

УДК 622.6:658.58

Хажиев Вадим Аслямович

доктор технических наук,
заведующий лабораторией
эффективной эксплуатации оборудования
ООО «НИИОГР»,
454092, г. Челябинск, ул. Энтузиастов 30
каб. 711, e-mail: vadimkhazhiev@gmail.com

Алексеев Владимир Борисович

кандидат технических наук,
директор предприятия «Промтехвзрыв»
ПАО «Ураласбест»,
624260 Свердловская обл., г. Асбест,
ул. Промышленная 4/3,
e-mail: chief@mine.uralasbest.ru

Аблаев Рустам Борганитдинович

генеральный директор
АО «Бурибаевский ГОК»,
453821, Республика Башкортостан,
Хайбуллинский район, с. Бурибай,
ул. Горького 49
e-mail: bgok@bgok.ru

Морозов Руслан Анатольевич

главный механик АО «Бурибаевский ГОК»
e-mail: ogm@bgok.ru

Байкин Валентин Станиславович

кандидат технических наук,
научный сотрудник,
лаборатория эффективной эксплуатации
ООО «НИИОГР»
e-mail: valentin_baikin@mail.ru

**ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ПОДСИСТЕМ
ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ И
РЕМОНТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Аннотация:

Система эксплуатации горного оборудования является одной из ключевых систем горнодобывающего предприятия, предназначенной для обеспечения эффективной и надежной работы комплекса технологического горного оборудования в процессах добычи, транспортировки, обогащения и складирования полезного ископаемого. В связи с усилением кризисных явлений в глобальной экономике закономерно возрастают требования к эффективности горного производства, что вынуждает предприятия непрерывно развивать данную систему. Эффективность системы эксплуатации горного оборудования обусловлена результатом функционирования двух основных ее подсистем: организации работы горного оборудования и его ремонтного обслуживания. Несмотря на проводимые существенные преобразования горного производства в системе эксплуатации горного оборудования сохраняются доминирующие подсистемы организации работы горного оборудования над подсистемой его ремонтного обслуживания, что приводит к их неэффективному взаимодействию [1]. Для полноценной реализации предназначения системы

DOI:

Khazhiev Vadim A.

Doctor of Engineering Sciences,
Head of the Laboratory
of efficient operation of equipment,
LLC NIIOGR,
Russia, 454092 Chelyabinsk, 30 Enthusiasts Str.
e-mail: vadimkhazhiev@gmail.com

Alekseenko Vladimir B.

Candidate of Technical Sciences,
Director of the Promtekhvzryv enterprise
of Uralasbest PJSC,
624260 Asbest, 4/3 Promyshlennaya Str.
e-mail: chief@mine.uralasbest.ru

Ablaev Rustam B.

General Director
of JSC "Buribaevsky GOK",
Russia, 453821, Republic of Bashkortostan,
Khaibullinsky district, Buribai+, 49 Gorky Str.
e-mail: bgok@bgok.ru

Morozov Ruslan A.

Chief Mechanic of JSC Buribaevsky GOK
e-mail: ogm@bgok.ru

Baykin Valentin S.

Candidate of Technical Sciences,
Researcher,
Laboratory of effective operation of equipment,
LLC "NIIOGR"
e-mail: valentin_baikin@mail.ru

**DEVELOPMENT TREND
FOR SUBSYSTEMS
OF WORK ORGANIZATION AND REPAIR
MAINTENANCE OF MINING EQUIPMENT**

Abstract:

The mining equipment operation system is one of the key systems of a mining enterprise designed to ensure the efficient and reliable operation of a complex of technological mining equipment in the processes of mining, transportation, enrichment, and storage of minerals. Due to the intensification of crisis phenomena in the global economy, the requirements for the efficiency of mining production are naturally increasing, which forces enterprises to continuously develop this system. The efficiency of the mining equipment operation system is due to the result of the functioning of its two main subsystems: the organization of mining equipment operation and its repair service. Despite the significant transformations of mining production in the operation system of mining equipment, the dominance of the subsystem of work organization of mining equipment over the subsystem of its repair service remains, which leads to their inefficient interaction [1]. For the full realization of the purpose of the mining equipment operation system, it is necessary to implement a balanced development of its subsystems. This article presents a study of the main trends in the development of mining equipment operation system at domestic mining enterprises from 1980 to the present. It is revealed how, depending on the stages of development

эксплуатации горного оборудования необходимо осуществление сбалансированного развития ее подсистем.

