

Научная статья

УДК 658.516

DOI: 10.26730/1999-4125-2024-4-138-147

## ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКИ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Аблаев Рустам Борганитдинович<sup>1</sup>,  
Кильсинбаев Вильдан Самирханович<sup>1</sup>,  
Хажиев Вадим Аслямович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Бурибаевский горно-обогатительный комбинат

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства

\*для корреспонденции: vadimkhazhiev@gmail.com



### Информация о статье

Поступила:

05 июня 2024 г.

Одобрена после  
рецензирования:

25 июля 2024 г.

Принята к публикации:

29 августа 2024 г.

Опубликована:

26 сентября 2024 г.

### Ключевые слова:

рудник, ритмичность,  
категория сложности камер,  
дисперсия,  
производительность,  
планирование, качество

### Аннотация.

Более половины разведанных запасов руд ценных, драгоценных металлов и неметаллического сырья находятся в месторождениях малой и средней мощности [1]. Подземная отработка таких рудных залежей характеризуется более частой, в сравнении с отработкой мощных залежей, подготовкой камер для проведения очистной выемки, более сложной системой доставки руды к местам погрузки в транспортные средства и, несмотря на все многообразие технических и технологических решений, до сих пор требует значительного объема ручного труда. В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на выявление и освоение резервов по оптимизации подготовительных и вспомогательных работ при отработке месторождений малой и средней мощности. В данной статье представлены результаты исследования влияния качества планирования производительности труда в очистных камерах Октябрьского подземного рудника на дисперсию сменной его производительности и результаты работы обогатительной фабрики. В частности, посредством хронометражных наблюдений выявлено, что структура работ в камерах существенно различается по соотношению времени, затрачиваемого на вспомогательные работы и основные работы – по непосредственному осуществлению технологического процесса. Данное соотношение изменяется до 3 раз. Выделены три категории сложности очистных камер по критерию удельной продолжительности вспомогательных работ. По каждой выделенной категории сложности камер определена стабильно достигаемая в них среднемесячная производительность. На основании анализа фактических данных о работе АО «Бурибаевский ГОК» за 2023 г. доказано, что планирование сменной производительности с учетом критерия удельной продолжительности вспомогательных работ, отражающего сложность очистных работ в камерах, может значительно повысить ритмичность технологического процесса.

**Для цитирования:** Аблаев Р. Б., Кильсинбаев В. С., Хажиев В. А. Подход к оценке сложности процессов выемки полезного ископаемого при подземной отработке рудных залежей малой и средней мощности // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2024. № 4 (164). С. 138-147. DOI: 10.26730/1999-4125-2024-4-138-147, EDN: AQJXLE

**Введение.** АО «Бурибаевский ГОК» является типовым горнодобывающим предприятием, осуществляющим подземную добычу и переработку руды месторождения малой и средней мощности. Очистная выемка

осуществляется одновременно с 2-4 камер, характеризующихся различным содержанием меди в руде. В связи с этим по каждой камере планируется определенный сменный объем добычи руды с целью обеспечения годовой

