ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
GIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019;5:34-43

УДК 622.272 DOI: 10.25018/0236-1493-2019-05-0-34-43

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Т. Калыбеков[1], К.Б. Рысбеков[1], А.А. Токтаров[1], О.М. Отарбаев[1]

[1] Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, e-mail: kanay_r@mail.ru

Аннотация: Показана важность обеспеченности горного предприятия вскрытыми, подготовленными и готовыми к выемке запасами в процессе планирования подземных горных работ и добычи руды по выемочным единицам в период эксплуатации месторождения. При этом нормативы подготовленности запасов полезных ископаемых зависят от горнотехнических и горно-геологических условий разрабатываемых месторождений, производственных процессов на руднике, интенсивности подготовки и нарезки выемочных единиц на рабочих горизонтах. Устойчивость работы предприятия зависит от принятой системы планирования горных работ, управления процессом добычи руд и оценки показателей качества добываемого сырья. Следует отметить, что освоение минерального сырья с обоснованными нормативами подготовленных и готовых к выемке запасами способствует рациональному планированию подземных горных работ и улучшению технико-экономических показателей эксплуатации месторождения. Повышение устойчивости горнотехнической системы на действующих горных предприятиях благоприятствует обеспечению плановой производительности рудника, равномерности ведения горных работ и качества добываемого сырья. Приведенные нормативы подготовленности запасов по подземным рудникам республики, используемые при планировании развития горных работ, отражают технический прогресс и учитывают горно-геологические условия эксплуатируемых месторождений. При эксплуатации недр соблюдение этих нормативов на подземных рудниках для обоснования числа действующих выемочных единиц способствует выполнению плановой добычи минерального сырья. Некоторое расхождение в приведенных нормативах подготовленности запасов является основанием уточнения их величин в дальнейшем на конкретных горных предприятиях.

Ключевые слова: планирование, подготовленность запасов, норматив, горнотехническая система, выемочная единица, план горных работ, добыча.

Благодарность: Статья подготовлена по проекту ПЦФ МОН РК 2018/BR05235618.

Для цитирования: *Калыбеков Т., Рысбеков К. Б., Токтаров А. А., Отарбаев О. М.* Планирование подземных горных работ с учетом подготовленности запасов полезных ископаемых // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 5. – С. 34–43. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-05-0-34-43.

Underground mine planning with regard to preparedness of mineral reserves

T. Kalybekov[1], K.B. Rysbekov[1], A.A. Toktarov[1], O.M. Otarbaev[1]

[1]Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: kanay_r@mail.ru

Abstract: It is very important to provide mines with accessed, prepared and ready for extraction mineral reserves per production blocks at the stage of underground mine planning and design. Preparedness standards depend on geological and geotechnical conditions of mining, flow processes and intensity of first mining per levels. Sustainability of a mine is conditioned by the accepted systems of mine planning and design, production control and and product quality evaluation. Sound standards of prepared and ready for extraction reserves promotes efficiency of underground mine planning and improvement of technical and economic performance. Improved sustainability of operating mines ensures mine project productivity, uniformity of mining and quality of end product. The presented preparedness standards used in planning mining expansion per underground mines in the Republic are reflective of technological progress and take into account geological conditions of specific deposits. Adherence to these standards when substantiating the number of production blocks in underground mining enables accomplishment of planned production. Some gap in the presented standards of mineral preparedness for extraction means that these values should refined per specific mines.

Key words: planning, mineral reserves preparedness, standard, mine-technical system, production block, mining plan, mineral mining.

Acknowledgements: Статья подготовлена по проекту ПЦФ МОН РК 2018/BR05235618.

For citation: Kalybekov T., Rysbekov K. B., Toktarov A. A., Otarbaev O. M. Underground mine planning with regard to preparedness of mineral reserves. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2019;5:34-43. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-05-0-34-43.

