬ**12-2025** /1200/**УГОЛЬ****ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА**VIII Международный форум «РОССИЙСКАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ – 2025» _____ 420 лет ОФ «Распадская»: поздравление
от АО «Коралайна Инжиниринг» _____ 9Дайджест новостей о ситуации
в угольном бизнесе _____ 12**ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ**

Лохов Д.С.

Футеровка PTS (Poly-tapp Slime)
от TAPP Group: современная защита
от налипания и износа _____ 17Неведров А.В., Папин А.В., Тихонов В.В.
Исследование качества пеков,
полученных при разных температурах
перегонки каменноугольной смолы _____ 19Неведров А.В., Папин А.В., Тихонов В.В.
Исследование влияния условий
перегонки каменноугольной смолы
на коксовое число получаемого пека _____ 23Прокопьев С.А., Прокопьев Е.С., Алексеева О.Л.
Внедрение гравитационно-магнитной
технологии переработки лежалых
хвостов углеобогащения _____ 27**РЕСУРСЫ**

Тихонов В.В., Тихомирова А.В.,

Пилин М.О., Гиниятуллина Ю.Р.

Перспективы использования отходов
углеобогащения для получения
концентратов редких
и редкоземельных элементов _____ 30Шаклеин С.В., Рогова Т.Б., Писаренко М.В.
Руководство по количественной оценке
достоверности запасов угля _____ 34**БЕЗОПАСНОСТЬ**

Козырева Е.Н., Рябцев А.А.,

Плаксин М.С., Родин Р.И.

Инструментальные исследования
газокинетических характеристик угольного
пласта в его призабойной части _____ 39**ЭКОНОМИКА**

Бондарев Н.С., Бондарева Г.С., Харитонов А.В.

Мониторинг земель сельскохозяйственного
назначения угледобывающего региона _____ 46**ГОРНЫЕ МАШИНЫ**

Дубинкин Д.М., Попов И.П.,

Бокарев А.И., Дианов В.А., Зайцев Л.А.

Разработка цифровой и многозвенной
модели карьерного самосвала методом
обратного проектирования для проведения
имитационного моделирования _____ 51Дубинкин Д.М., Закрасовский Д.И.
Анализ дефектов картера заднего моста
карьерного самосвала БелАЗ 7530 _____ 58Дубинкин Д.М., Ялышев А.В., Исмаилова Ш.Я.
Исходные данные к исследованию
напряженно-деформирования
состояния грузовой платформы
карьерного самосвала _____ 63Герике Б.Л., Швыдкий С.А.
К вопросу создания системы мониторинга
технического состояния несущих
металлоконструкций карьерных
автосамосвалов _____ 68**ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ**

Кизилов С.А., Никитенко М.С., Худогонов Д.Ю.

Методы автоматического контроля
пространственного положения горных
машин в условиях угольных шахт _____ 72Стародубов А.Н.
Связь параметров фигуры выпуска
с показателями эффективности
технологии отработки мощных
угольных пластов _____ 77Черданцев Н.В.
Напряженное состояние слоистого
породного массива около выработки
квадратного сечения _____ 83**ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ**

Худогонов Д.Ю., Сушкин И.Н.,

Никитенко М.С., Кизилов С.А.

Способ позиционирования карьерного
транспорта под ковш экскаватора
на погрузочной площадке _____ 86**АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Воронов А.Ю., Аксенов В.В.,

Буялич Г.Д., Маметьев Л.Е., Пашков Д.А.

Системы управления в горнодобывающей
промышленности _____ 91

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 2А, офис 819
Тел.: +7 (499) 237-22-23
E-mail: ugol1925@mail.ru
E-mail: ugol@ugolinfo.ru

Генеральный директор

Ольга ГЛИНИНА

Научный редактор

Ирина КОЛОБОВА

Менеджер

Ирина ТАРАЗАНОВА

Специалист по связям

с общественностью

Фел ПИНЧУК

Технический редактор

Наталья БРАНДЕЛИС

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС77-34734 от 25.12.2008

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в Перечень ВАК Минобрнауки и науки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,151
(без самоцитирования – 0,79)

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,71
(без самоцитирования – 0,501)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН

в Интернете на веб-сайте

www.ugolinfo.ru
www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»

www.rosugol.ru

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

Научный редактор И.М. КОЛОБОВА

Корректор В.В. ЛАСТОВ

Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 08.12.2025.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 18,5 + обложка.