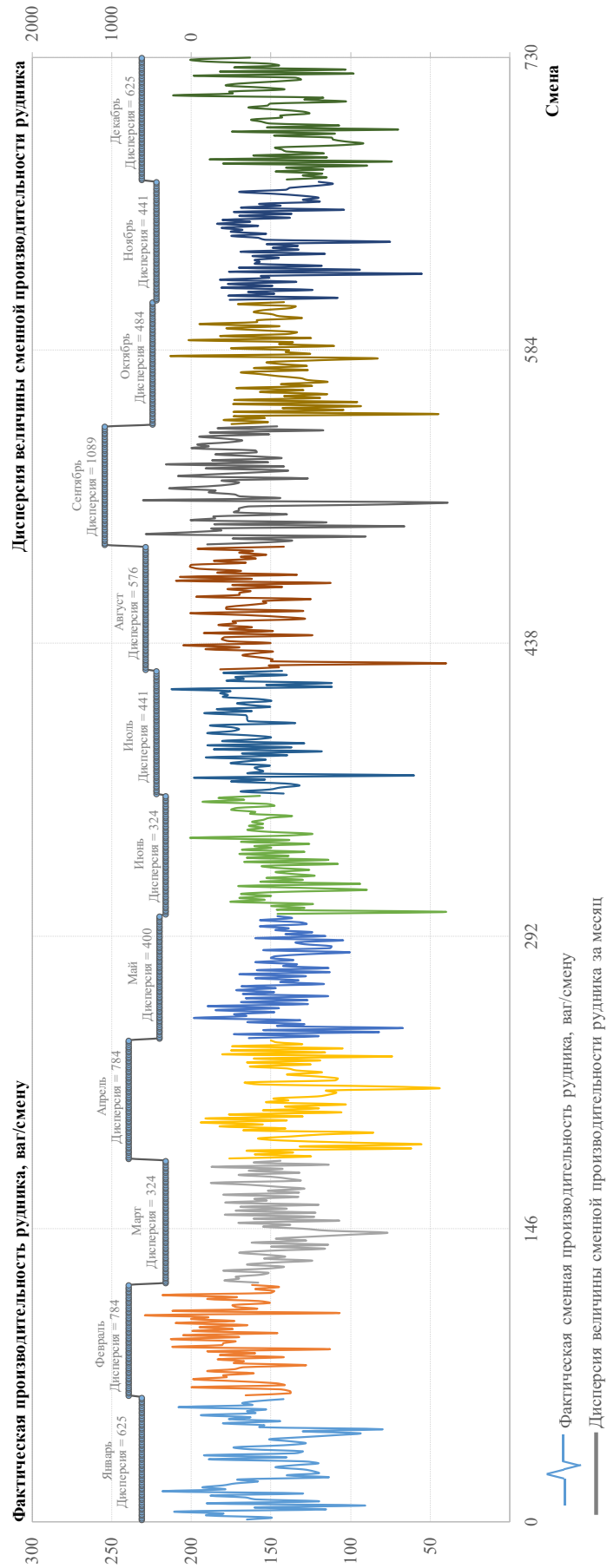


Рис. 1. Сменная производительность рудника и величина ее дисперсии (по данным за 2023 г.)  
 Fig. 1. The shifting productivity of the mine and the size of its dispersion (based on data for 2023)

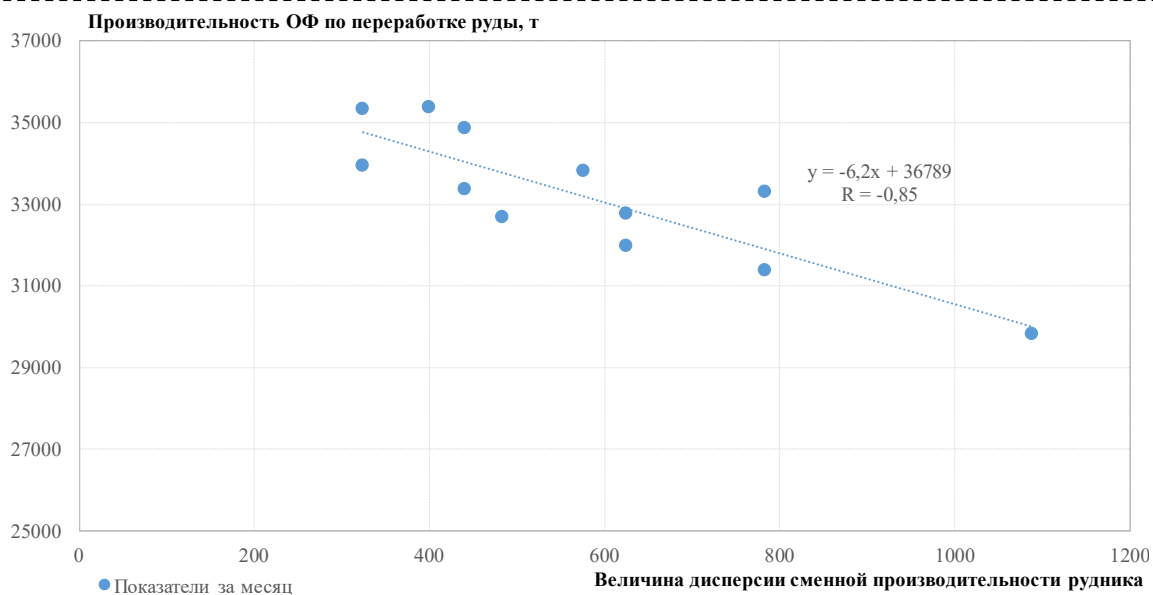


Рис. 2. График связи производительности ОФ и величины дисперсии сменной производительности рудника (по данным за 2023 г.)  
Fig. 2. PF performance relationship graph and the magnitude of the dispersion of the mine's shift productivity (based on data for 2023)

