



ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)

УДК 622.221:658.5

DOI: 10.18503/1995-2732-2024-22-2-41-48

ОЦЕНКА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ УСЛОВИЙ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ НА УГОЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ

Черских О.И.¹, Минаков В.С.², Довженок А.С.³¹ ООО «Солнцевский угольный разрез», Шахтерск, Россия² Восточная горнорудная компания, Шахтерск, Россия³ Челябинский филиал Института горного дела Уральского отделения Российской академии наук, Челябинск, Россия

Аннотация. Постановка задачи (актуальность работы). Затраты на автотранспорт в себестоимости добычи угля достигают 30-40%. Существенное влияние на расход ресурсов оказывают условия транспортирования. Для принятия своевременных и рациональных управленческих решений необходима оперативная, достаточно простая и корректная оценка текущего состояния условий, а также определение их целевых характеристик в осязаемых категориях. Эти обстоятельства определили актуальность разработки соответствующей методики оценки подготовленности условий для автотранспортирования. **Цель работы.** Разработка и опробование методического инструментария, обеспечивающего оперативную качественную и количественную оценку условий транспортирования по следующим объектам: отвал, основная дорога, забой и площадка для пересменки по 4-м уровням качества. **Используемые методы.** В статье используются методы системного и структурно-функционального анализа, научного обобщения, экспертных оценок и производственного эксперимента. Использование представленных методов позволило с участием руководителей и специалистов Солнцевского угольного разреза разработать шкалу оценки подготовленности условий транспортирования, организовать производственный эксперимент без сбоев в действующем производстве, поэтапно провести опробование шкалы посредством экспертной оценки условий с ее применением, выполнить критический анализ подготовки условий эксплуатации и разработать меры по ее эффективному применению. **Новизна.** Представлена авторская методика проведения оценки подготовленности условий на угольном разрезе. **Практическая значимость.** Освоение предлагаемой методики позволяет в режиме мониторинга определять уровень качества состояния условий эксплуатации самосвалов с использованием соответствующей 4-уровневой шкалы, выявлять резервы улучшений и намечать пути по их использованию с приемлемыми затратами ресурсов. По мере освоения методики и получения навыков в ее применении, обеспечивающих устранение очевидных отклонений в состоянии всех объектов условий транспортирования, целесообразно рассмотреть переход к более точным, но и более затратным инструментальным способам оценки условий.

Ключевые слова: угольный разрез, автотранспортирование, подготовленность условий, шкала оценки

© Черских О.И., Минаков В.С., Довженок А.С., 2024

Для цитирования

Черских О.И., Минаков В.С., Довженок А.С. Оценка подготовленности условий для автотранспортирования на угольном разрезе // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2024. Т. 22. №2. С. 41-48. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-2-41-48>



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

ASSESSMENT OF PREPAREDNESS OF CONDITIONS FOR TRANSPORTATION AT THE OPENCAST COAL MINE

Cherskikh O.I.¹, Minakov V.S.², Dovzhenok A.S.³

¹ Solntsevsky Coal Mine LLC (East Mining Company), Shakhtersk, Russia

² East Mining Company, Shakhtersk, Russia

³ Chelyabinsk Branch of the Institute of Mining, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Chelyabinsk, Russia