В данной статье представлено исследование основных тенденций развития системы эксплуатации горного оборудования на отечественных горнодобывающих предприятиях с 1980 г. по настоящее время. Раскрыто, как в зависимости от этапов развития экономики страны изменялось содержание целей горнодобывающих предприятий, требуемые результаты системы эксплуатации горного оборудования, а также доля функций ее подсистем, результаты которых соответствуют данным целям. Обосновано, что реализуемые на горнодобывающих предприятиях страны изменения в системе эксплуатации горного оборудования не приводят к достижению соответствия структуры этой системы целям предприятия, в результате чего существенно снижается результативность взаимодействия подсистем организации работы и ремонтного обслуживания оборудования. Предложено для совершенствования взаимодействия подсистем организации работы и ремонтного обслуживания горного оборудования декомпозировать цель предприятия на задачи подсистем и должностные обязанности персонала.

Ключевые слова: система эксплуатации, подсистема организации работы, подсистема ремонтного обслуживания, горнодобывающее предприятие, горное оборудование, развитие, декомпозиция, цель предприятия.

of the country's economy, the content of the goals of mining enterprises, the required results of the mining equipment operation system, as well as the proportion of functions of its subsystems, the results of which correspond to these goals, changed. It is proved that the changes implemented at the mining enterprises of the country in the operation system of mining equipment do not lead to the compliance achievement of this system's structure with the goals of the enterprise, as a result of which the effectiveness of subsystems interaction in the organization of work and repair maintenance of equipment is significantly reduced. It is proposed to decompose the purpose of the enterprise into tasks of subsystems and job responsibilities of personnel, in order to improve the interaction of subsystems for the organization of work and repair maintenance of mining equipment.

Key words: operation system, work organization subsystem, repair service subsystem, mining enterprise, mining equipment, development, decomposition, purpose of the enterprise.

Введение

Время использования горного оборудования в подсистемах организации его работы и ремонтного обслуживания на протяжении многих лет считается одним из ключевых индикаторов эффективности и надежности работы комплекса технологического горного оборудования. На отечественных горнодобывающих предприятиях существенные инвестиции вкладываются в технико-технологическое развитие этих подсистем. Например, в процессах добычи полезного ископаемого за последние 40 лет доля производительного времени использования экскаваторов при нахождении в подсистеме организации его работы увеличилась в среднем с 16 до 58 %, а производительное время восстановления его работоспособности при нахождении в подсистеме ремонтного обслуживания увеличилось с 11 до 40 % (рис. 1) [1]. Несмотря на достигнутый за 40 лет результат, в подсистемах системы эксплуатации горного оборудования остаются значительные резервы для увеличения эффективности его работы [2 – 5].

Ограничения в освоении созданных технико-технологических резервов увеличивают риск наступления банкротства многих предприятий, так как повышение производительности оборудования и труда персонала необходимо для сокращения срока окупаемости приобретаемого горного оборудования, поскольку за период 1980 – 2022 гг. произошли следующие изменения (рис. 2):

– на 40 % уменьшился средний срок службы оборудования в целом по применяемым технологическим комплексам (так, например, средний срок службы автосамосвалов был увеличен на 25 %, однако в то же время по экскаваторам срок службы сократился более чем на 50 % из-за замены отечественных экскаваторов-мехлопат на импортные гидравлические);

– в 7,8 раза увеличилось соотношение затрат на приобретение оборудования и среднемесячного фонда оплаты труда работника.