Таблица. Структура рабочего времени операционных работников, занятых очистной выемкой  
Table 1. Structure of working hours for operational workers engaged in mining operations

	Составляющие структуры времени видов работ			
	Подготовительно-заключительное время	Основное время	Вспомогательное время	Время обслуживания рабочего места
<b>Понятие</b>	Время, затрачиваемое на подготовку к выполнению заданной работы и действия, связанные с ее окончанием, величина которого существенно не зависит от объема работы	Время, в течение которого непосредственно осуществляется технологический процесс	Время, затрачиваемое на действия, непосредственно обеспечивающие осуществление технологического процесса	Время, затрачиваемое на подготовку рабочего места на протяжении данной конкретной работы и рабочей смены
<b>Выполняемые виды работ по очистной выемке</b>	Получение наряд-задания, ознакомление с работой, изучение технологической документации, сдача работы. Получение инструмента, подготовка его к работе в начале смены и сдача в конце смены. Подготовка документации, необходимой для выполнения операций. Получение расходных материалов и запасных частей, необходимых для выполнения операций. Настройка оборудования	Отбойка и выпуск (скрепирование) горной массы из выработки, ее доставка до откаточного горизонта	Поддержание выработанного пространства и коммуникаций, доставка оборудования и материала, поддержание транспортных систем. Время на передвижения рабочего, необходимые для выполнения операций. Посадка выпускных воронок, вторичное дробление	Ежедневное, техническое обслуживание и восстановление оборудования после его отказа

производственной мощности и формирования для обогатительной фабрики стабильных по содержанию рудопотоков. Формируемый рудником рудопоток, несмотря на выдерживание им среднемесячного объема добычи, неудовлетворительно отражается на результатах работы обогатительной фабрики, выражаемых ее производительностью, что обусловило проведение данного исследования.

**Результаты исследования.** Анализ выполнения производственных планов по очистным камерам Октябрьского подземного рудника за 2023 г. показал, что только в 15% смен с камер осуществлялась добыча с планируемой производительностью и дисперсия сменной производительности между месяцами достигает 3,4 раза (Рис. 1). Дисперсия ( $D_i^{см}$ ) оценивалась линейным рассеиванием фактической сменной производительности рудника за месяц относительно планируемой по формуле:

$$D_i^{см} = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_j^i - Q^{план})^2}{n_i},$$

где  $D_i^{см}$  – дисперсия величины сменной производительности рудника в  $i$ -ом месяце;  
 $n_i$  – количество смен в  $i$ -ом месяце, ед.;  
 $Q_j^i$  – фактическая сменная производительность рудника за  $j$ -ую смену  $i$ -ого месяца, вагонов;  
 $Q^{план}$  – планируемая сменная производительность рудника, ваг.

Показатель дисперсии величины сменной производительности рассчитывался в связи с тем, что его значение существенно изменяется даже при малых отклонениях фактической производительности от плановой за исследуемый период времени и может применяться в качестве индикатора уровня ритмичности работы рудника [2, 3]. Если производительность меняется в узком диапазоне, то величина дисперсии будет сравнительно низкой и можно сделать вывод о ритмичной работе рудника. Следовательно, выявленный диапазон варьирования дисперсии величины сменной производительности рудника АО «Бурибаевский ГОК» по сути является отражением неудовлетворительного уровня ритмичности его работы, т.к. характеризует высокую степень разброса фактической производительности относительно плановых значений. Данный факт послужил основанием для проведения анализа влияния ритмичности работы рудника на работу обогатительной фабрики (ОФ).

В ходе анализа было выявлено, что ритмичность работы рудника, оцениваемая средним квадратом линейных рассеиваний фактической производительности относительно планируемой, оказывает существенное влияние (коэффициент корреляции  $R = -0,85$ ) на производительность ОФ (Рис. 2).