Тираж 3300 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 4900 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

117105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5

Тел.: (495) 661-46-22;

www.rolikssprint.ru

Заказ № 166258

Журнал в App Store и Google Play



Воронов А.Ю., Аксенов В.В.,

Буялич Г.Д., Маметьев Л.Е., Пашков Д.А.

Влияние интеллектуальных систем

управления на рентабельность

открытых горных работ _____ 97

Садовец Р.В., Лобачев И.В., Сыркин И.С., Садовец В.Ю.

Анализ записей модуля навигации

карьерного самосвала при движении

по угольному разрезу _____ 104

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Литвин О.И., Хорешок А.А., Дубинкин Д.М.,

Марков С.О., Тюленев М.А.

Изучение параметров погрузки карьерных

самосвалов как фактора повышения

их производительности _____ 111

Литвин О.И., Литвин Я.О., Хорешок А.А.,

Дубинкин Д.М., Марков С.О.

Исследование неравномерности

работы экскаваторно-автомобильного

комплекса _____ 116

Тайлаков О.В., Уткаев Е.А., Соколов С.В.

Геофизическое исследование

геомеханического состояния

углепородного массива _____ 121

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

Петерс К.И., Кузнецов А.Д.

Специализированное программное

обеспечение для проектирования

буровзрывных работ: архитектура,

функциональность, назначение _____ 125

Петерс К.И., Калашникова М.Д.

Практика внедрения программного

обеспечения проектирования БВР

на горнодобывающем предприятии _____ 132

ЭКОЛОГИЯ

Иванова Т.Е., Остапова Н.А.,

Богдановская Ю.С., Сафронова О.С.,

Моршнев Е.А., Евсеева И.Н.

Исследования теплового режима

переуплотненного отвала

автомобильной отсыпки

в аридных условиях Хакасии _____ 138

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ

Перечень статей, опубликованных

в журнале «Уголь» в 2025 году _____ 142

Список реклам

Филиал УПП «НИВА»	1-я обл.
TAPP Group	2-я обл.
ООО «ИЦ «АМС»	3-я обл.

ООО НПФ «ГРАНЧ»	4-я обл.
АО НМЗ «Искра»	26
НПП Завод «МДУ»	38

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,15 (без самоцитирования – 0,79).

Журнал «Уголь» индексируется

в международной реферативной базе данных и систем цитирования SCOPUS (рейтинг журнала Q2)

Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF

Редакция журнала «Уголь» является членом Международной ассоциации по связям издателей / Publishers International Linking Association, Inc. (PILA). Всем научным статьям журнала присваиваются Digital Object Identifier (DOI).

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США). Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO Publishing (www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академических библиотек по всему миру.

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»

Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10 мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме открытой науки (Open Science), основной задачей которой является популяризация науки и научной деятельности. Это третья в мире электронная библиотека по степени видимости материалов в Google Scholar.

Журнал «Уголь» представлен в CNKI Scholar

Платформа CNKI Scholar (<http://scholar.cnki.net>) – ведущий китайский агрегатор и поставщик академической информации. CNKI имеет наибольшее количество пользователей на рынке академических и профессиональных услуг Китая из более чем 20 тыс. учреждений, университетов, исследовательских институтов, правительств, корпораций, предоставляя им полнотекстовые базы данных CNKI онлайн.

- За достоверность рекламной информации ответственность несет рекламодатель.
- За достоверность научно-технической информации ответственность несет автор.
- Мнение редакции может не совпадать с позицией авторов статей, опубликованных в журнале.
- За сроки размещения метаданных опубликованных статей в базе данных Scopus редакция ответственности не несет.

