ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019;(6):115-123

УДК 622.221.2.015.3 DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-115-123

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТРАССЫ ВСКРЫВАЮЩИХ ВЫРАБОТОК НА ОБЪЕМ ГОРНОЙ МАССЫ В КОНЕЧНОМ КОНТУРЕ КАРЬЕРА

Г.С. Федотов[1], Д.В. Пастихин[1]

[1] НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: gfedotov@micromine.com

Аннотация: На сегодняшний день при проектировании конечных контуров больших и средних карьеров широко используются горно-геологические информационные системы, которые позволяют на основе блочной модели получать оптимальный контур карьера. В связи с отсутствием методики построения проектного контура карьера на основе оптимального, разница экономических оценок оптимального и проектного контуров может превышать 10%. Это связано с прирезкой дополнительных объемов вскрышных пород или оставлением части запасов полезного ископаемого под транспортными бермами при формировании трассы вскрывающих выработок. Изложены методика и результаты исследования влияния положения трассы вскрывающих выработок на объем горной массы в конечном контуре карьера. Приводится описание аналитической модели карьера, учитывающей основные параметры элементов трассы вскрывающих выработок, и результаты моделирования для карьеров различной глубины. Описаны результаты моделирования аналогичных конечных контуров карьера с системой вскрывающих выработок в горно-геологической информационной системы Micromine. Представлены результаты исследования в виде графиков зависимости изменения объемов горной массы в конечном контуре карьера в зависимости от положения трассы вскрывающих выработок, при разных параметрах элементов карьера. Установлено, что наибольшее отклонение объема от оптимального контура достигается на карьерах глубиной 150—200 м и до 400—500 м, в этих случаях отклонение может достигать 30—40%.

Ключевые слова: горно-геологическая информационная система, оптимальный контур карьера, проектный контур карьера, коэффициент вскрыши, экономическая оценка, проектирование карьеров, блочная модель, транспортная берма, Micromine.

Для цитирования: *Федотов Г.С., Пастихин Д.В.* Влияние положения трассы вскрывающих выработок на объем горной массы в конечном контуре карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 6. – С. 115–123. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-115-123.

Influence of access road pattern on mine rock volume within the ultimate pit limit

G.S. Fedotov[1], D.V. Pastikhin[1]

[1] National University of Science and Technology «MISiS»,
Moscow, Russia, e-mail: gfedotov@micromine.com

Abstract: Currently, ultimate pit limit designs for large and medium-size surface mines widely use mining and geological information systems providing optimized pit limits from block modeling. For the lack of the procedures for project pit limit construction based on the optimized pit limit, economic evaluations of the optimized and project pit limits may differ up to 10%. The difference can be connected with extra stripping or loss of some mineral reserves under haulage berms during

© Г.С. Федотов, Д.В. Пастихин. 2019.

access road pattern generation. This article describes the procedure and findings of the research into influence exerted by the access road pattern on the mined rock volume within the ultimate pit limit. The analytical pit model, including critical parameters of access road pattern, and the modeling results for different depth pits are presented. The results of modeling the same pit limits with the access road pattern using Micromine's mining and geology information system are reported. The research data are given in the form of the plots of varying mined rock volume within the ultimate pit limits depending on the access road pattern at different parameters of the pit elements. It is found that the worst deviation from the optimized ultimate pit limits develops in the pits 150–200 to 400–500 m deep and reaches 30–40%.

Key words: mining and geology information system, optimized ultimate pit limit, project ultimate pit limit, stripping ratio, economic evaluation, open pit mine planning and design, block model, haulage berm.

For citation: Fedotov G. S., Pastikhin D. V. Influence of access road pattern on mine rock volume within the ultimate pit limit. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(6):115-123. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-115-123.

Введение

Процесс проектирования карьеров — это сложная инженерная задача, которая требует творческого подхода к решению. Одним из основных этапов проектирования является определение конечных контуров карьера. От конечных контуров зависит множество показателей, например, годовая производительность карьера, срок службы горного предприятия, доходность проекта, а, следовательно, и эффективность инвестиций и так далее. При этом необходимо вовлечь в отработку в полном объеме балансовые запасы, минимизировать количество вскрышных пород, соблюсти все требования правил безопасности ведения открытых горных работ.

