



ISSN 2222-9396 (Print)

УДК 622.684:658.58

<https://doi.org/10.18503/2222-9396-2020-10-1-25-31>

МОНИТОРИНГ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ БЕЛАЗ-7513 И БЕЛАЗ-75306 НА РАЗРЕЗЕ «ЧЕРНОГОРСКИЙ»

Хажиев В.А., Байкин В.С.*, Хакимьянов В.А., Маслюков С.П.

Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства,
г. Челябинск, Россия

* E-mail: valentin_baikin@mail.ru

Аннотация. На разрезе «Черногорский» в течение последних пятнадцати лет наблюдается устойчивый рост объёмов добычи и производительности труда, что, в первую очередь, связано с увеличением численности парка горно-транспортного оборудования, его единичной мощности и уровня использования. Вместе с тем, изменение характеристик используемого оборудования зачастую сопровождается корректировкой только технологии его работы, без соответствующих организационных изменений. Данная ситуация приводит к снижению эффективности процесса эксплуатации горно-транспортного оборудования. В настоящем исследовании выполнен анализ опыта изменения организации технического обслуживания автосамосвалов БелАЗ-7513 и БелАЗ-75306 на разрезе «Черногорский» как результата мониторинга организации ремонтного обслуживания этих машин. Анализ реализации основных функций мониторинга: наблюдение, анализ, оценка и прогнозирование позволил установить, что одним из ключевых организационных факторов, негативно влияющих на качество проведения технического обслуживания карьерных автосамосвалов в условиях разреза «Черногорский», является низкая заинтересованность водителей в предоставлении своевременной и достоверной информации о техническом состоянии этих машин. Посредством изменения схемы взаимодействия между водителями и механиками службы ремонта было достигнуто снижение продолжительности проведения технического обслуживания на 5-12 % в зависимости от его видов, а также сокращение количества отказов на 7-20% в зависимости от модели БелАЗ. Месячный экономический эффект составил порядка 7 млн руб.

Ключевые слова: мониторинг, организация, техническое обслуживание, горно-транспортное оборудование, карьерный автосамосвал, взаимодействие, экономический эффект

© Хажиев В.А., Байкин В.С., Хакимьянов В.А., Маслюков С.П., 2020

Поступила: 11 февраля 2020; Принята к публикации: 02 сентября 2020; Опубликовано: 24 декабря 2020

Для цитирования:

Хажиев В.А., Байкин В.С., Хакимьянов В.А., Маслюков С.П. Мониторинг и совершенствование организации ремонтного обслуживания карьерных автосамосвалов БелАЗ-7513 и БелАЗ-75306 на разрезе «Черногорский» // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2020. Т.10. №1. С.25-31. <https://doi.org/10.18503/2222-9396-2020-10-1-25-31>



Это произведение доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 Всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ISSN 2222-9396 (Print)

<https://doi.org/10.18503/2222-9396-2020-10-1-25-31>

MONITORING AND IMPROVEMENT OF THE BELAZ-7513 AND BELAZ-75306 MINING DUMP TRUCKS REPAIR SERVICE ORGANIZATION AT THE OPEN PIT "CHERNOGORSKY"

Khazhiev V.A., Baikin V.S.*, Khakimianov V.A., Maslyukov S.P.

Scientific Research Institute of Efficiency and Safety of Mining Production, Chelyabinsk, Russia

* E-mail: valentin_baikin@mail.ru

Abstract. A steady growth in production volumes and labor productivity has been observed at the Chernogorsky open-pit of OOO SUEK-Khakassia over the past fifteen years. This is primarily due to an increase in the number of mining equipment, capacity and level of use. At the same time, changes in the characteristics of the equipment used are often accompanied by adjustments only to the technology of its operation, without corresponding organizational changes. This situation leads to a decrease in the efficiency of the operation of mining equipment. The present study analyzes the experience of changing the organization of maintenance of BelAZ-7513 and BelAZ-75306 dump trucks at the Chernogorsky open pit as a result of monitoring the organization of repair service for these machines. The analysis of the implementation of the main monitoring functions is carried out: observation, analysis, assessment and forecasting. The analysis made it possible to establish that one of the key organizational factors that negatively affect the quality of maintenance of dump trucks in the Chernogorsky open pit is the low interest of drivers in providing timely and reliable information about the technical condition of these machines. A change in the scheme of interaction between drivers and mechanics of the repair service is proposed. As a result, a 5-12% reduction in the duration of maintenance was achieved, depending on its types, as well as a reduction in the number of failures by 7-20%, depending on the BelAZ model. The monthly economic effect amounted to about 7 million rubles.