Chief Editor

ISLAMOVI D.V.

Ph.D. (Economic), Associate Professor,
State Secretary –
Deputy Minister of Energy
of the Russian Federation

Members of the editorial council:

- ARTEMIYEV V.B.**, Dr. (Engineering),
Moscow, 115054, Russian Federation
GALKIN V.A., Dr. (Engineering), Prof.,
Chelyabinsk, 454048, Russian Federation
ZAIDENVARG V.E., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation
ZAKHAROV V.N., Dr. (Engineering), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Moscow, 111020, Russian Federation
KOVALCHUK A.B., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation
KOLIKOV K.S., Dr. (Engineering),
Moscow, 119019, Russian Federation
LITVINENKO V.S., Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation
MOKHNACHUK I.I., Ph.D. (Economic),
Moscow, 109004, Russian Federation
PETROV I.V., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
POPOV V.N., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
POTAPOV V.P., Dr. (Engineering), Prof.,
Kemerovo, 650025, Russian Federation
ROZHKOV A.A., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
RYBAK L.V., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation
SKRYL' A.I., Mining Engineer,
Moscow, 119049, Russian Federation
SUSLOV V.I., Dr. (Economic), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Novosibirsk, 630090, Russian Federation
SHCHADOV V.M., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation
YAKOVLEV D.V., Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation

Foreign members of the editorial council:

- Prof. **Guenther APEL**, Dr.-Ing.,
Essen, 45307, Germany
Prof. **Carsten DREBENSTEDT**, Dr. (Engineering),
Freiberg, 09596, Germany
Prof. **Jozef DUBINSKI**, Dr. (Engineering),
Corresp. Member PAS, Katowice, 40-166, Poland
Sergey NIKISHICHEV, FIMMM, Ph.D. (Economic),
Moscow, 125047, Russian Federation
Prof. **Luben TOTEV**, Dr., Sofia, 1700, Bulgaria

Ugol' Journal Edition LLC

Leninsky Prospekt, 2A, office 819
Moscow, 119049, Russian Federation
Tel.: +7 (499) 237-2223
E-mail: ugol1925@mail.ru
www.ugolinfo.ru

MONTHLY JOURNAL, THAT DEALS WITH SCIENTIFIC,
TECHNICAL, INDUSTRIAL AND ECONOMIC TOPICS

Established in October 1925

FOUNDERS

MINISTRY OF ENERGY
THE RUSSIAN FEDERATION,
UGOL' JOURNAL EDITION LLC

DECEMBER

12' 2025

**UGOL' RUSSIAN
COAL
JOURNAL**

INFORMATION & ANALYTICS

- VIII Russian Energy Week
international Forum 2025 outcomes** _____ 4
**20 years anniversary of the Raspadskaya
Processing Plant: congratulations
from Coralina Engineering** _____ 9
**News digest on the situation
in the coal business** _____ 12

COAL PREPARATION

- Lokhov D.C.
**PTS (Poly-tapp Slime) lining from TAPP Group:
modern protection against sticking and wear** _____ 17
Nevedrov A.V., Papin A.V., Tikhonov V.V.
**Research into the quality of pitches produced
at different coal tar distillation temperatures** _____ 19
Nevedrov A.V., Papin A.V., Tikhonov V.V.
**Research on the effects of coal tar distillation
conditions on the coke number
of the product obtained** _____ 23
Prokopyev S.A., Prokopyev E.S., Alekseeva O.L.
**Implementation of gravity-magnetic technology
to process consolidated coal tailings** _____ 27

MINERAL RESOURCES

- Tikhonov V.V., Tikhomirova A.V.,
Pilin M.O., Giniyatullina Yu.R.
**Prospects of using coal preparation waste
to produce concentrates of rare
and rare earth elements** _____ 30
Shaklein S.V., Rogova T.B., Pisarenko M.V.
**Guide to the quantification confidence
of coal resources** _____ 34