Отрицательная величина коэффициента корреляции позволяет сделать вывод, что при увеличении дисперсии сменной производительности рудника происходит снижение производительности ОФ по переработке руды. Для выявления предпосылок, обуславливающих снижение ритмичности работы рудника, организовано проведение хронометражных наблюдений за выполнением очистных работ во всех действующих камерах. Структура и продолжительность видов выполняемых работ обобщались в соответствии с характеристиками, представленными в Таблице [4, 5].

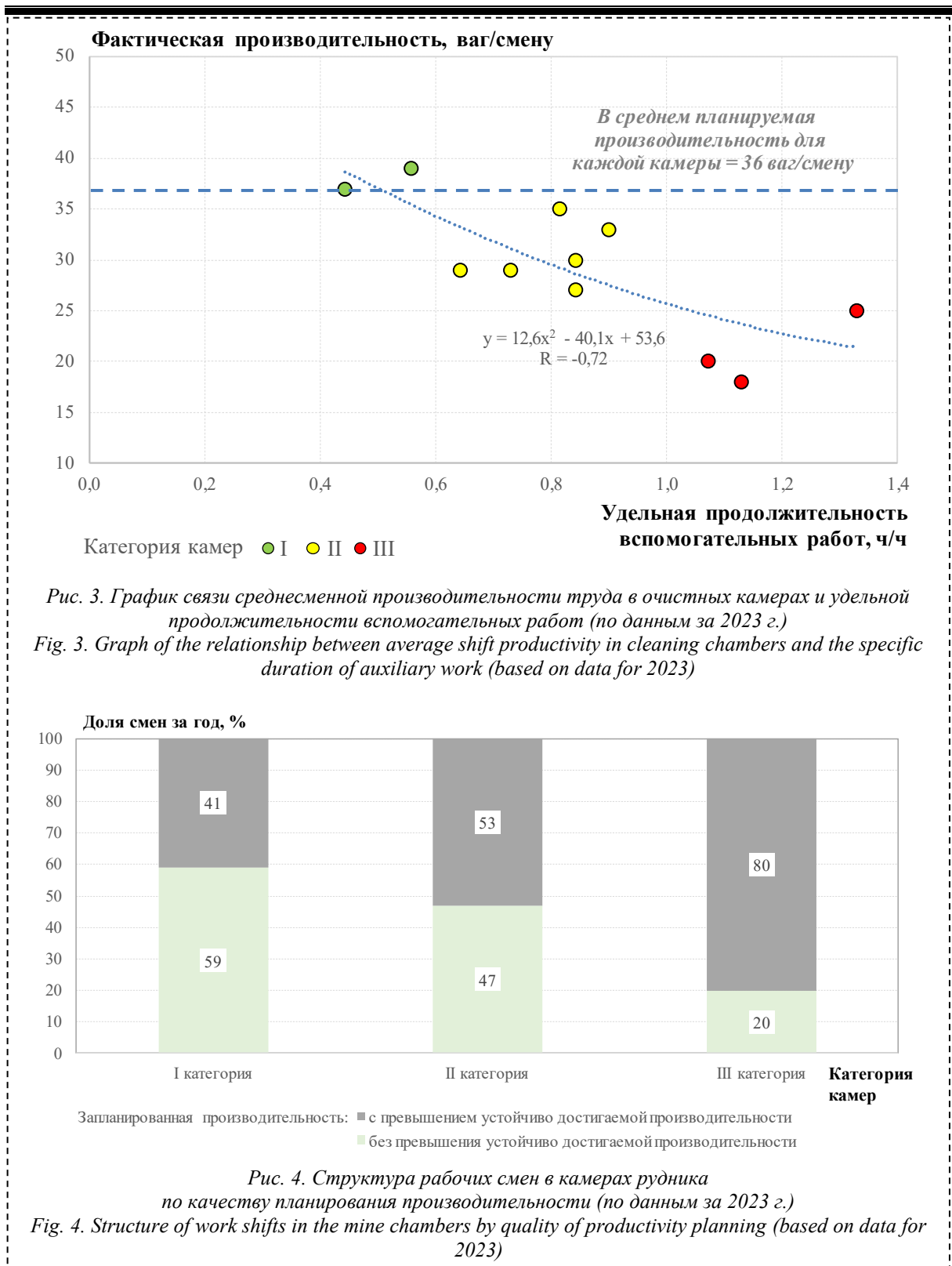
Обобщение и анализ хронометражных наблюдений за очистными работами позволили выявить, что в среднем подготовительно-заключительное время и время обслуживания рабочего места для каждой камеры являются преимущественно постоянной величиной. При этом основное и вспомогательное время существенно отличаются для каждой действующей камеры и их соотношение между камерами может достигать до 3 раз. Сопоставление результатов хронометражных наблюдений за очистными работами с фактической среднесменной производительностью позволило выявить зависимость фактической производительности труда в очистных камерах от удельной продолжительности вспомогательных работ (Рис. 3). Удельная продолжительность вспомогательных работ рассчитывается отношением общего вспомогательного времени к общему основному времени. С использованием полученного графика связи было выделено 3 категории сложности камер с учетом рекомендаций [6, 9, 10, 11] для последующего более качественного планирования производительности:

– I категория: удельная продолжительность вспомогательных работ менее 0,6 ч/ч, среднесменная – устойчиво достигаемая производительность равна 38 ваг/смену;

– II категория: удельная продолжительность вспомогательных работ от 0,6 до 1,0 ч/ч, среднесменная производительность равна 30 ваг/смену;

– III категория: удельная продолжительность вспомогательных работ более 1,0 ч/ч, среднесменная производительность равна 24 ваг/смену.

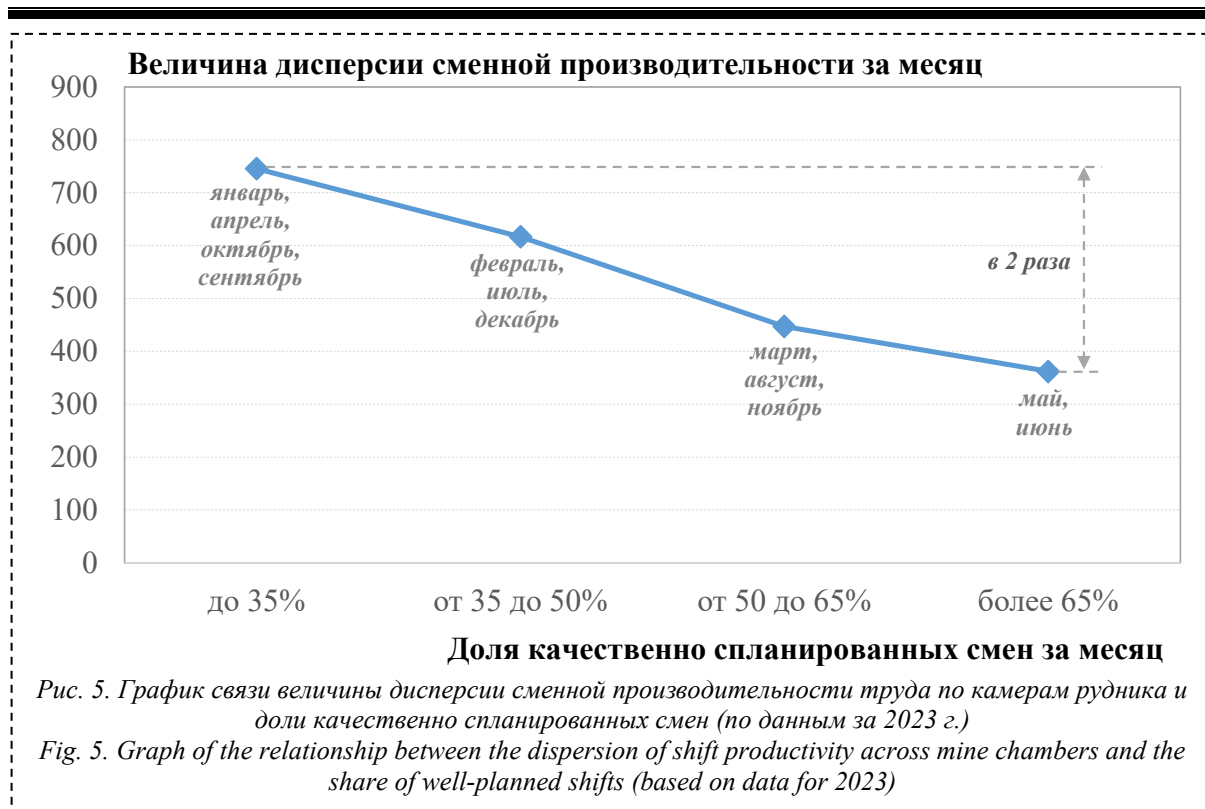
Определено, что в 2023 г. по камерам планировались объемы, которые не превышают устойчиво достигаемые значения для камер: I категории в 59% смен, II категории – 47% смен и III категории – 20% смен (Рис. 4). Существующее планирование производительности очистных работ по камерам преимущественно осуществляется исходя из