Введение

Обеспечение эффективной работы рудника и рациональное освоение богатств недр возможно при тщательном обосновании нормативов подготовленности запасов к выемке в период эксплуатации месторождений полезных ископаемых. При несоблюдении нормативов подготовленности запасов в процессе ведения горных работ наблюдается невыполнение плана по добыче руды и содержания полезных ископаемых. Избыток подготовленности запасов влияет на экономику горного предприятия из-за увеличения затрат на подготовительные и нарезные работы по выемочным единицам подземного рудника. Поэтому обоснованные в соответствии с горно-геологическими и горнотехническими условиями месторождения нормативы подготовленности запасов обеспечивают ритмичную работу горного предприятия и выполнение производственного плана добычи минерального сырья.

В разрабатываемых планах развития горных работ предусматривается решение следующих основных технологических задач [1]: соблюдение принятых на предприятии нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых; достоверный учет количества и качества добываемого минерального сырья по выемочным единицам. В этой связи в процессе разработки месторождений целесообразное планирование горных работ с соблюдением подготовленности запасов полезных ископаемых и плановой добычи из выемочных единиц обеспечивает рациональное освоение недр горным предприятием.

На подземных горных работах объем готовых к выемке запасов зависит от производительности рудника, поэтому для обеспечения надежности работы всей горнотехнической системы горного предприятия следует обосновать рациональное число выемочных единиц. С этой целью в период эксплуатации месторождения первоочередной задачей является обеспечение рудника подготовленными к выемке запасами для устойчивого развития добычных работ. Следует отметить, что при превышении обоснованных нормативов подготовленных и готовых к выемке запасов замораживаются оборотные средства производства и увеличиваются расходы на поддержание горных выработок. Изменение объемов подготовленности запасов от принятых нормативов влияет на интенсивность разработки, концентрацию горных работ и рациональное использование богатств недр. Нормативы обеспеченности подземного рудника готовыми к выемке запасами в основном зависят от производительности предприятия и количества, одновременно находящихся в подготовке и нарезке выемочных единиц. В этой связи обоснование рациональных значений нормативов с различной степенью подготовленности запасов к добыче с учетом всех влияющих факторов является важной задачей рудника при планировании развития подземных горных работ.

Результаты и обсуждение

Величины нормативов запасов зависят от интенсивности ведения горных работ, рациональных схем подготовки и нарезки выемочной единицы, степени выполнения производственных процессов технологического цикла [2]. При существенном влиянии приведенных факторов изменяются нормативы обеспеченности предприятия запасами, поэтому они устанавливаются для каждого горного предприятия в отдельности и корректируются по мере уточнения изменений в условиях разработки. Нормативы запасов по степени подготовленности к выемке представляют собой их минимальные значения, при которых гарантированно обеспечивается выполнение годовой программы по добыче руды и производству металла [3].

В этой связи горным предприятиям на стадии планирования следует определить величину подготовленности балансовых запасов месторождения, отдельных участков и блоков, а также интенсивность подготовительных и нарезных работ. Выбор технологических резервов в зависимости от горно-геологических условий подземной разработки рудных месторождений обеспечивает увеличение объемов товарной продукции, сокращение затрат на добычу и транспорт, повышение извлекаемой ценности полезного ископаемого [4]. При создании устойчивого развития горнотехнической системы уменьшается негативное воздействие внешних факторов. Повышение производственной мощности рудника, увеличение скорости проходки подготовительно-нарезных работ и замена оборудования на производительное позволит повысить устойчивость горнотехнической системы на 12,14% [5]. При этом реализация резервов в едином комплексе различных решений позволяет увеличить ее до нормативного значения.

Горно-перерабатывающие производства практически не могут существенно изменять свои технологические режимы в течение рабочей смены, особенно при непредвиденных изменениях запланированных первоначальных условий [6]. В этих условиях несоответствие качества подаваемой руды параметрам технологии переработки ухудшает выход концентратов и экономические результаты производства. Блочные цифровые модели рудных залежей позволяют перейти на качественно более высокий уровень достоверности учета баланса металлов по всей цепочке технологических процессов [7]. Применение пакетов специализированных программных продуктов для планирования горных работ дает возможность формировать рудопотоки с плановыми качественными характеристиками. При планировании развития подземных горных работ качество минерального сырья пропорционально влияет на энергоемкость его переработки, транспортные расходы на перевозку примешанной породы, извлечение полезных компонентов и состояние окружающей среды [8]. Поэтому при планировании добычи минерального сырья подземным способом следует обратить особое внимание к этой важной проблеме на горных предприятиях.