Abstract. Relevance. The expenses for motor transport in the cost of coal mining reach 30-40%. Transportation conditions have a significant impact on resource consumption. In order to make timely and rational management decisions, it is necessary to use an operational, fairly simple, and correct assessment of the current state of conditions, as well as the determination of their target characteristics in tangible categories. These circumstances have determined the relevance of developing an appropriate methodology for assessing preparedness of conditions for motor transport. **Objectives.** The study is aimed at developing and testing methodological tools that provide for a prompt qualitative and quantitative assessment of transportation conditions for the following facilities: a dump, a main road, a face and a platform for shift change, at 4 quality levels. **Methods Applied.** The article describes used methods of systemic and structural-functional analysis, scientific generalization, expert assessments and industrial experiment. The use of the presented methods, and managers and specialists of the Solntsevsky Coal Mine contributed to developing a scale for assessing preparedness of transportation conditions, organizing a production experiment without failures in the existing production, conducting a step-by-step testing of the scale through an expert assessment of the conditions, performing a critical analysis of the preparation of operating conditions and developing measures for its efficient application. **Originality.** The paper presents the authors' methodology for assessing preparedness of conditions at the opencast coal mine. **Practical Relevance.** Mastering of the proposed methodology contributes to determining the quality level of the operating conditions of dump trucks in a monitoring mode, using the appropriate 4-level scale, identifying reserves for improvements and outlining ways to use them with acceptable resource consumption. As soon as the methodology is mastered and skills in its application are gained to ensure the elimination of obvious deviations in the condition of all objects of transportation conditions, it is advisable to consider a transition to more accurate, but also more expensive instrumental methods of assessing conditions.

Keywords: opencast coal mine, transportation, preparedness of conditions, assessment scale

For citation

Cherskikh O.I., Minakov V.S., Dovzhenok A.S. Assessment of Preparedness of Conditions for Transportation at the Opencast Coal Mine. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2024, vol. 22, no. 2, pp. 41-48. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-2-41-48>

Введение

Основными факторами, значительно влияющими на величину затрат на автотранспорт и его производительность, являются условия транспортирования, качество загрузки самосвалов, скоростной режим машин и качество их технического обслуживания и ремонта [1].

На горнодобывающих предприятиях широко распространено отношение к карьерному автотранспорту как к технике, предназначенной для работы в тяжелых условиях, что закономерно приводит к низкой их подготовленности для эффективной и безопасной эксплуатации. В результате значительно недоиспользуется технический потенциал машин, их узлов и агрегатов, допускается существенный перерасход материально-технических и энергетических ресурсов на выполнение транспортной работы. Так, например, на одном и том же предприятии из-за разных дорожных условий ходимость высококачественных сверхкрупногабаритных шин одной марки может отличаться до 5 раз и находится в диапазоне 33-155 тыс. км пробега. Аналогичные примеры и по удельному расходу топлива – диапазон 80-170 г/ткм, по ходимости рамы автосамосвалов – диапазон 20-60 тыс. км [2].

Забойные и отвальные участки дорог в разрезе наиболее часто подвержены изменению, что формирует отношение бесполезности поддержания их в надлежащем состоянии. Нередко такое отношение заканчивается необходимостью «подталкивания» самосвала в забое к началу движения с помощью экскаватора либо другого оборудования. Терпимое отношение к крупным кускам породы на площадках, где осуществляется погрузка-выгрузка породы на дорогах, приводит к глубоким порезам шин, сокращающим срок их службы.

Невыдержанные параметры макро- и микропрофиля автодороги обуславливают повышенные нагрузки на элементы ходовой части, трансмиссии и двигателя, что преждевременно выводит их из строя. Наличие многочисленных «бугорков и ямок» на дорогах ведет к повышенному расходу времени и топлива на их преодоление. В целом некачественная автодорога может приводить к перерасходу ресурсов до 30% и увеличению рисков аварий и травм персонала при эксплуатации машин [1, 3].

Важным компонентом подготовки условий для безопасного процесса транспортирования является наличие удобной и освещенной площадки для пере-

сменки, позволяющей качественно и безопасно провести ежедневный осмотр техники и смену экипажа.

Значительный диапазон изменений состояния условий транспортирования и существенное их влияние на расход ресурсов обуславливают необходимость их корректной оценки для принятия своевременных и рациональных управленческих решений по приведению условий транспортирования в надлежащее состояние [4, 5].

Методика оценки условий транспортирования

Предлагаемая методика предусматривает качественную и количественную оценку условий транспортирования по следующим объектам: отвал, основная дорога, забой и площадка для пересменки по 4-м уровням качества [6]. Уровни качества представлены в табл. 1.