содержания меди в руде для требуемого ее усреднения и технического потенциала оборудования в фактических горно-геологических условиях.

Долю смен, запланированных в диапазоне устойчиво достигаемых значений, можно использовать в качестве показателя,

отражающего качество планирования производительности труда в очистных камерах, и определять отношением количества смен, в которых планируемая производительность не превышает устойчиво достигаемую, к общему количеству отработанных смен [7, 8].



Качество планирования производительности труда в камере обуславливает величину дисперсии сменной производительности по руднику [12, 13, 14]. Так, например, по данным за 2023 г. было определено, что увеличение доли качественно спланированных смен на 30% позволяет уменьшить дисперсию сменной производительности по руднику более чем в 2 раза (Рис. 5) [15, 16].

#### Выводы

Таким образом, считаем, что для предприятий, осуществляющих подземную разработку рудных залежей малой и средней мощности, целесообразно выделять 3 категории сложности камер. В камере I категории сложности удельная продолжительность вспомогательных работ составляет менее 0,6 ч/ч, во II категории – 0,6 до 1,0 ч/ч, в III категории – более 1,0 ч/ч. На примере АО «Бурибаевский ГОК» производительность, устойчиво достигаемая в камере I категории сложности, в 1,3 раза выше производительности устойчиво достигаемой в камере II категории и в 1,6 раза выше производительности в камере III категории. Планирование сменной производительности камер с учетом выделенных категорий сложности позволяет существенно повысить ритмичность отработки рудных залежей и обеспечить выполнение заданных

показателей производственной мощности горного предприятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов Ю. В. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых: Подземная разработка рудных месторождений в сложных горно-геологических условиях: учеб. пособия для студ. высш. учеб. заведений.: Издательский центр «Академия», 2008. 320 с.
2. Азев В. А. Совершенствование систем организации и планирования в условиях интенсивного развития производства на угольных разрезах: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 2011. 137 с.
3. Азев В. А. Подход к повышению качества планирования производственных процессов угледобывающего производственного объединения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 10. С. 380–390.
4. Дубоносова А. Н. Нормирование труда: учет рабочего времени основных производственных рабочих // Справочник экономиста. 2016. № 2 (152). С. 106–122.
5. Галкин В. А., Макаров А. М., Захаров С. И. [и др.] Методика расчета резерва рабочего времени персонала угледобывающего предприятия для его развития // Известия Уральского государственного горного университета. 2019. № 2. С. 134–145.

6. Хажиев В. А. Обоснование рациональной производительности экскаваторов-мехлопат в различных условиях эксплуатации на угледобывающих предприятиях: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Екб., 2010. 115 с.

7. Мельник В. В., Шулятьева Л. И., Шабловский А. В. Совершенствование методов оптимизации параметров технологических схем при проектировании шахт нового технического уровня // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 3. С. 256–265.

8. Otto T. J., Lindeque G. C. Improving productivity at an open-pit mine through enhanced short-term mine planning // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2021. № 121 (11). Pp. 1–10.

9. Шаповаленко Г. Н. Комплексное обоснование системы оперативного контроля рабочих процессов на угольных разрезах: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 2012. 118 с.

10. Greberg J., Salama A. Analysis of the Current Challenges for Deep Underground Mines: Labour Productivity Improvement // Tanzania Journal of Engineering and Technology. 2020. № 39 (1). Pp. 32–46. DOI: 10.52339/tjet.v39i1.517.

11. Заяц А. И., Беклемешев В. А., Байкин В. С. [и др.] Развитие системы мониторинга условий и режимов эксплуатации, технологии и организации

ремонтного обслуживания экскаваторов на разрезе «Черногорский» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № S39. С. 201–208.