Keywords: monitoring, organization, maintenance, mining and transport equipment, mining dump truck, interaction, economic effect

© Khazhiev V.A., Baikin V.S., Khakimianov V.A., Maslyukov S.P., 2020

Received: February 11, 2020; Accepted: September 02, 2020; Published: December 24, 2020

For citation:

Khazhiev V.A., Baikin V.S., Khakimianov V.A., Maslyukov S.P. Monitoring and improvement of the BelAZ-7513 and BelAZ -75306 mining dump truck repairs service organization at the open pit "Chernogorsky" // Modern Problems of Russian Transport Complex. 2020, vol.10, no.1, pp.25-31. <https://doi.org/10.18503/2222-9396-2020-10-1-25-31>



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 International Public License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Введение

Ремонтное обслуживание оборудования является неотъемлемой частью системы его эксплуатации. На отечественных горнодобывающих предприятиях (ГДП) на ремонтное обслуживание может затрачиваться до 40% финансовых ресурсов предприятия, в зависимости от эффективности данного процесса. Эффективность этого процесса во многом зависит от качества мониторинга организации процесса эксплуатации горно-транспортного оборудования [1–4].

Мониторинг необходим для обоснования и принятия управленческих решений, характеризующихся высокой результативностью и направленными на улучшение условий и режимов эксплуатации оборудования [5–7].

2. Реализация мониторинга организации процесса технического обслуживания карьерных автосамосвалов

С 2014 г. на разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» осуществляется деятельность по повышению качества мониторинга организации процесса эксплуатации. Одной из основных задач, в рамках данной деятельности, является поиск и устранение организационных факторов, обуславливающих снижение качества проводимого технического обслуживания автосамосвалов БелАЗ-7513 и БелАЗ-75306 [8–10].

Реализация функции наблюдения на основе фиксации и учёта осуществляемых в цехе по ремонтному обслуживанию технологического автотранспорта (ЦРТА) ремонтных воздействий, а также функции анализа формируемой в результате наблюдения базы данных, позволило установить следующее: к 2018 г. в ЦРТА сложилась ситуация, при которой около 20% технических обслуживаний (ТО) не приводит к возникновению отказов в период между ТО; 50% обслуживаний характеризуются 1-2 отказами; 24% – 3-5 отказами; 5% – более 5 отказами. Определено, что устранение одного отказа автосамосвала БелАЗ-7513 обходится разрезу «Черногорский» в среднем в 0.2 млн руб., а БелАЗ-75306 – 0.3 млн руб. При условии отсутствия качественного улучшения организации ремонтного обслуживания прогнозируется, что структура ТО будет изменяться в сторону увеличения количества отказов в периоды между ТО. Основная причина этого заключается в старении парка автосамосвалов.

Анализ организационных причин, негативно влияющих на возникновение отказов в периоды между ТО, позволил установить, что порядка 55% всех проводимых технический обслуживаний автосамосвалов БелАЗ сопровождаются попутным проведением ремонтов этих машин с учетом их фактического состояния. Кроме того, водители не заинтересованы в длительном простое автосамосвалов в зоне ремонта, так как это время оплачивается по минимальным расценкам, в соответствии с существующей системой оплаты труда. Это приводит к тому, что зачастую водители не предоставляют заблаговременно информацию об обнаруженных неисправностях машины во время её эксплуатации, поэтому большая часть неисправностей в

дальнейшем устраняется без необходимого уровня подготовки. Как следствие, увеличивается продолжительность ремонтного обслуживания и снижается его качество, а некоторые неисправности не устраняются. Анализ порядка 850 записей базы данных по проведённым ТО позволил установить, что обслуживания, сопровождающиеся неплановыми ремонтами, характеризуются увеличенным количеством отказов в цикле от ТО до ТО, по сравнению с обслуживаниями, в ходе которых неплановые ремонты не производились. Число отказов может увеличиваться от 1.3 до 1.4 раз, в зависимости от вида ТО (рис. 1) [11, 12].