Таблица 1. Уровни качества подготовленности условий автотранспортирования
Table 1. The quality levels of preparedness of the transportation conditions

Номер уровня	Уровень качества условий	Характеристика условий
4	Высокий	Условия соответствуют нормативам
3	Средний	Условия незначительно отклоняются от нормативов
2	Низкий	Условия значительно отклоняются от нормативов
1	Неприемлемый	Условия недопустимо отклоняются от нормативов

Под надлежащим состоянием (качеством) условий понимаются известные характеристики – параметры забоя должны соответствовать паспорту ведения горных работ. Забой должен быть удобен для безопасных маневров и постановки самосвала под погрузку, заезд и выезд из него не вызывать затруднений у водителя.

Дорога должна иметь ширину, позволяющую безопасно двигаться большегрузному транспорту и вспомогательной технике во встречном движении, ее профиль – выдержан и соответствовать паспорту на строительство карьерных автодорог. Просыпи горной массы на дороге, могущие привести к порезам автошин, должны своевременно убираться.

Отвалы необходимо хорошо спланировать и обозначить знаками. В их основание целесообразно укладывать скальный грунт. Зона выгрузки должна быть удобной, иметь обратный уклон, предохранительный вал и хорошее освещение.

На площадках для пересменки должны удобно и безопасно размещаться большегрузные карьерные самосвалы. Площадки должны иметь хорошее освещение в соответствии со СНиП.

Перечисленные характеристики подготовленности условий являются нормой для безопасной и эффективной эксплуатации карьерных автосамосвалов. Отклонения от них снижают качество условий, что приводит к существенным потерям различных видов ресурсов [7, 8].

Исходя из изложенного подхода, была разработана шкала для оценки подготовленности условий транспортирования на Солнцевском угольном разрезе (табл. 2).

Таблица 2. Шкала оценки подготовленности условий транспортирования на Солнцевском угольном разрезе
Table 2. The assessment scale of preparedness of transportation conditions at the Solntsevsky Coal Mine

Забой		Дорога		Отвал		Площадка для пересменки	
Параметры забоя соответствуют паспорту. Забой удобен для постановки автосамосвала под погрузку и маневров, подъезд – для заезда и выезда из забоя	4 балла	Ширина позволяет нормально двигаться большегрузному транспорту и вспомогательной технике. Профиль выдержанный, соответствует паспорту	4 балла	Устойчивый (скальный грунт), хорошо спланированный и обозначенный знаками. Удобная зона выгрузки с предохранительным валом и хорошим освещением	4 балла	Удобно размещается весь транспорт, хорошее освещение	4 балла
Параметры забоя соответствуют паспорту, но для постановки автосамосвала под погрузку требуются излишние маневры. Подъезд с незначительными отклонениями от паспорта, требующими от водителя излишнего внимания	3 балла	Позволяет нормально двигаться большегрузному транспорту. Профиль вызывает излишнюю нагрузку на автосамосвала	3 балла	Достаточно устойчивый (скальный грунт и др.) и спланированный. Зона выгрузки с предохранительным валом, но требует дополнительных маневров. Освещение удовлетворительное	3 балла	Размещается весь транспорт, но скученно. Удовлетворительное освещение	3 балла
Параметры забоя отклоняются от паспорта, что значительно затрудняет подъезд, постановку под погрузку и выезд автосамосвала. Подъезд требует повышенного внимания водителя при заезде и выезде из забоя	2 балла	Узкая дорога, требующая значительного замедления скорости. Профиль вызывает значительную нагрузку на автосамосвала	2 балла	Неустойчивый (глина), удовлетворительно спланированный. Зона выгрузки с продавливаниями, слабым или ослепляющим освещением, требует значительного ожидания для выгрузки автосамосвала	2 балла	Не размещается весь транспорт, часть пересменки осуществляется в забое, есть частичное освещение	2 балла
Узкий забой, стесненные условия, много неровностей на площадке. Узкий и неудобный подъезд, требует особого внимания водителя при заезде и выезде с погрузки	1 балл	Узкая проезжая часть, требующая остановки транспортных средств для пропуска встречного транспорта. Невыдержанный профиль с максимальными уклонами	1 балл	Неустойчивый (глина), плохо спланированный. Зона выгрузки неудобная с продавливаниями, отсутствием освещения и предохранительного вала, с постоянными ожиданиями самосвалов для выгрузки	1 балл	Нет специальной площадки, пересменка осуществляется в забое, на отвале, дороге, нет освещения	1 балл