Основным принципом в планировании горных работ является отражение будущих условий добычи под землей на основании как предыдущих, так и текущих обстоятельств [9]. Для этого следует контролировать эффективность краткосрочных и долгосрочных систем планирования горных работ, а также производственные показатели рудника. Поэтому соответствие плана горных работ горно-геологическим условиям залежи является принципом улучшения системы планирования и сокращения риска добычи полезных ископаемых. Доступность руды является показателем планомерного развития опережения операции по добыче руды. Это количество руды, необходимое для выемки с небольшим или вообще без дальнейшего развития горных работ, выраженное в годах при текущих темпах производства [10].

Наличие достаточности добываемой руды в залежах является показателем краткосрочного и среднесрочного планирования горных работ. Низкое удобство доступа к руде подразумевает меньшую гибкость, а высокая степень эксплуатационной готовности руды подразумевает повышенную легкость залежи к добыче. Выполненные решения по планированию горных работ поддерживаются принятой информационной системой, которая значительно улучшает безопасность и производительность подземных рудников [11]. К реальным результатам относятся значительные преимущества с точки зрения доходов и денежных потоки от горных работ, эффективное и результативное управление процессом добычи для обеспечения устойчивости работы предприятия. На подземных разработках достижение производственных целей с точки зрения выполнения количества и качества руды имеет важное значение для успешной добычи сырья [12]. При этом применение стохастически сгенерированного плана сопряжено меньшим риском отклонения от целевых показателей качества, чем традиционный подход к планированию горных работ, основанный на единой интерполированной модели рудного тела.

Нормативы подготовленных и готовых к выемке запасов по подземным рудникам республики, способствующие ритмичному выполнению плана горного предприятия и наиболее рациональному использованию запасов минерального сырья, отражающие технический прогресс и учитывающие горно-геологические условия, составляют в пределах 6,0—24,0 и 3,0—9,0 [13, 14]. Соблюдение обоснованных нормативов подготовленности запасов на действующих горных предприятиях содействует обеспечению выполнения плановой производительности и равномерности ведения горных работ с требуемым качественным составом добываемого сырья.

Значительное расхождение в нормативах подготовленности запасов на рудниках является основанием уточнения их величин на конкретном горном предприятии при эксплуатации месторождений подземным способом. Оптимальное управление подготовленностью запасами полезных ископаемых для конкретных условий подземного рудника позволяет повысить качество планирования горных работ и улучшить показатели его производственной деятельности по рациональному использованию недр [14, 15].

Регулирование подготовленности запасов и качественных показателей руд в процессе ведения подземных горных

Нормативы запасов руды по подземным рудникам и шахтам
Norms for reserves for ore and coal mines

Показатели	Ед. изм.	Наименование рудника и шахты				
		Рудник Жомарт	**Рудник Нурказган**	**Рудник Абыз**	**Шахта Молодежная**	**Шахта ДНК**
Вскрытые запасы	мес.	20,5	23,5	23,5	73,4	87,0
Подготовленные запасы	мес.	8,0	6,0	6,0	15,9	24,0
Готовые к выемке запасы	мес.	3,5	3,0	4,0	6,0	9,0

работ обеспечивает своевременную подготовку выемочных единиц рудника и стабилизацию показателей добываемого минерального сырья. Недостаточный объем подготовленных и готовых к выемке запасов приводит к неритмичности процесса добычи руды, сокращению фронта очистных работ, невыполнению производственного плана по добыче руды, снижению и нарушению планомерности отработки месторождения.