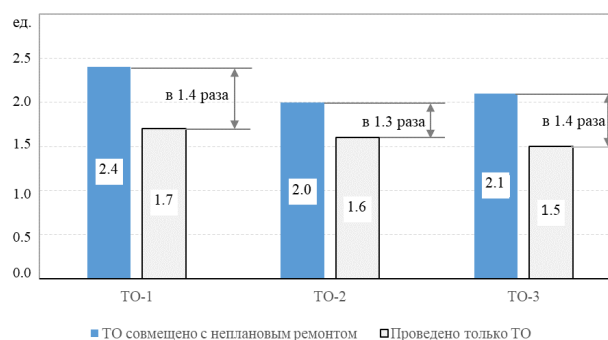


Рис. 1. Среднее число отказов в периоды между ТО
Fig. 1. Average number of failures between maintenance

С целью обеспечения заблаговременного информирования механиков водителями автосамосвалов о техническом состоянии эксплуатируемого оборудования, были обоснованы и реализованы мероприятия, направленные на разработку формы оперативного учёта водителями автосамосвалов технического состояния этих машин. Установлена материальная ответственность водителей автосамосвалов за обеспечение своевременности и полноты предоставления форм учёта начальнику службы материального снабжения и механикам ЦРТА. На основании предложенных моделей взаимодействия между водителями горно-транспортного цеха (ГТЦ) разреза «Черногорский» и ЦРТА АО «Черногорский РМЗ» был проведён ряд рабочих совещаний с работниками обоих подразделений, в которых принимали участие начальники ГТЦ и ЦРТА, линейные руководители, механики, бригадиры слесарей и старшие водители. Целью данных совещаний была апробация и уточнение целесообразности предложенной модели взаимодействия между водителями и механиками. Схемы существующей и предлагаемой моделей организации проведения сопутствующих ремонтов в процессе выполнения ТО представлены на рис. 2.

3. Результаты исследования

В настоящее время на разрезе «Черногорский» осуществляется освоение предложенной модели организации проведения сопутствующих ремонтов во время ТО. Водители автосамосвалов БелАЗ за 5-6 дней до проведения ТО готовят чек-листы о техническом состоянии основных узлов и агрегатов автосамосвалов БелАЗ.

Существующая схема организации проведения технического обслуживания и сопутствующего ремонта автосамосвалов на разрезе «Черногорский»



Результат:

Увеличение количества отказов между ТО в 1.3-1.4 раза. Увеличение средней продолжительности устранения отказа в 1.4-1.6 раза

Предлагаемая схема организации проведения технического обслуживания и сопутствующего ремонта автосамосвалов на разрезе «Черногорский»



Результат:

Увеличение доли ТО, после которых не возникают отказы

Необходимо обеспечить ответственность бригадиров-водителей за своевременное формирование программы ремонтов своих автосамосвалов:

1. Информацию о техническом состоянии узлов и деталей формируют водители.
2. Обобщение информации о техническом состоянии автосамосвала осуществляет бригадир-водитель.
3. Бригадир-водитель несет материальную ответственность за своевременную (за 3 дня до проведения ТО) подготовку ведомости дефектов, а также за конечное качество проведения ТО.

Необходимо изменить систему оплаты труда водителей при их нахождении в зоне ремонта. При постановке на ТО оплату водителей предлагается осуществлять по среднему заработку. На аварийном ремонте – в размере 2/3 от среднего заработка.

Рис. 2. Схемы существующей и предлагаемой моделей организации проведения сопутствующих ремонтов в процессе выполнения ТО
 Fig. 2. Existing and proposed models for organizing associated repairs during maintenance

На основании чек-листов механики ЦРТА производят технический осмотр оборудования, начальник службы материального снабжения подготавливает необходимые запчасти. Кроме того, осуществляется подготовка персонала и средств механизации к выполнению сопутствующих ТО ремонтов. Линейными руководителями ГТЦ разработана и осваивается учётная форма ведения всех ремонтных воздействий и наработок по основным узлам и агрегатам автосамосвалов. Предполагается что использование данной формы позволит осуществлять контроль качества проводимых ремонтов.