Применение шкалы оценки условий транспортирования

Разработанная шкала опробована при оценке подготовленности условий на Солнцевском угольном разрезе. Общая протяженность карьерных автодорог разреза составляет около 64 км. Количество забоев варьирует в диапазоне от 25 до 34. Автосамосвалами перевозится более 140 млн м³ горной массы. Вскрышные породы размещаются на трех отвалах.

На первом этапе оценки условий транспортирования для получения общего представления о состоянии их подготовленности был проведен опрос экспертов: 4 руководителя участков технологического автотранспорта («эксплуатируют» дороги забойные, отвальные, основные), 3 руководителя участков открытых горных работ (отвечают за состояние забойных дорог), руководитель дорожного участка (отвечает за строитель-

ство и поддержание основных дорог), заместитель директора разреза по ОТ, ПБ и ЧС (отвечает за состояние системы обеспечения безопасности на разрезе). Результаты опроса представлены на рис. 1.

На высоком и среднем уровнях качества, по оценкам экспертов, находится от 30 до 78% забоев (отличие 2,6 раза), от 37 до 78% – основных дорог (отличие 2,1 раза), от 10 до 68 % – отвалов (отличие 6,8 раза), от 15 до 30% – площадок для пересменки (отличие 2,0 раза). Значительный разброс мнений руководителей, деятельность подразделений которых связана с состоянием подготовленности условий транспортирования, могут свидетельствовать об отсутствии единого представления об уровне качества подготовленности этих условий, что может привести к рискам принятия некорректных управленческих решений [9, 10].