Нормативы подготовленности запасов по подземным рудникам республики [16], способствующие своевременному выполнению плана по горным предприятиям и наиболее рациональному использованию имеющихся запасов минерального сырья, отражающие технический прогресс и учитывающие горнотехнические условия месторождения, приведены в таблице.

Использование приведенных нормативов подготовленности запасов способствует обеспечению выполнения плановой производительности и ритмичности производства горных работ с требуемым качественным составом добываемого сырья на горных предприятиях. Значительное расхождение величины нормативов подготовленности запасов на рудниках является основанием обоснования их в будущем на конкретном горном предприятии при подземной разработке месторождений. При ведении добычных работ не допускается выборочная отработка богатых или легкодоступных участков месторождения, приводящая к необоснованным потерям балансовых запасов полезных ископаемых [17].

При составлении плана технико-экономическими расчетами обосновываются оптимальные параметры и предельные сроки отработки выемочной единицы. Каждая выемочная единица отражает состояние и движение запасов полезных ископаемых, фактическое выполнение показателей потерь, разубоживания и положение горных работ. При постоянных горно-геологических условиях разработки чрезмерное увеличение числа выемочных единиц приводит к замораживанию значительных финансовых средств.

Горное предприятие является производственной структурой, в состав которой входят добычные участки и забои, а также перегрузочные пункты, обеспеченные определенным объемом запасов. Поддержание оптимального соотношения на руднике между вскрытыми, подготовленными и готовыми к выемке запасами связано с определенными затратами. Избыток вскрытых запасов приводит к замораживанию средств, увеличению себестоимости, а недостаток снижает темпы горных работ, получение прибыли от реализации товарной руды за счет уменьшения объемов добычи и переработки [18]. На действующих рудниках должны быть установлены минимальные нормативы подготовленными запасами, обоснованные их значения на горнодобывающем предприятии повышает надежность технологических сис-

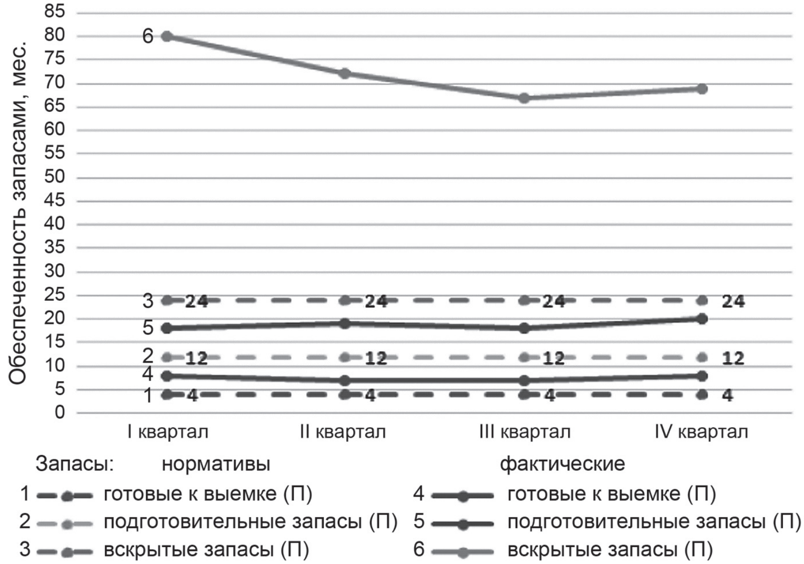

Рис. 1. Соотношение нормативных и фактических показателей подготовленности запасов
Fig. 1. The ratio of normative and actual figures of reserves preparedness

тем, в этой связи обеспеченность ими рассчитываются в соответствии с очередностью строительства подземного рудника и последовательностью ввода добычных горизонтов в эксплуатацию. Вследствие этого с целью рациональной эксплуатации месторождения для каждой выемочной единицы разрабатывается проект с учетом состояния и движения запасов руд. Изучение закономерности изменения вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов на подземных рудниках показывает на необходимость обоснования их нормативов для обеспечения ритмичности работы рудника и эффективности разрабатываемых месторождений. Принятое соотношение нормативных и фактических показателей подготовленности запасов (рис. 1, 2), обеспечивает стабильную добычу руды по шахте «10-летия независимости Казахстана» (ДНК) (рис. 3).