За период октябрь – ноябрь 2019 г., в сравнении с показателями января – июля 2019 г., было достигнуто снижение продолжительности проведения обслуживания на 5-12 %, в зависимости от вида ТО, а также сокращение количества отказов на 7-20 %, в зависимости от модели БелАЗ (рис. 3-5). Таких показателей удалось

достичь в результате своевременной подготовки проведения ремонтов, выполняемых в процессе ТО.

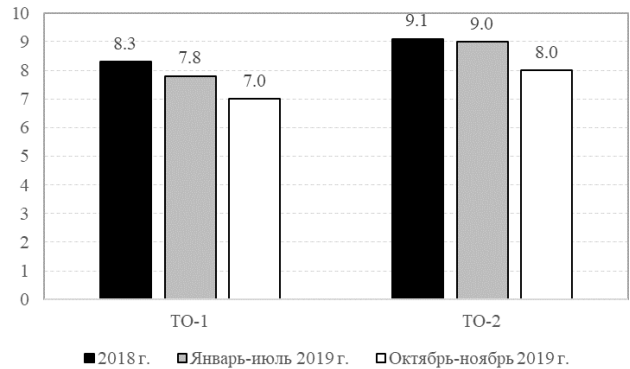


Рис. 3. Продолжительность технического обслуживания БелАЗ-7513
 Fig. 3. Duration of BelAZ-7513 maintenance

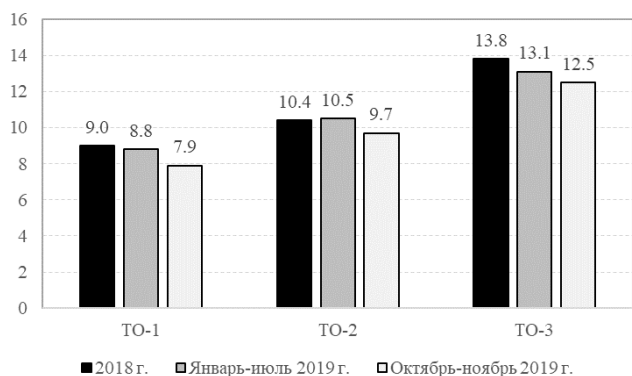


Рис. 4. Продолжительность технического обслуживания БелАЗ-75306

Fig. 4. Duration of BelAZ-75306 maintenance

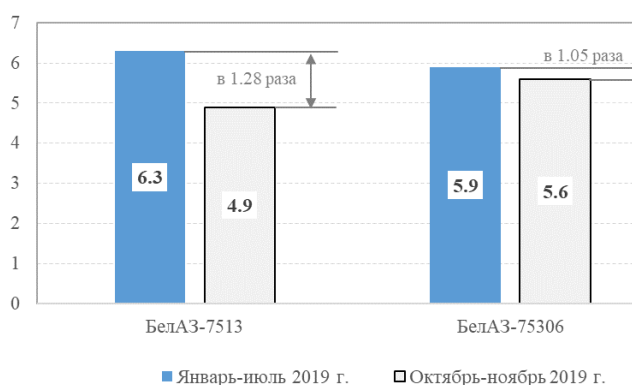


Рис. 5. Изменение числа отказов автосамосвалов БелАЗ

Fig. 5. Change in the number of failures of BelAZ dump trucks

Представленные результаты были получены в результате сокращения количества неплановых и неподготовленных ремонтов, обусловленных отсутствием оперативной информации о техническом состоянии автосамосвала непосредственно перед проведением ТО.