12. Феофанов Г. Л. Особенности подготовки очистного фронта в сложных гидрогеологических условиях // Уголь. 2010. № 12. С. 24–27.

13. Добровольский А. И., Феофанов Г. Л., Жуков А. Л. Технологические решения по подготовке очистного фронта на Ургальском месторождении // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2011. №3. С. 46–48.

14. Добровольский А. И., Феофанов Г. Л., Лисовский В. В. [и др.] Возможности повышения эффективности и безопасности производства в ОАО «Ургалуголь» // Уголь. 2011. № 7. С. 49–52.

15. Азев В. А. Оценка планирования технологических процессов на угледобывающем предприятии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 5. С. 369–374.

16. Килин А. Б., Азев В. А., Шаповаленко Г. Н., Радионов С. Н. Опыт создания организационно-технических условий для эффективной эксплуатации оборудования большой единичной мощности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 11. Спецвыпуск № 62. С. 146–152.

© 2024 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Об авторах:*

**Аблаев Рустам Борганитдинович**, генеральный директор Акционерного общества «Бурибаевский горно-обогатительный комбинат» (453821, с. Бурибай, р-н Хайбуллинский, ул. Горького, д. 49), e-mail: ok@bgok.ru.

**Кильсинбаев Вильдан Самирханович**, начальник Октябрьского подземного рудника Акционерного общества «Бурибаевский горно-обогатительный комбинат» (453821, с. Бурибай, р-н Хайбуллинский, ул. Горького, д. 49), e-mail: nachopr@bgok.ru.

**Хажиев Вадим Аслямович**, заведующий лабораторией эффективной эксплуатации оборудования Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства» (454019, Челябинск, ул. Энтузиастов, д. 30, оф.717), e-mail: vadimkhazhiev@gmail.com.

*Заявленный вклад авторов:*

Аблаев Рустам Борганитдинович – постановка исследовательской задачи; научный менеджмент; концептуализация исследования; выводы.

Кильсинбаев Вильдан Самирханович – обзор соответствующей литературы; написание текста, сбор и анализ данных.



Хажиев Вадим Аслямович – концептуализация исследования; выводы.  
Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## Original article

### AN APPROACH TO ASSESSING THE COMPLEXITY OF MINING PROCESSES ORE DEPOSITS OF SMALL AND MEDIUM THICKNESS

Rustam B. Ablaev<sup>1</sup>,  
Vildan S. Kilsinbaev<sup>1</sup>,  
Vadim A. Khazhiev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Buribayevsky Mining and Processing Plant

<sup>2</sup>Research Institute for Efficiency and Safety of Mining Production

\*for correspondence: vadimkhazhiev@gmail.com



#### Article info

Received:  
05 June 2024

Accepted for publication:  
25 July 2024

Accepted:  
29 August 2024

Published:  
26 September 2024

**Keywords:** mine, rhythm,  
chamber complexity category,  
dispersion, productivity,  
planning, quality.

#### Abstract.

More than half of the explored reserves of valuable ores, precious metals and non-metallic raw materials are located in deposits of small and medium thickness [1]. Underground mining of such ore deposits is characterized by more frequent, in comparison with the mining of thick deposits, preparation of chambers for production excavation, a more complex system for delivering ore to places of loading into vehicles, and despite all the variety of technical and technological solutions, it still requires a significant amount of manual work labor. In this regard, research aimed at identifying and developing reserves for optimizing preparatory and auxiliary work during the development of small and medium-sized deposits is relevant. This article presents the results of a study of the influence of the quality of labor productivity planning in the treatment chambers of the Oktyabrsky underground mine on the dispersion of its shift productivity and the results of the processing plant. In particular, through time-lapse observations, it was revealed that the structure of work in the chambers differs significantly in the ratio of time spent on auxiliary work and main work, on the direct implementation of the technological process. This ratio changes up to 3 times. Three categories of complexity of treatment chambers are identified according to the criterion of the specific duration of auxiliary work. For each selected category of camera complexity, the consistently achieved average monthly productivity in them was determined. Based on an analysis of actual data on the work of Buribayevsky GOK JSC for 2023. It has been proven that planning shift productivity taking into account the criterion of specific duration of auxiliary work, reflecting the complexity of cleaning work in the chambers, can significantly increase the rhythm of the technological process

**For citation:** Fedotenko V.S., Radchenko D.N., Gadzhieva L.A.-S. Selection of geopolymer material composition for isolation of mining structures during in-situ mine leaching. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2024; 4(164):138-147. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2024-4-138-147, EDN: AQJXLE

#### REFERENCES

1. Mikhailov Yu.V. Underground mining of mineral deposits: Underground mining of ore deposits in difficult mining and geological conditions: textbook. benefits for students higher textbook institutions.: Publishing center "Academy", 2008. 320 p.