Оперативное управление и контроль за соблюдением качественных характе-

Рис. 2. Сопоставление нормативных и фактических показателей подготовленности запасов
Fig. 2. Comparison of normative and actual indicators of reserves preparedness

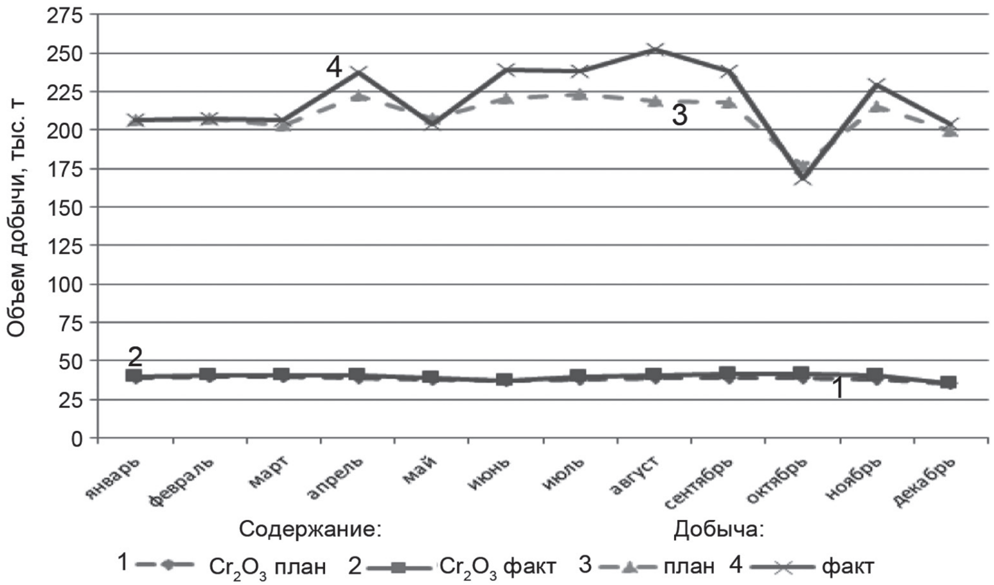

Рис. 3. График добычи руды по шахте «10-летия независимости Казахстана» на 2016 г.
Fig. 3. Schedule of ore mining at the mine of «10th anniversary of independence of Kazakhstan» for 2016

ристик поставляемого потребителям минерального сырья сокращает размах колебаний средних значений содержания металлов в добытой руде. Стабилизация качества и повышение однородности содержания в рудном сырье улучшает извлечение полезных компонентов при переработке и оказывает влияние на общую экономическую эффективность сквозного извлечения металлов от руды в недрах до готовой продукции. Поэтому при ежегодном планировании развития подземных горных работ следует обратить особое внимание на планомерность отработки месторождения, обеспечение оптимального уровня извлечения полезных ископаемых из недр и исключение выборочной отработки богатых участков, снижающих промышленной ценности месторождения. Наряду с этим добыча полезных ископаемых требуемого объема и качества зависит от соответствия планируемого объема горно-подготовительных и нарезных выработок установленным нормативам подготовленности к выемке запасов, рационального количества одновременно разрабатываемых выемочных единиц.

Установление постоянных нормативов величин подготовленности к добыче руд не учитывает вероятностный характер ведения горных работ, структуру и взаимосвязь работы в выемочных единицах. Необоснованная степень подготовленности полезных ископаемых к выемке на подземных рудниках требует выполнения значительных объемов горных работ, поэтому резкое превышение установленного нормативов запасов в условиях рынка является нежелательным. В этой связи, принятые для условий конкретного разрабатываемого месторождения нормативы запасов по степени подготовленности должны соответствовать проектной производительности подземного рудника.