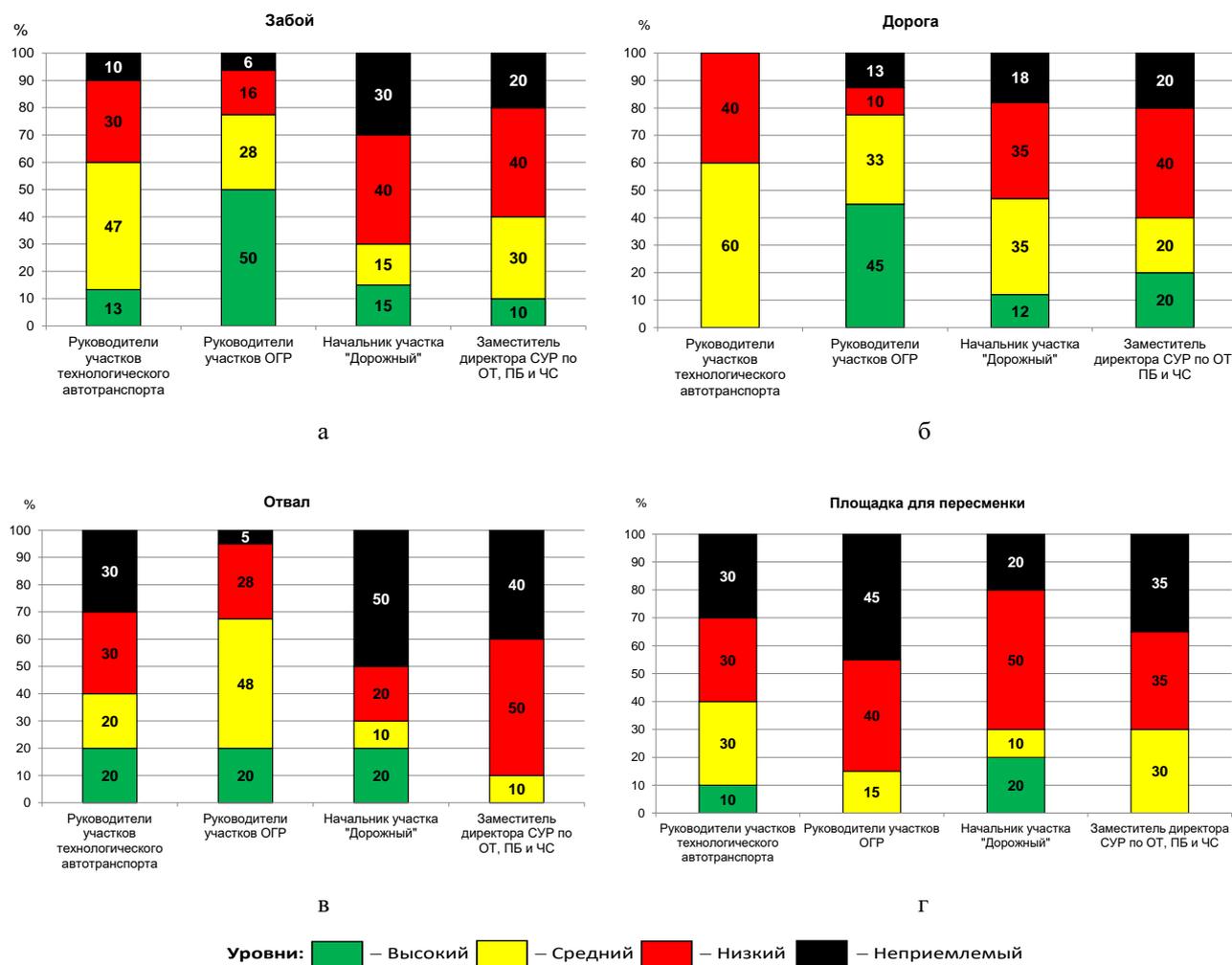


Рис. 1. Результаты экспертной оценки подготовленности условий транспортирования
 Fig. 1. An expert assessment of preparedness of transportation conditions

На втором этапе для получения конкретных данных был организован выезд в разрез руководителей и специалистов СУР и института НИИОГР. Для оценки были выбраны характерные забои, дороги, отвалы. В процессе определения состояния условий проводилась видеосъемка процессов погрузки, транспортирования и разгрузки, которая необходима для предметного анализа. Каждый участник, имея на ру-

ках табл. 1, записывал в нее свои оценки. Эти оценки между собой значительно отличались, что потребовало проведения процедуры соотнесения и согласования результатов с использованием видео.

Итоговые согласованные результаты оценки забоев, основных дорог, отвалов и площадок для пересменки представлены в табл. 3 и на рис. 2.

Таблица 3. Результаты экспертной оценки подготовленности условий транспортирования на объектах Солнцевского угольного разреза (25-27 мая 2023 г.)

Table 3. An expert assessment of preparedness of transportation conditions at the facilities of the Solntsevsky Coal Mine (May 25-27, 2023)

Забой	Дорога	Отвал	Площадка для пересменки
	От ДСК до поворота на п. Полтавка		
	Много таких участков	«Федора»	
РС-3000 N 90 вскр., РС-1250 N 17 уголь; РС-2000 N 4 уголь	Немало таких участков, особенно на крутых поворотах, на подъеме	Внутренний «Верхний»	Поворот на п. Полтавка
Либхер 9400 N7, вскр., РС 2000 N 43 вскр., EX 1200 N15 уголь	В районе экскаваторов N 4, 15, 17, 90	Внутренний «Нижний»	