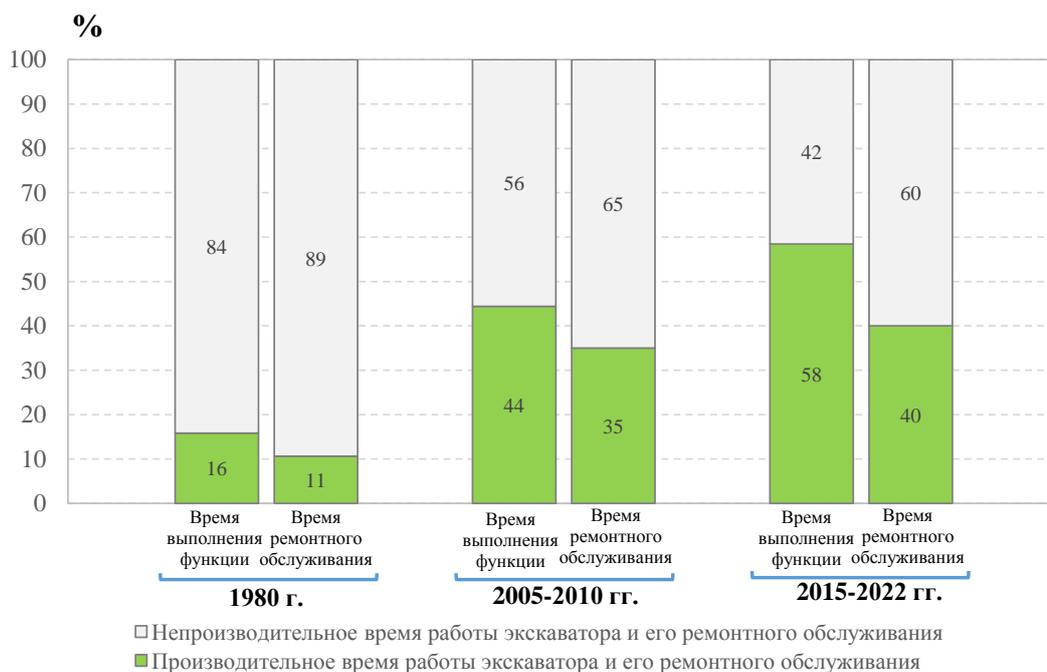


Рис. 1. Эффективность использования рабочего времени экскаваторов при нахождении в подсистеме организации работы и в подсистеме ремонтного обслуживания на отечественных горнодобывающих предприятиях [1]