Заключение

При планировании развития подземных горных работ, разрабатываемых в различных природно-технических условиях, исследование обоснованности варьирования подготовленности отрабатываемых запасов способствует рациональному и эффективному использованию богатств недр с наилучшими технико-экономическими показателями. Использование передового опыта в период планирования подземных горных работ с учетом подготовленности запасов при разработке действующих месторождений полезных ископаемых имеет важное значение для повышения надежности горнотехнической системы. В этой связи при производстве подземных горных работ следует управлять подготовленностью запасами для конкретных условий рудника и обосновать рациональное число одновременно находящихся выемочных единиц для выполнения плана с требуемым объемом и качеством добычи полезного ископаемого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Инструкция* по составлению плана горных работ. Утверждена приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 18 мая 2018 года № 351.

2. *Вохмин С.А., Загиров Н.Х., Курчин Г.С., Зайцева Е.В.* К вопросу оценки обеспеченности Таштагольского рудника подготовленными и готовыми к выемке запасами // Маркшейдерия и недропользование. — 2014. — № 3. — С. 44—51.

3. *Подкуйко Н.В., Симонин П.В., Вохмин С.А., Зайцева Е.В.* Актуализация нормирования запасов полезных ископаемых по степени подготовленности к выемке на рудниках ГМК «Норильский никель» // Горный журнал. — 2015. — № 6. — С. 51—54.

4. *Калмыков В.Н., Петрова О.В., Янтурина Ю.Д.* Обоснование технологических резервов подземной разработки рудных месторождений. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 72-й международной научно-технической конференции / Под ред. В.М. Колокольцева. Т. 1. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та. — 2014. — С. 10—15.

5. *Калмыков В.Н., Петрова О.В., Янтурина Ю.Д.* Оценка устойчивости горнотехнической системы при освоении рудных месторождений Урала подземным способом / Проблемы недропользования. Вып. 2. — Екатеринбург, 2014. — С. 96—101.

6. *Хугаева Г.Н.* Состояние вопросов усреднения руды и планирования горных работ на подземных рудниках. www.giab-online.ru/files/Data/2011/ 10/Hugaeva 10 2011.pdf.

7. *Макаров В.А., Малиновский Е.Г., Кацер И.И., Курчина Г.С., Ефимов А.В.* Динамическая система управления качеством минерального сырья // J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 2016, 9(1), pp. 126—132. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-1-126-132. elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/20169/1/12_Makarov.pdf.

8. *Опарин В.Н., Фрейдин А.М., Тапсиев А.П., Филиппов П.А.* Состояние и проблемы минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых России. РАН. Сибирское отделение // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. Горное недропользование. — 2013. — № 4. — С. 173—181.

9. *Angelov A.A., Naidoo K.* Plan compliance process for underground coal mines. South African Institute of Mining and Metallurgy. May 2010. https://www.researchgate.net/ publication/292854235.

10. *Musingwini C., Minnitt R.C.A., Woodhall M.* Technical operating flexibility in the analysis of mine layouts and schedules / International Platinum Conference 'Platinum Surges Ahead', The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2006. www.academia.edu/.../Technical_operating_flexibility_in_th.

11. *Burger D.J.* Integration of the mining plan in a mining automation system using stateofthe-art technology at De Beers Finsch Mine // The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy. Vol. 106, August 2006. pp. 553—560.

12. *Jörg Benndorf, Roussos Dimitrakopoulos*. Stochastic long-term production scheduling of iron ore deposits: integrating joint multi-element geological uncertainty // Journal of Mining Science, Vol. XX, No.X , 2013, UDC 622.013. www.academia.edu/.../Stochastic_Long-term_Production_Sc.

13. *Kalybekov T., Rysbekov K. B., Soltabayeva S. T.* The study of the influence of preparedness of the ore reserves on the planning of underground mining operations / International Scientific and Technical Internet Conference «Innovative Development of Resource-Saving Technologies of Mineral Mining and Processing». Book of Abstracts.-Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2018. Pp. 26—28.