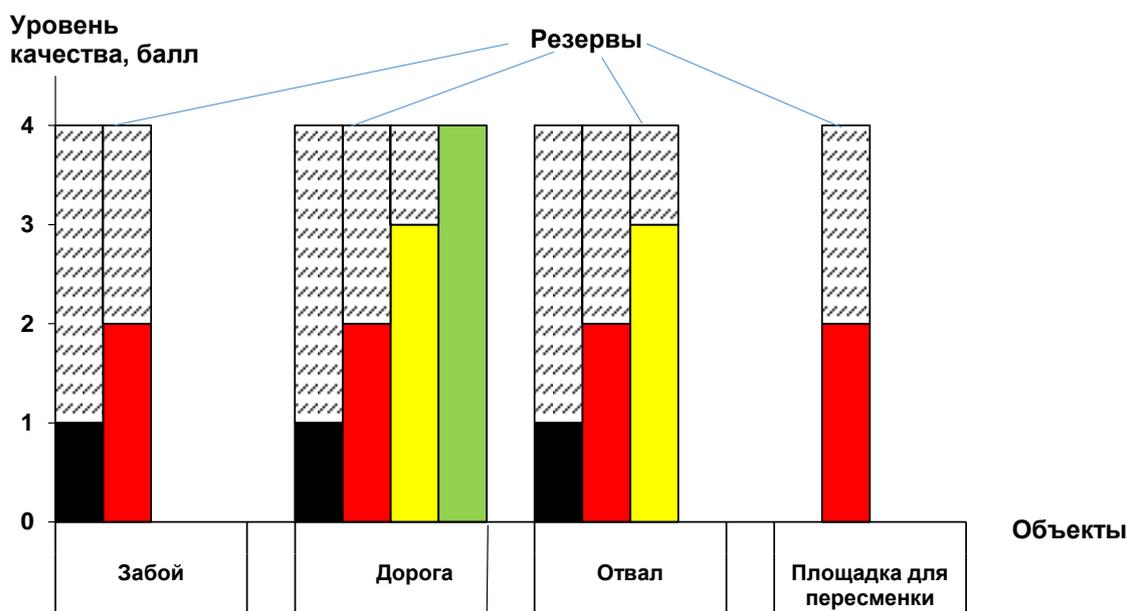


Рис. 2. Резервы повышения качества условий транспортирования на Солнцевском угольном разрезе (по результатам оценки на 25-27 мая 2023 г.)

Fig. 2. Reserves for improving the quality of transportation conditions at the Solntsevsky Coal Mine (based on the results of the assessment as of May 25-27, 2023)

На третьем этапе оценки условий транспортирования выполнен анализ полученных результатов. Из рис. 2 видно, что наиболее существенные резервы в части повышения качества условий, а следовательно, и снижения потерь имеются в подготовленности забоев. Дороги и отвалы характеризуются широким спектром условий – от неприемлемого до высокого уровня качества. Это свидетельствует не только о резервах производства, но и о том, что на предприятии имеется опыт достижения высокого качества условий для транспортирования в рамках текущей деятельности с приемлемыми затратами. Его необходимо закрепить в планировании, организации и проектировании производственной деятельности [11, 12].

Результаты применения методики

Результаты разработки и опробования методики оценки условий позволили сформулировать ряд взаимосогласованных задач, решение которых позволяет планомерно улучшать условия транспортирования:

- руководителям и специалистам, осуществляющим эксплуатацию карьерных автосамосвалов, необходимо обучиться и освоить методику оценки состояния подготовленности условий транспортирования;

- организовать и наладить ежесменный учет в форме «Светофор» состояния: забоев, дорог, отвалов, мест пересменки;

- наладить систему предоставления информации о состоянии условий транспортирования службам, задействованным в организации и мониторинге погрузки и перевозки горной массы карьерными автосамосвалами;

- наладить систематическое рассмотрение на производственных совещаниях с персоналом служб, задействованных в подготовке и использовании этих условий, результатов работы по повышению их качества.

Выводы

Значительная стоимость карьерных автосамосвалов, а следовательно, и их ремонта обуславливают необходимость более тщательной подготовки условий эксплуатации. Опробование методики оценки качества условий эксплуатации карьерного автотранспорта показало необходимость проведения процедуры согласования оценок экспертов для обеспечения единого представления об уровне качества подготовленности условий, что является позитивным импульсом, обеспечивающим согласованную и корректную выработку рациональных и эффективных управленческих решений.

Освоение предлагаемой методики позволяет в режиме мониторинга достаточно просто и корректно определять уровень качества состояния условий эксплуатации самосвалов с использованием соответствующей 4-уровневой шкалы, выявлять резервы улучшений и намечать пути по их использованию с приемлемыми затратами ресурсов.