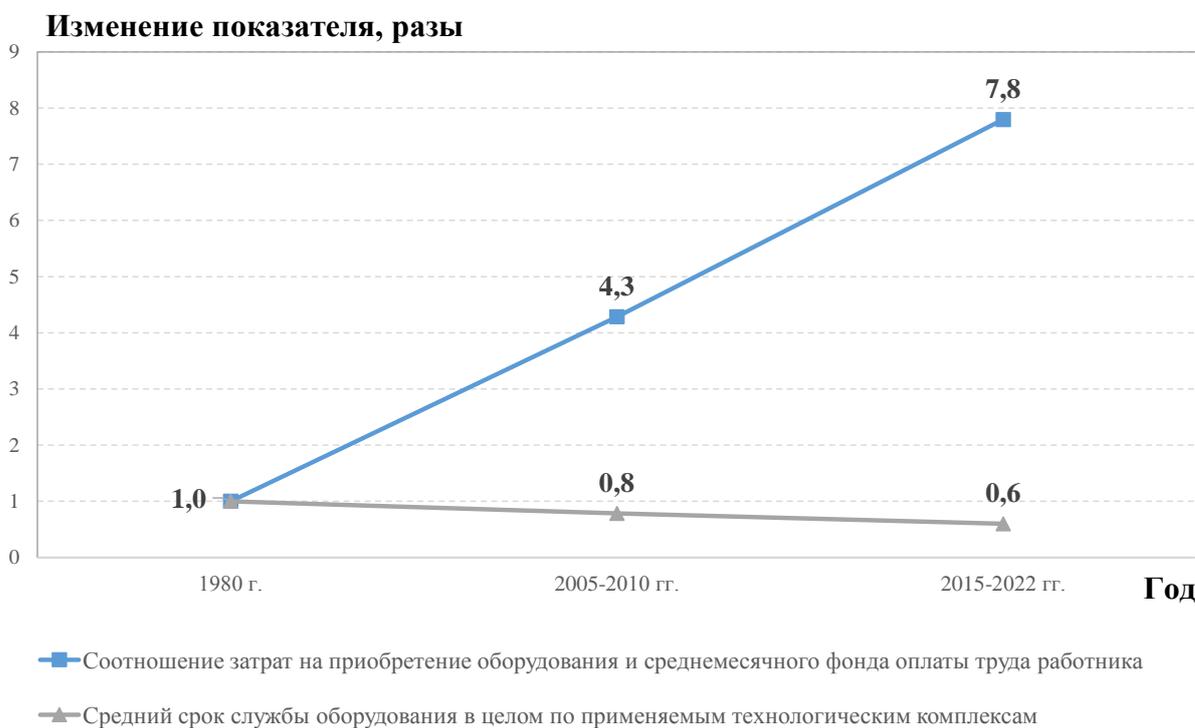


Рис. 2. Технико-экономические показатели горного оборудования на отечественных горнодобывающих предприятиях

Анализ результатов развития системы эксплуатации горного оборудования по 20-ти передовым отечественным горнодобывающим предприятиям в период с 1960 г. по настоящее время позволил выявить тенденцию снижения степени соответствия результатов функционирования системы эксплуатации горного оборудования требовани-

ям экономики страны, несмотря на сохраняющийся рост объемов производства, обеспечивающий рентабельность добывающего сектора России (табл. 1). Как показали результаты исследования, с 2011 г. доля функций подсистем организации работы и ремонтного обслуживания оборудования, результаты которых соответствуют целям горнодобывающих предприятий, в среднем не превышает, соответственно, 40 и 20 % [10, 11].

Для обеспечения соответствия результатов функционирования системы эксплуатации горного оборудования условиям экономики страны на предприятиях осуществляется изменение парка и модернизация горного оборудования, улучшаются технология и организация его ремонта, совершенствуются средства механизации производства на разных технологических этапах производственного цикла [6 – 8]. Однако данные изменения, по сути, являются локальными улучшениями по повышению результативности отдельных видов или групп оборудования, не приводящими к существенному повышению эффективности производства, поскольку принципиально не меняется структура этой системы, что обуславливает сохранение прежних ее характеристик. В результате существенно недоиспользуется технический потенциал горного оборудования [9, 10].

Соответствие результатов функционирования системы эксплуатации горного оборудования меняющимся целям горнодобывающих предприятий обеспечивается декомпозицией этих целей на актуальные задачи подсистем организации работы и ремонтного обслуживания оборудования и должностные обязанности персонала этих подсистем (рис. 3) [11].