14. *Калыбеков Т., Муртазаев М. А., Рысбеков К. Б., Солтабаева С. Т.* Влияние подготовленности запасов полезных ископаемых на стабилизацию добычи руды при подземной разработке месторождений // Горный журнал Казахстана. — 2018. — №5. — С. 25—29.

15. *Битимбаев М. Ж.*, Калыбеков Т., *Рысбеков К. Б., Солтабаева С. Т.* Управление нормативами вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов и качеством руд на подземных горных работах // Горный журнал Казахстана. — 2018. — №7. — С. 16—21.

16. *Расчет* нормативов запасов руды по степени подготовленности подземных рудников ТОО «Корпорация Казахмыс». П 18—01/09-ПЗ. — Жезказган: Головной проектный институт, 2018. — 26 с.

17. *Единые* правила по рациональному и комплексному использованию недр при разведке и добыче полезных ископаемых. От 17 ноября 2015 года № 1072 и Министра энергетики Республики Казахстан от 30 ноября 2015 года № 675.

18. *Титов Р. С.* Основы подхода к оптимизации запасов по степени их подготовленности к добыче / Материалы Уральской горнопромышленной декады. cience.ursmu.ru/upload/doc/2013/05/16/geomehanika_i_geotehnologii.pdf. ГИАБ

REFERENCES

1. *Instruktsiya po sostavleniyu plana gornykh rabot. Utverzhdena prikazom Ministra po investitsiyam i razvitiyu Respubliki Kazakhstan ot 18 maya 2018 goda № 351* [Instruction for mining operations planning. Approved by the order of the Minister of investments and development of the Republic of Kazakhstan on May 18, 2018 No. 351]. [In Russ].

2. Vokhmin S. A., Zagirov N. KH., Kurchin G. S., Zaytseva E. V. To a question of assessment of security of the Tashtagol mine with developed and ready to stoping reserves. *Marksheyderiya i nedropol'zovanie*. 2014, no 3, pp. 44—51. [In Russ].

3. Podkuyko N. V., Simonin P. V., Vokhmin S. A., Zaytseva E. V. Updating of rationing of minerals resources on degree of reconnaissance degree to stoping on mines of Norilsk Nickel MMC. *Gornyy zhurnal*. 2015, no 6, pp. 51—54. [In Russ].

4. Kalmykov V. N., Petrova O. V., Yanturina Yu. D. Justification of technological reserves of ore fields underground mining. *Aktual'nye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya: Materialy 72-y mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Vol. 1. Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. tekhn. un-ta. 2014, pp. 10—15. [In Russ].

5. Kalmykov V. N., Petrova O. V., Yanturina Yu. D. Assessment of mining system stability at the Ural's ore fields development in the underground way. *Problemy nedropol'zovaniya*. Issue 2. Ekaterinburg, 2014, pp. 96—101. [In Russ].

6. Khugaeva G. N. Condition of questions of ore blending and mining operations planning on underground mines. www.giab-online.ru/files/Data/2011/ 10/Hugaeva 10 2011.pdf.

7. Makarov V. A., Malinovskiy E. G., Katser I. I., Kurchina G. S., Efimov A. V. Dynamic system of mineral raw materials quality control. *J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol.*, 2016, 9(1), pp. 126—132. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-1-126-132. elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/20169/1/12_Makarov.pdf.

8. Oparin V. N., Freydin A. M., Tapsiev A. P., Filippov P. A. State and problems of mineral resources of firm minerals of Russia. RAS. Siberian office. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. Gornoe nedropol'zovanie*. 2013, no 4, pp. 173—181. [In Russ].

9. Angelov A. A., Naidoo K. *Plan compliance process for underground coal mines*. South African Institute of Mining and Metallurgy. May 2010. https://www.researchgate.net/ publication/292854235.

10. Musingwini C., Minnitt R.C.A., Woodhall M. Technical operating flexibility in the analysis of mine layouts and schedules. *International Platinum Conference 'Platinum Surges Ahead'*, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2006. www.academia.edu/.../Technical_operating_flexibility_in_th.