По мере освоения предлагаемой методики и по-

лучения навыков в ее применении, обеспечивающих устранение очевидных отклонений в состоянии всех объектов условий транспортирования, целесообразно рассмотреть возможность закономерного перехода к более точным и объективным, но и более затратным инструментальным способам оценки условий.

Список источников

1. Довженок А.С. Развитие теории и методов управления автотранспортной системой горнодобывающего предприятия: дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2002. 229 с.
2. Кулешов А.А., Зырянов Н.В. Оценка ресурса базовых узлов карьерных автосамосвалов // Цветная металлургия. 1994. №11/12. С. 30-32.
3. Кулешов А.А. Влияние ровности карьерных дорог на эффективность эксплуатации автосамосвалов особо большой грузоподъемности // Горный журнал. 1995. №6. С. 14-16.
4. Самойленко А.Г., Черкасов В.Б., Пронин А.С. Влияние профиля автодороги на производительность автосамосвала // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. №S50. С. 230-236. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-50-216-236. EDN VWDBHK
5. Enhanced mine road monitoring using unmanned aerial vehicles and deep-learning approach / Zola Saputra, Anjar Dimara Sakti, Ardila Firmana, Marulitua Ignatius, Arie Naftali Hawu Hede, Asep Saepuloh // Remote Sensing Applications: Society and Environment. November 2023, vol. 32, 101080, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101080>
6. Методика повышения качества трудовых процессов / В.Н. Кулецкий, С.В. Жунда, А.С. Довженок, А.В. Галкин, М.Н. Полещук // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. №9 (специальный выпуск 42). 40 с.
7. Килин А.Б. Научное обоснование системы непрерывного совершенствования производственного процесса открытой угледобычи: дис. ... д-ра техн. наук. Спец.: 05.02.22 / Килин Алексей Богданович. Екатеринбург, 2021. 296.
8. К вопросу применения принципов бережливого производства в процессе эксплуатации карьерных автосамосвалов на угольных разрезах / А.В. Кудреватых, М.В. Дадонов, А.С. Ащеулов, Н.В. Кудреватых // Уголь. 2024. №1. С. 64-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-1-64-69
9. Галкин А.В., Смолин А.В., Неволлина Е.М. Управление производственным риском как элемент проектирования системы обеспечения безопасности труда горнодобывающего предприятия, обеспечивающий надежность ее функционирования // Горная промышленность. 2022. №S1. С. 86-94. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-S1-86-94
10. Nguembi Ines Pamela, Yang Li, Appiah Vincentia Serwah. Safety and risk management of Chinese enterprises in Gabon's mining industry // Heliyon. 2023,

vol. 9, iss. 10, e20721, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20721>