Вопросом определения конечных контуров карьера занимались такие выдающиеся представители советской школы открытых горных работ, как академик В.В. Ржевский [1], профессор А.И. Арсентьев [2], профессор Г.А. Холодняков [3] и другие. По мере развития техники, технологии ведения открытых горных работ для определения конечной глубины и контуров карьера предлагалось сравнивать различные коэффициенты вскрыши с граничным (предельным) коэффициентом вскрыши. К граничному относят максимально допустимый коэффициент вскрыши по условиям экономичности открытых работ. Обычно он определяется исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого открытым и подземным способами [4]. Так же менялись и предлагались различные подходы к определению граничного коэффициента вскрыши [5]. Однако сам принцип определения конечных контуров карьера оставался неизменным — сравнение коэффициентов вскрыши. Результатом развития данных подходов к определению конечного контура карьера стало появление документа Ведомственные нормы технологического проектирования (ВНТП) 3—85 «Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с открытым способом разработки», в котором даны рекомендации, для определения конечного контура карьера.

В соответствии с методическими рекомендациями Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых при определении оптимальных границ карьера производится сравнение граничного (предельного) коэффициента вскры-

ши с контурным, величина которого не должна превышать значение граничного [5].

С появлением компьютеров, вычислительные мощности которых позволяли выполнять большой объем математических операций, и развитием информационных технологий в 60—70 годах прошлого века появился ряд методов определения конечных контуров карьера, основанных на математическом моделировании месторождений. В их числе методы, основанные на алгоритмах плавающего конуса и Лерча-Гроссмана. Данные методы позволяют определить оптимальный контур карьера, критерием оптимальности при этом выступает максимизация дохода от реализации конечного продукта, с учетом всех видов затрат на его добычу и обогащение. Обладая рядом преимуществ эти методы имеют один общий недостаток, не учитывают фактор времени. Рядом исследователей предложены методы, учитывающие этот фактор, но пока они не получили широкого распространения [6].

Сегодня большинство зарубежных и отечественных специалистов не представляют стратегию развития и функционирования горного предприятия без использования подобных методов и компьютерных программ на их основе [7—10]. Одной из компаний, реализовавших метод оптимизации на основе алгоритма Лерча-Гроссмана в своих программных продуктах, является компания Micromine Pty Ltd. Компания была основана в 1986 г. в городе Перт, Австралия и на сегодняшний день является лидером в области разработки и внедрения современных информационных технологий в горном деле. Продуктом компании является модульная горно-геологическая информационная система (ГГИС) Micromine [11—13].

При проектировании карьеров с помощью ГГИС построение проектного контура карьера осуществляется на основании оптимального контура, полученного в программе. Задача проектировщика заключается в отрисовке конечного контура карьера с системой вскрывающих выработок, транспортных берм, берм безопасности и других элементов карьера.

При проектировании площадок и съездов происходит изменение оптимального контура карьера. Для формирования транспортных берм необходимо на конечном контуре создать горизонтальные площадки. Создание площадок возможно за счет выемки дополнительных объемов горной массы или ее недобора относительно оптимального контура карьера. Если трассу расположить внутри оптимального контура, руда будет извлечена не в полном объеме за счет размещения системы транспортных съездов над рудным телом, однако при этом мы минимизируем

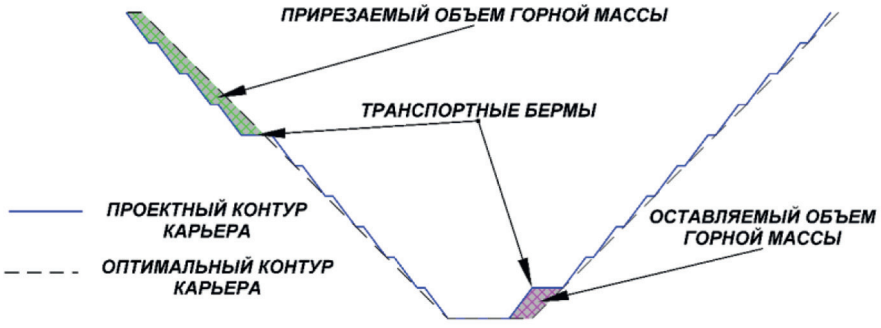

Рис. 1. Изменение контуров карьера при размещении транспортных берм
Fig. 1. Changing of pit boundaries design when placing transport berms