11. Burger D.J. Integration of the mining plan in a mining automation system using state-ofthe-art technology at De Beers Finsch Mine. *The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*. Vol. 106, August 2006. pp. 553—560.

12. Jörg Benndorf, Roussos Dimitrakopoulos. Stochastic long-term production scheduling of iron ore deposits: integrating joint multi-element geological uncertainty. *Journal of Mining Science*, Vol. XX, No.X , 2013, UDC 622.013. www.academia.edu/.../Stochastic_Long-term_Production_Sc.

13. Kalybekov T., Rysbekov K.B., Soltabayeva S.T. The study of the influence of preparedness of the ore reserves on the planning of underground mining operations. *International Scientific and Technical Internet Conference «Innovative Development of Resource-Saving Technologies of Mineral Mining and Processing»*. Book of Abstracts.-Petrosani, Romania: Universitas Publishing, 2018. Pp. 26—28.

14. Kalybekov T., Murtazaev M.A., Rysbekov K.B., Soltabaeva S.T. Influence of degree of reconnaissance of mineral resources on stabilization of ore extraction by fields underground mining. *Gornyy zhurnal Kazakhstana*. 2018, no 5, pp. 25—29. [In Russ].

15. Bitimbaev M.Zh., Kalybekov T., Rysbekov K.B., Soltabaeva S.T. Management of standards of assessed, developed and ready to stoping resources, and ores quality on underground mining operations. *Gornyy zhurnal Kazakhstana*. 2018, no 7, pp. 16—21. [In Russ].

16. *Raschet normativov zapasov rudy po stepeni podgotovlennosti podzemnykh rudnikov TOO «Korporatsiya Kazakhmys». P 18-01/09-PZ* [Calculation of standards of of degree of reconnaissance of ore reserves of underground mines of Kazakhmys Corporation LLP. P 18-01/09-PZ]. Zhezkazgan, Golovnoy proektnyy institut, 2018, 26 p.

17. *Edinye pravila po ratsional'nomu i kompleksnomu ispol'zovaniyu nedr pri razvedke i dobyche poleznykh iskopaemykh*. Ot 17 noyabrya 2015 goda № 1072 i Ministra energetiki Respubliki Kazakhstan ot 30 noyabrya 2015 goda № 675 [Uniform rules on rational and complex use of a subsoil at exploration and production of minerals of November 17, 2015 No. 1072 and the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan of November 30, 2015 No. 675].

18. Titov R.S. Bases of approach to resources optimization on degree of their reconnaissance to production. *Materialy Ural'skoy gornopromyshlennoy dekady*. cience.ursmu.ru/upload/doc/2013/05/16/geomehanika_i_geotehnologii.pdf.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Калыбеков Турсын[1] — доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник, e-mail: t.kalybekov@mail.ru,
Рысбеков Канай Бахытович[1] — кандидат технических наук,
доцент, зав. кафедрой, e-mail: kanay_r@mail.ru,
Токтаров Аян Аскарович[1] — докторант,
научный сотрудник, e-mail: ayan_tok89@mail.ru,
Отарбаев Оралхан Муратканович[1] — магистрант, e-mail: oralkhan.otarbayev@erg.kz,
[1] Казахский национальный исследовательский технический
университет им. К.И. Сатпаева.
Для контактов: Рысбеков К.Б., e-mail: kanay_r@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

T. Kalybekov[1], Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chief Researcher, e-mail: t.kalybekov@mail.ru,
K.B. Rysbekov[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Head of Chair, e-mail: kanay_r@mail.ru,
A.A. Toktarov[1], Doctoral Candidate, Researcher, e-mail: ayan_tok89@mail.ru,
O.M. Otarbayev[1], Master's Degree Student, e-mail: oralkhan.otarbayev@erg.kz,
[1] Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,
050013, Almaty, Kazakhstan.
Corresponding author: K.B. Rysbekov, e-mail: kanay_r@mail.ru.