2. Azev V.A. Improving systems of organization and planning in conditions of intensive development of production at coal mines: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. M., 2011. 137 p.

3. Azev V.A. An approach to improving the quality of planning production processes at a coal mining



production association. *Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2010; 10:380–390.

4. Dubonosova A.N. Labor rationing: accounting of working time of the main production workers. *Economist's Handbook*. 2016; 2(152):106–122.

5. Galkin V.A., Makarov A.M., Zakharov S.I. and others. Methodology for calculating the working time reserve of personnel of a coal mining enterprise for its development. *News of the Ural State Mining University*. 2019; 2:134–145.

6. Khazhiev V.A. Justification of the rational productivity of mechanized excavators in various operating conditions at coal mining enterprises: a dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Ekbn., 2010. 115 p.

7. Melnik V.V., Shulyatyeva L.I., Shablovsky A.V. Improving methods for optimizing the parameters of technological schemes when designing mines of a new technical level. *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2010; 3:256–265.

8. Otto T.J., Lindeque G.C. Improving productivity at an open-pit mine through enhanced short-term mine planning. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 2021; 121(11):1–10.

9. Shapovalenko G.N. Comprehensive justification for the system of operational control of work processes at coal mines: dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. M., 2012. 118 p.

10. Greberg J., Salama A. Analysis of the Current Challenges for Deep Underground Mines: Labour

Productivity Improvement. *Tanzania Journal of Engineering and Technology*. 2020; 39(1):32–46. DOI: 10.52339/tjet.v39i1.517.

11. Zayats A.I., Beklemeshev V.A., Baykin V.S. and others. Development of a monitoring system for operating conditions and modes, technology and organization of repair maintenance of excavators at the Chernogorsky open-pit mine. *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2017; S39:201–208.

12. Feofanov G.L. Features of the preparation of the treatment front in difficult hydrogeological conditions. *Coal*. 2010; 12:24–27.

13. Dobrovolsky A.I., Feofanov G.L., Zhukov A.L. Technological solutions for the preparation of the treatment front at the Urgal deposit. *Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosova*. 2011; 3:46–48.

14. Dobrovolsky A.I., Feofanov G.L., Lisovsky V.V. and others. Possibilities for increasing the efficiency and safety of production at OJSC Urgalugol. *Ugol*. 2011; 7:49–52.

15. Azev V.A. Assessment of planning of technological processes at a coal mining enterprise // *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2011; 5:369–374.

16. Kilin A.B., Azev V.A., Shapovalenko G.N., Radionov S.N. Experience in creating organizational and technical conditions for the efficient operation of high-unit capacity equipment. *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2015; 11(S62):146–152.

© 2024 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

#### About the authors:

**Rustam B. Ablaev**, general director of the Joint Stock Company "Buribayevsky Mining and Processing Plant" (453821, from Buribay, Khaibullinsky district, Gorky St., 49), e-mail: ok@bgok.ru.

**Vildan S. Kilsinbaev**, head of the Oktyabrsky underground mine of the Buribayevsky Mining and Processing Plant Joint Stock Company (453821, from Buribay, Khaibullinsky district, Gorky St., 49), e-mail: nachopr@bgok.ru.

**Vadim A. Khazhiev**, head of the laboratory for efficient operation of equipment of the Limited Liability Company "Research Institute of Efficiency and Safety of Mining Production" (454019, Chelyabinsk, Entuziastov St., 30, office 717), e-mail: vadimkhazhiev@gmail.com.

#### Contribution of the authors:

**Rustam B. Ablaev** – formulation of the research problem; scientific management; conceptualization of the study; conclusions.

**Vildan S. Kilsinbaev** – review of relevant literature; writing the text, collecting and analyzing data.

**Vadim A. Khazhiev** – conceptualization of the study; conclusions.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