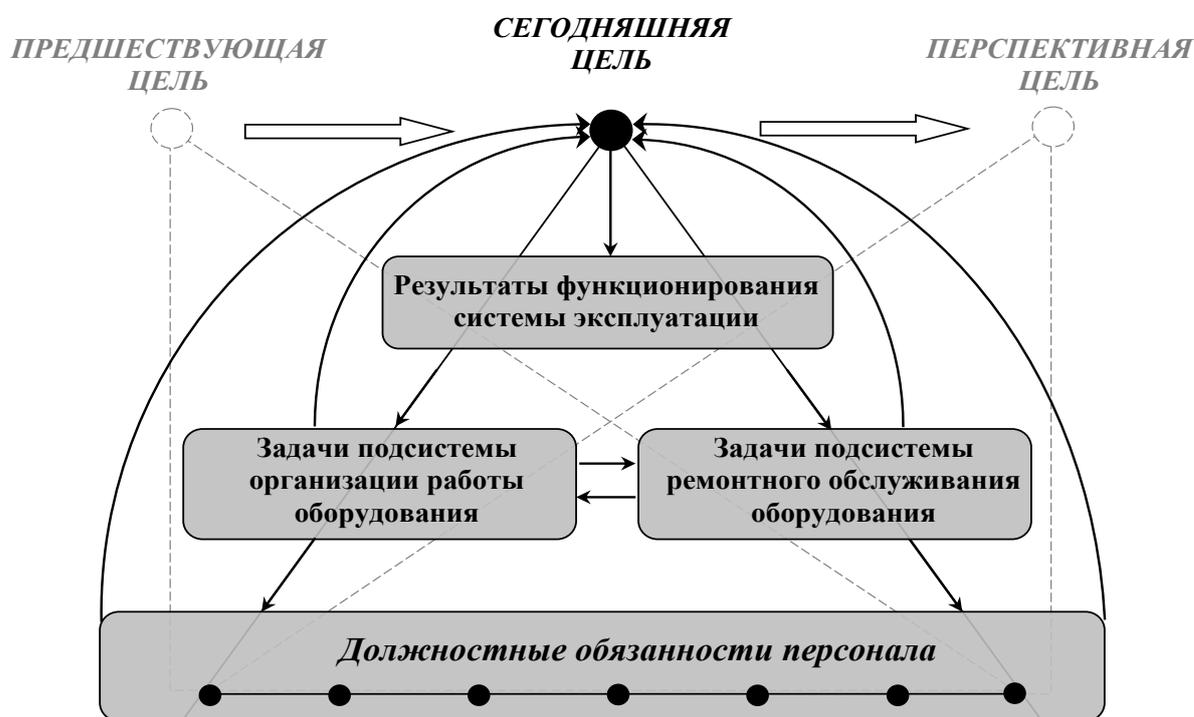


Рис. 3. Схема декомпозиции цели предприятия

Таблица 1

Основные этапы развития системы эксплуатации горного оборудования

Компоненты	Этапы развития экономики России			
	Централизованная 1960-1990гг.	Переходная 1991-2001гг.	Рыночная 2002-2010гг.	Глобальная 2011г.-н.в.
Цель горнодобывающих предприятий	Увеличение объемов производства в стабильных экономических условиях	Сохранение существования предприятий	Генерирование прибыли на основе удовлетворения потребностей на внутреннем конкурентном рынке страны	Генерирование прибыли на основе удовлетворения потребности мирового сообщества
Требуемый результат системы эксплуатации горного оборудования	Выполнение плановых объемов производства с применением современного отечественного горного оборудования	Выполнение плановых объемов производства с минимизацией текущих расходов без обновления оборудования	Выполнение плановых объемов производства в рамках сформированного финансового бюджета с применением современного импортного и отечественного горного оборудования	
Ключевые изменения в подсистеме организации работы оборудования	Увеличение объемов производства при соответствующем увеличении количества оборудования и ресурсов	Перевод вспомогательного оборудования на вторичный приоритет	Минимизация возникновения рисков сбоя производственного цикла и повышение объема извлечения полезного ископаемого в горной массе	
	Доля функций подсистемы, результаты которых соответствуют целям горнодобывающих предприятий, %			
	≈80%	≈60%	≈50%	≈40%
Ключевые изменения в подсистеме ремонтного обслуживания оборудования	Выполнение ремонтов оборудования по нормативу, определенному заводом-изготовителем. Формирование базы для выполнения капитальных ремонтов собственными силами	Выполнение ремонтов по факту отказа оборудования. Перевод процессов ремонта на вторичный приоритет. Выполнение плановых ремонтов, обеспечивающих выполнение функции оборудования в краткосрочном периоде. Реновация основного и вспомогательного оборудования	Выполнение ремонтов оборудования по факту зарождения отказа на основе оценки его технического состояния. Ремонт аналоговыми запчастями и материально-техническими средствами. Инсорсинг ремонта и обслуживания оборудования	Выполнение ремонтов оборудования по факту зарождения отказа на основе оценки его технического состояния. Ремонт оригинальными запчастями и материально-техническими средствами. Аутсорсинг ремонта и обслуживания оборудования
	Доля функций подсистемы, результаты которых соответствуют целям горнодобывающих предприятий, %			
	100%	≈50%	≈40%	≈20%

В свою очередь, для реализации актуальных задач подсистем организации работы и ремонтного обслуживания горного оборудования в соответствии с целями горнодобывающих предприятий требуется соответствующее перераспределение ответственности и полномочий персонала этих подсистем [11].