SAFETY

- Kozyreva E.N., Ryabtsev A.A., Plaksin M.S., Rodin R.I.
**Instrumental studies of gas-kinetic characteristics
of the coal seam in its bottom-hole part** _____ 39

ECONOMICS

- Bondarev N.S., Bondareva G.S., Kharitonov A.V.
**Monitoring of agricultural lands
in the coal mining region** _____ 46

MINING EQUIPMENT

- Dubinkin D.M., Popov I.P., Bokarev A.I.,
Dianov V.A., Zaitsev L.A.
**Development of an digital and multi-body model
of a dump truck by reverse engineering
for simulation modeling** _____ 51
Dubinkin D.M., Zakrasovsky D.I.
**Analysis of defects in the crankcase
of the rear axle of the BELAZ 7530 dump truck** _____ 58
Dubinkin D.M., Yalyshev A.V., Ismailova Sh.Y.
**Initial data for the study of the stress-strain state
of the cargo platform of a dump truck** _____ 63
Gericke B.L., Shvydkin S.A.
**To the issue of creating a system for monitoring
the technical condition of a mine dump truck's
bearing metal structures** _____ 68

UNDERGROUND MINING

- Kizilov S.A., Nikitenko M.S., Khudonogov D.Yu.
**Methods for automated spatial position monitoring
of mining machinery in coal mine conditions** _____ 72
Starodubov A.N.
**Relationship between the figures of coal drawing
parameters and the efficiency indicators
of the technology for mining thick coal seams** _____ 77
Cherdantsev N.V.
**Mathematical modeling of the stress state
in the shaft bridge installed in the development
of a circular cross-section** _____ 83

SURFACE MINING

- Khudonogov D.Yu., Sushkin I.N., Nikitenko M.S., Kizilov S.A.
**Haul truck positioning method
under an excavator bucket** _____ 86

AUTOMATIZATION

- Voronov A.Yu., Aksenov V.V., Buyalich G.D.,
Mametyev L.E., Pashkov D.A.
Management systems in the mining industry _____ 91
Voronov A.Yu., Aksenov V.V., Buyalich G.D.,
Mametyev L.E., Pashkov D.A.
**The impact of intelligent fleet management systems
on the profitability of open-pit mining** _____ 97
Sadovets R.V., Lobachev I.V., Syrkin I.S., Sadovets V.Yu.
**Analysis of the navigation module records
of a mining dump truck while driving through
a coal mine** _____ 104

GEOTECHNOLOGY

- Litvin O.I., Khoreshok A.A., Dubinkin D.M.,
Markov S.O., Tyulenev M.A.
**Study of the loading parameters
of quarry dump trucks as a factor
in increasing their productivity** _____ 111
Litvin O.I., Litvin Ya.O., Khoreshok A.A.,
Dubinkin D.M., Markov S.O.
**Study of the uneven operation
of the excavator-truck complex** _____ 116
Tailakov O.V., Utkaev E.A., Sokolov S.V.
**Geophysical study of the geomechanical
condition of a coal-bearing massif** _____ 121

DRILLING AND BLASTING OPERATIONS

- Peters K.I., Kuznetsov A.D.
**Specialized software for drilling and blasting
operations design: architecture,
functionality, purpose** _____ 125
Peters K.I., Kalashnikova M.D.
**The practice of implementing DBO design
software in a mining enterprise** _____ 132

ECOLOGICAL

- Ivanova T.E., Ostapova N.A., Bogdanovskaya Yu.S.,
Safronova O.S., Morshnev E.A., Evseeva I.N.
**Research of the thermal regime
of over-compacted car rip-off dump
in arid conditions of Khakassia** _____ 138

LIST OF MATERIALS

- Index of articles published in Ugol' –
Russian Coal Journal in 2025** _____ 142