Для оценки эффективности предлагаемой модели организации проведения сопутствующих ремонтов в процессе выполнения ТО автосамосвалов БелАЗ был выполнен расчёт месячного и годового экономического эффекта. Расчёт месячного экономического эффекта производился с использованием следующей формулы

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{мес.} = & (N_1^{7513} - N_2^{7513}) \cdot S_{7513} \cdot N_{7513} + \\ & + (N_1^{75306} - N_2^{75306}) \cdot S_{75306} \cdot N_{75306}, \end{aligned}$$

где N_1^{7513} , N_2^{7513} – среднее число отказов автосамосвалов БелАЗ-7513, соответственно, в январе – июле и в октябре – ноябре, ед.; N_1^{75306} , N_2^{75306} – среднее число отказов автосамосвалов БелАЗ-75306, соответственно, в январе – июле и в октябре – ноябре, ед.; S_{7513} , S_{75306} – средние затраты на устранение отказов, соответственно, для автосамосвалов БелАЗ-7513 и

БелАЗ-75306, млн руб./отказ; N_{7513} , N_{75306} – численность рабочего парка автосамосвалов, соответственно, БелАЗ-7513 и БелАЗ-75306, авто.

Значения переменных, используемых в формуле расчёта месячного экономического эффекта, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные для оценки экономического эффекта, 2019 год

Table 1. Input data for assessing the economic effect, 2019

Модель автосамосвала	Обозначение	Величина
Среднемесячное число отказов, январь – июль, ед./авто.		
БелАЗ-7513	N_1^{7513}	6.3
БелАЗ-75306	N_1^{75306}	5.9
Среднемесячное число отказов, октябрь – ноябрь, ед./авто.		
БелАЗ-7513	N_2^{7513}	4.9
БелАЗ-75306	N_2^{75306}	5.6
Численность рабочего парка автосамосвалов, авто.		
БелАЗ-7513	N_{7513}	15
БелАЗ-75306	N_{75306}	31
Средние затраты на устранение отказов, млн руб./отказ		
БелАЗ-7513	S_{7513}	0.2
БелАЗ-75306	S_{75306}	0.3

Расчётное значение месячного экономического эффекта составило 6.99 млн рублей, а годового – 83.88 млн рублей.

4. Заключение

В статье изложен опыт реализации управленческих решений по улучшению условий и режимов эксплуатации горно-транспортного оборудования на основе осуществления мониторинга организации ремонтного обслуживания автосамосвалов БелАЗ-7513 и БелАЗ-75306 в условиях разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия». Основу представленных управленческих решений составляет разработанная модель организации проведения сопутствующих ремонтов в процессе выполнения ТО. Основное отличие предлагаемой модели организации ТО от существующей заключается в использовании механизма заблаговременной передачи механикам информации о техническом состоянии эксплуатируемого оборудования. Данную информацию готовят водители автосамосвалов в формате бумажных чек-листов.

Реализация предложенной модели организации ТО на разрезе «Черногорский» позволила существенно повысить качество выполнения технического обслуживания этих автосамосвалов. Расчётный месячный экономический эффект составляет около 7 млн руб. При условии сохранения достигнутых изменений в организации проведения ремонтов автосамосвалов, годовой экономический эффект составит около 84 млн руб.

В дальнейшем планируется отказаться от бумажных носителей для формирования чек-листов технического состояния парка автосамосвалов и разработать

программное обеспечение, позволяющее оперативно фиксировать технические параметры БелАЗ в бортовых компьютерах. Это позволит автоматизировать процесс передачи информации, наладить её учёт и обеспечить долговременную сохранность.