11. Черских О.И., Минаков В.С., Макаров А.М. Повышение качества трудовых процессов – средство планомерного снижения рисков травмирования персонала угольного разреза // Безопасность труда в промышленности. 2023. №2. С. 28-32. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-2-28-32
12. Кравчук И.Л., Смолин А.В. О целесообразности проектирования системы обеспечения безопасности труда на угледобывающем предприятии // Проблемы недропользования-1: Спецвыпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня. 2021. №5-1. С. 316-325. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_51_0_316
1. Dovzhenok A.S. *Razvitie teorii i metodov upravleniya avtotransportnoy sistemoy gornodobyvayushchego predpriyatiya: dis. ... d-ra tekhn. nauk* [Development of theory and methods of management of the motor vehicle system of a mining enterprise. Doctoral thesis]. Saint Petersburg, 2002. 229 p.
2. Kuleshov A.A., Zyryanov N.V. Assessment of the resource of the basic nodes of quarry dump trucks. *Tsvetnaya metallurgiya* [Non-Ferrous Metallurgy]. 1994;(11/12):30-32. (In Russ.)
3. Kuleshov A.A. The influence of quarry road smoothness on efficiency of the operation of dump trucks with especially high load capacity. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 1995;(6):14-16. (In Russ.)
4. Samoylenko A.G., Cherkasov V.B., Pronin A.S. The influence of the highway profile on the performance of dump trucks. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)* [Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)]. 2018;(S50):230-236. (In Russ.) DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-50-216-236. EDN: VWDBHK.
5. Zola Saputra, Anjar Dimara Sakti, Ardila Firmana, Marulitua Ignatius, Arie Naftali Hawu Hede, Asep Saepuloh. Enhanced mine road monitoring using unmanned aerial vehicles and deep-learning approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2023;32:101080. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101080>
6. Kuletsky V.N., Zhunda S.V., Dovzhenok A.S., Galkin A.V., Poleshchuk M.N. Methods of improving the quality of labor processes. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)* [Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)]. 2018;(9 (special issue 42)). Moscow: Gornaya kniga, 2018, 40 p. (In Russ.)
7. Kilin A.B. *Nauchnoe obosnovanie sistemy nepreryvnogo sovershenstvovaniya proizvodstvennogo protsessa otkrytoy ugledobychi: dis. ... d-ra tekhn. nauk* [Scientific rationale for the system of continuous improvement of the open-pit coal mining production process. Doctoral thesis]. Yekaterinburg, 2021. 296 p.
8. Kudrevatykh A.V., Dadonov M.V., Ashcheulov A.S., Kudrevatykh N.V. On the issue of applying the principles of lean production in the operation of quarry dump trucks at opencast coal mines. *Ugol* [Coal]. 2024;(1):64-69. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2024-1-64-69
9. Galkin A.V., Smolin A.V., Nevolina E.M. Production risk management as an element of the design of the occupational safety system of a mining enterprise, ensuring reliability of its functioning. *Gornaya promyshlennost* [Mining Industry]. 2022;(S1):86-94. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2022-1S-86-94
10. Nguembi Ines Pamela, Yang Li, Appiah Vincentia Serwah. Safety and risk management of Chinese enterprises in Gabon's mining industry. *Heliyon*. 2023;9(10):e20721. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20721>
11. Cherskikh O.I., Minakov V.S., Makarov A.M. Improving the quality of labour processes is a means of a gradual mitigation of risks of injuries of coal mine personnel. *Bezopasnost truda v promyshlennosti* [Occupational Safety in the Industry]. 2023;(2):28-32. (In Russ.) DOI: 10.24000/0409-2961-2023-2-28-32
12. Kravchuk I.L., Smolin A.V. On feasibility of designing a labour safety system at a coal mining enterprise. *Problemy nedropolzovaniya-1: Spets. vypusk Gornogo informatsionno-analiticheskogo byulletenya* [Problems of Subsoil Use-1: a special issue of Mining Informational and Analytical Bulletin]. 2021;(5-1):316-325. (In Russ.) DOI: 10.25018/0236_1493_2021_51_0_316

Поступила 23.01.2024; принята к публикации 20.03.2024; опубликована 27.06.2024
Submitted 23/01/2024; revised 20/03/2024; published 27/06/2024

Черских Олег Иванович – кандидат технических наук, директор, ООО «Солнцевский угольный разрез», Шахтерск, Россия. Email: cherskikhoi@eastmining.ru.

Минаков Василий Сергеевич – директор по ОТ и ПБ, Восточная горнорудная компания, Шахтерск, Россия. Email: minakovvs@eastmining.ru.

Довженок Александр Сергеевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник, Челябинский филиал Института горного дела Уральского отделения Российской академии наук, Челябинск, Россия. Email: dovgenok@bk.ru. ORCID 0000-0001-9725-4733

Oleg I. Cherskikh – PhD (Eng.), Director, Solntsevsky Coal Mine LLC, Shakhtersk, Russia.

Email: cherskikhoi@eastmining.ru.

Vasilii S. Minakov – Occupational and Industrial Safety Director, East Mining Company, Shakhtersk, Russia.

Email: minakovvs@eastmining.ru.

Aleksandr S. Dovzhenok – DrSc (Eng.), Chief Researcher, Chelyabinsk Branch of the Institute of Mining, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Chelyabinsk, Russia.

Email: dovgenok@bk.ru. ORCID 0000-0001-9725-4733