Заключение

Таким образом, выявлено, что ключевой особенностью и тенденцией функционирования системы эксплуатации горного оборудования на горнодобывающих предприятиях России, предопределяющей замедление освоения ранее созданных возможностей повышения производительности горного оборудования и труда персонала, является доминирование подсистемы организации работы горного оборудования над подсистемой его ремонтного обслуживания [1]. Соответствие процесса функционирования системы эксплуатации горного оборудования возрастающим требованиям к эффективности производства обеспечивается ее развитием, которое достигается, главным образом, в результате совершенствования взаимодействия между подсистемами организации работы и ремонтного обслуживания горного оборудования. Совершенствование взаимодействия рассматриваемых подсистем достигается декомпозицией целей предприятия на задачи подсистемы организации работы оборудования в части улучшения рабочей среды и режимов его работы, а подсистемы ремонтного обслуживания оборудования – улучшения технологии и организации этого процесса [11, 12]. В частности, такое развитие системы эксплуатации горного оборудования на разрезе «Черногорский» позволило в период 2015 – 2020 гг. по сравнению с 2010 – 2014 гг. увеличить производительность оборудования в 1,4 раза и сократить его совокупную стоимость владения на 15 %.

Список литературы

1. Хажиев В.А., 2023. *Методологические основы развития системы эксплуатации комплекса технологического горного оборудования предприятия с открытым способом разработки месторождения*: дис. ... д-ра техн. наук. Кемерово, 368 с.
2. Соколовский А.В., 2007. Оценка возможностей развития производственной системы угольного разреза. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 1, С. 52–59.
3. Азев В.А., 2010. Подход к повышению качества планирования производственных процессов угледобывающего производственного объединения. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, №10, С. 380–390.
4. Лель Ю.И., Жуков А.Л., Николаев Н.А. и др., 2013. Направления повышения эффективности экскаваторно-автомобильных комплексов угледобывающих предприятий. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, № 2, С. 29–35.
5. Лель Ю.И., Ильбульдин Д.Х., Мартынов Н.В. и др., 2016. Исследование производительности выемочно-погрузочного оборудования на карьерах АК «Алроса». *Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений*: Сборник докладов. Отв. за вып. Н. Г. Валиев. С. 90–95.
6. Анистратов К.Ю., 2011. Мировые тенденции развития структуры парка карьерной техники. *Горная промышленность*, № 6, С. 22–26.
7. Y. Yang, Wei Liu, Tingting Zeng, Linhan, Guo, Yong Qin, Xue Wang, 2022. An Improved Stacking Model for Equipment Spare Parts Demand Forecasting Based on Scenario Analysis. *Scientific Programming*, № 6, P. 1–15.
8. Жунда С.В., 2019. *Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования*: дис. ... к-та техн. наук. Екатеринбург, 192 с.

9. Костарев А.С., 2020. *Разработка стратегии инновационного развития угледобывающего производственного объединения в условиях смены технологических укладов*: дис. ... д-ра экон. наук. Челябинск, 284 с.

10. Килин А.Б., Азев В.А., Костарев А.С., Баев И.А., Галкина Н.В., 2019. *Эффективное развитие угледобывающего производственного объединения: практика и методы*. Под ред. В.Б. Артемьева. Москва: Издательство «Горная книга», 280 с.

11. Алексеенко В.Б., Корнилков С.В., Хажиев В.А., Байкин В.С., 2020. Декомпозиция целей и задач горного предприятия как средство совершенствования организационной структуры его подразделений. *Наука и бизнес: пути развития*, № 7, С. 14–20.

12. Хажиев В.А., 2022. Концепция развития системы эксплуатации технологического комплекса горнодобывающего предприятия. *Горное оборудование и электромеханика*, № 2, С. 3–13.

References

1. Khazhiev V.A., 2023. Metodologicheskie osnovy razvitiya sistemy ekspluatatsii kompleksa tekhnologicheskogo gornogo oborudovaniya predpriyatiya s otkryтым sposobom razrabotki mestorozhdeniya [Methodological foundations for the development of a system for the operation a complex of technological mining equipment at the enterprise with an open method of field development]: dis. ... d-ra tekhn. nauk. Kemerovo, 368 p.