Список литературы

1. Беклемешев В.А., Вьюнов Е.М., Кравец А.Н., Хажиев В.А. О структуре функционала главного механика угледобывающего предприятия // Уголь. 2015. № 1. С. 58-60.
2. Байкин В.С. Развитие мониторинга системы эксплуатации горно-транспортного оборудования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. S64. С. 107-115.
3. ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения (с Изменением №1) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25866-83>.
4. Mehmeti X., Mehmeti B., Sejdiu R. The equipment maintenance management in manufacturing enterprises // IFAC-PapersOnLine. 2018. Т. 51. № 30. С. 800-802. <https://www.doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.192>.
5. Liu J. Q., Zhuo J., Lang Z.-Q., Qin S.J. Perspectives on data-driven operation monitoring and self-optimization of industrial processes // Acta Automatica Sinica. 2018. Т. 44. № 11. С. 1944-1956.
6. Ганеева Ж.Г. Определение понятия “мониторинг” в различных сферах его применения // Вестник Челябинского государственного университета. 2005. Т. 8. № 1. С. 30-33.
7. Язиков Е.Г. Ш. А.Ю. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие для вузов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. 336 с.
8. Шаповаленко Г.Н., Еремеев О.Н., Назаренко С.В., Кудря Е.В., Байкин В.С. Организация работы по снижению количества внезапных отказов автомобилей БелАЗ на разрезе «Черногорский» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. S62. С. 77-83.
9. Шаповаленко Г.Н., Зубарев С.Ф., Глухорев В.В., Байкин В.С. Повышение эффективности проведения технического обслуживания БелАЗ на разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакассия» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. S45-2. С. 122-127.
10. Zayats A.I., Beklemishev V.A., Baykin V.S., Hazhiev V.A. The development of a monitoring system conditions and modes of operation, technology organization of repair and maintenance excavators on the cut “Chernogorskiy” // Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2017. Т. 12. № 39. С. 201-208. <https://www.doi.org/10.25018/0236-1493-2017-12-39-201-208>.
11. Chen G., Qiu J., Pan T., Niu D., Pu D., Zhao Z., Haini H., Qin L. Research on Data Mining Technology of Company Operation Monitoring // 8th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2018). Shenyang, China: Atlantis Press, 02.03.2017 - 04.03.2017. <https://www.doi.org/10.2991/sncc-18.2018.15>.
12. Ioan Cucu, Ciprian Cucu Modern Management Methods For Equipment Maintenance // Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica. 2009. Т. 2. № 11. С. 1-24.

References

1. Beklemeshev V.A., V'yunov E.M., Kravets A.N., Khazhiev V.A. *About the functions of the chief mechanic at coal enterprise* // Ugol. 2015, no. 1, pp. 58–60. (In Russ.).
2. Baikin V.S. *Development of the monitoring system production mining and transport equipment* // Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2018, S64, pp. 107–115. (In Russ.).
3. GOST 25866-83. Operation of equipment. Terms and definitions (with Amendment No. 1). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25866-83>. (In Russ.).
4. Mehmeti X., Mehmeti B., Sejdiu R. *The equipment maintenance management in manufacturing enterprises* // IFAC-PapersOnLine. 2018, vol. 51, no. 30, pp. 800–802. <https://www.doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.192>.
5. Liu J. Q., Zhuo J., Lang Z.-Q., Qin S.J. *Perspectives on data-driven operation monitoring and self-optimization of industrial processes* // Acta Automatica Sinica. 2018, vol. 44, no. 11, pp. 1944–1956.
6. Ganeeva Zh.G. *Definition of the concept of “monitoring” in various fields of its application* // Bulletin of Chelyabinsk state university. 2005, vol. 8, no. 1, pp. 30–33. (In Russ.).
7. Yazikov Ye.G. S. A.Y. *Geocological monitoring: Textbook*. Tomsk: Tomsk Polytechnic University. 2003. 336 p. (In Russ.).
8. Shapovalenko G.N., Eremeev O.N., Nazarenko S.V., Kudrya E.V., Baikin V.S. *Management of reduction in rate of random failures of BelAZ dump trucks in Chernogorsk open pit mine* // Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2015, S62, pp. 77–83. (In Russ.).
9. Shapovalenko G.N., Zubarev S.F., Glukhorev V.V., Baikin V.S. *Enhancement of BelAZ maintenance efficiency in Chernogorsky open pit mine, SUEK-Khakassia* // Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2015, S45-2, pp. 122–127. (In Russ.).

10. Zayats A.I., Beklemishev V.A., Baykin V.S., Hazhiev V.A. The development of a monitoring system conditions and modes of operation, technology organization of repair and maintenance excavators on the cut “Chernogorskiy” // Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2017, vol. 12, no. 39, pp. 201–208. <https://www.doi.org/10.25018/0236-1493-2017-12-39-201-208>. (In Russ.).
11. Chen G., Qiu J., Pan T., Niu D., Pu D., Zhao Z., Haini H., Qin L. Research on Data Mining Technology of Company Operation Monitoring // Proceedings of the 8th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2018). 02.03.2017 - 04.03.2017, Paris, France: Atlantis Press. <https://www.doi.org/10.2991/snec-18.2018.15>.
12. Ioan Cucu, Ciprian Cucu *Modern Management Methods For Equipment Maintenance* // Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica. 2009, vol. 2, no. 11, pp. 1–24.