2. Sokolovskii A.V., 2007. Otsenka vozmozhnostei razvitiya proizvodstvennoi sistemy ugol'nogo razreza [Assessment of development potential of the production system of the coal mine]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 1, P. 52–59.

3. Azev V.A., 2010. Podkhod k povysheniyu kachestva planirovaniya proizvodstvennykh protsessov ugledobyvayushchego proizvodstvennogo ob"edineniya [Approach to improving the quality of planning production processes of a coal mining production unit]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, №10, P. 380–390.

4. Lel' Yu.I., Zhukov A.L., Nikolaev N.A. i dr., 2013. Napravleniya povysheniya effektivnosti ekskavatorno-avtomobil'nykh kompleksov ugledobyvayushchikh predpriyatii [Directions for improving the efficiency of excavator-automobile complexes of coal mining enterprises]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*, № 2, P. 29–35.

5. Lel' Yu.I., Il'bul'din D.Kh., Martynov N.V. i dr., 2016. Issledovanie proizvoditel'nosti vyemochno-pogruzochnogo oborudovaniya na kar'erakh AK "Alrosa" [Study of the productivity of the dredging and loading equipment at the quarries of AK Alrosa]. *Innovatsionnye geotekhnologii pri razrabotke rudnykh i nerudnykh mestorozhdenii: Sbornik dokladov. Otv. za vyp. N. G. Valiev*. P. 90–95.

6. Anistratov K.Yu., 2011. Mirovye tendentsii razvitiya struktury parka kar'ernoй tekhniki [Global trends in the development of the structure of the quarry equipment park]. *Gornaya promyshlennost'*, № 6, S. 22–26.

7. Y. Yang, Wei Liu, Tingting Zeng, Linhan, Guo, Yong Qin, Xue Wang, 2022. An Improved Stacking Model for Equipment Spare Parts Demand Forecasting Based on Scenario Analysis. *Scientific Programming*, № 6, P. 1–15.

8. Zhunda S.V., 2019. Organizatsiya obespecheniya bezopasnosti proizvodstvennykh protsessov ugol'nogo razreza v usloviyakh uvelicheniya moshchnosti gornotransportnogo oborudovaniya [Organization of ensuring the safety of production processes of a coal mine in conditions of increasing the capacity of mining and transportation equipment]: dis. ... k-ta tekhn. nauk. Ekaterinburg, 192 p.

9. Kostarev A.S., 2020. Razrabotka strategii innovatsionnogo razvitiya ugledobyvayushchego proizvodstvennogo ob"edineniya v usloviyakh smeny tekhnologicheskikh ukladov [Development of strategy for the innovative development of a coal mining production association in the context of changing technological patterns]: dis. ... d-ra ekon. nauk. Chelyabinsk, 284 s.

10. Kilin A.B., Azev V.A., Kostarev A.S., Baev I.A., Galkina N.V., 2019. Effektivnoe razvitie ugledobyvayushchego proizvodstvennogo ob"edineniya: praktika i metody [Effective development of the coal mining production unit: practice and methods]. Pod red. V.B. Artem'eva. Moscow: Izdatel'stvo "Gornaya kniga", 280 p.

11. Alekseenko V.B., Kornilkov S.V., Khazhiev V.A., Baikin V.S., 2020. Dekompozitsiya tselei i zadach gornogo predpriyatiya kak sredstvo sovershenstvovaniya organizatsionnoi struktury ego podrazdelenii [Decomposition of goals and objectives of a mining enterprise as a mean of improving the organizational structure of its divisions]. Nauka i biznes: puti razvitiya, № 7, P. 14–20.

12. Khazhiev V.A., 2022. Kontseptsiya razvitiya sistemy ekspluatatsii tekhnologicheskogo kompleksa gornodobyvayushchego predpriyatiya [Concept of development of the operation system of the technological complex of a mining enterpris]. Gornoe oborudovanie i elektromekhanika, № 2, P. 3–13.