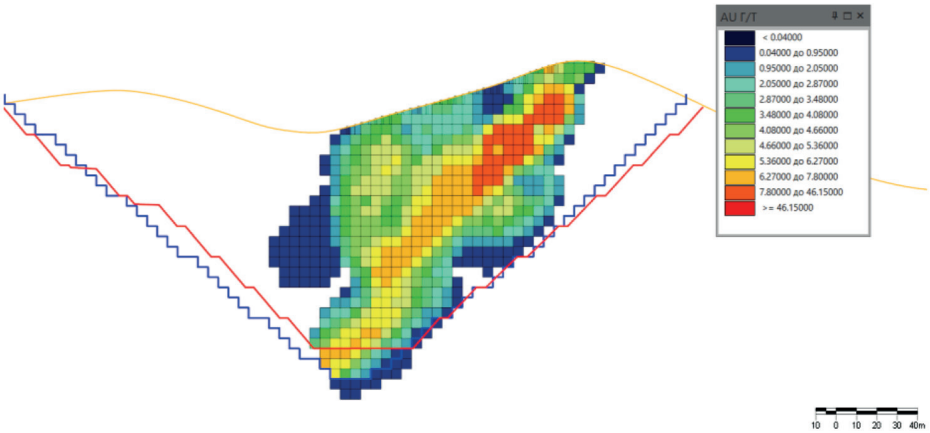

Рис. 2. Проектный и оптимальный контур карьера в ГГИС Micromine
Fig. 2. Project and optimal pit boundaries in Micromine

зируем объем вскрыши. Если расположить трассу за пределами оптимального контура, увеличится объем вскрышных пород, но в полном объеме будут извлечены балансовые запасы. На рис. 1 показано изменение оптимального контура карьера при размещении транспортных берм.

Например, при проектировании конечного контура карьера для отработки золоторудного месторождения, расположенного в районе деревни Нкрофул в Нземском районе западной Ганы, и размещении в нем транспортных берм, объем вскрышных пород в конечном контуре увеличился на 16,05%, а объем руды уменьшился на 19,58% по сравнению с контуром карьера, полученным в ходе оптимизации [14].

В результате оптимизации определяется контур карьера, обладающий максимальной ценностью. Очевидно, что ценность проектного контура карьера будет отличаться в меньшую сторону от ценности оптимального контура карьера. В профессиональных кругах считается, что расхождение между оптимальным и конечным контуром карьера должно составлять не более 10%, тогда проект считается выполненным на достаточно высоком профессиональном уровне.

На практике наиболее распространен случай, когда проектировщик пытается найти баланс между прирезкой вскрышных пород и недобором полезного ископаемого. В качестве примера на рис. 2 представлен вертикальный разрез с проектным и оптимальным контурами карьера, выполненными в ГГИС Micromine.

Отсюда вытекает научная задача, как перейти от оптимального контура к проектному, учитывая технологию отработки месторождения, вскрытие и систему разработки, при этом минимально прирастить объемы вскрышных пород по сравнению с оптимальным контуром, но в то же время максимально вовлечь в отработку балансовые запасы руды и минимизировать снижение экономической ценности проектного карьера.

Методы исследования

Задачей исследования было определение диапазона изменения объема карьера в зависимости от его формы и параметров и положения трассы. Для этого созданы аналитические модели карьеров с дном круглой, эллиптической и прямоугольной формы.

При круглой форме дна карьера уступ рассматривался как усеченный конус, величины верхних и нижних радиусов

усеченного конуса определялись с учетом угла откоса уступа, его высоты и ширины бермы. Пример модели карьера с круглой формой дна в ГГИС Micromine представлен на рис. 3.

$$V_{k_n} = \frac{\pi \cdot h}{3} \cdot \sum_{n=1}^{n} R_{н_n}^2 + R_{н_n} \cdot R_{в_n} + R_{в_n}^2 \text{, м}^3,$$

где h — высота уступа, м; n — число уступов в карьере; $R_{н_n}$ — радиус нижнего основания n-го уступа (м), который определяется по формуле:

$$R_{н_n} = r + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \text{, м},$$

где r — радиус дна карьера, м; $Ш_б$ — ширина предохранительной бермы, м; β — угол откоса уступа, град.; $R_{в_n}$ — радиус верхнего основания n-го уступа (м), который определяется по формуле:

$$R_{в_n} = r + \frac{h}{\tan\beta} + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \text{, м}$$

При эллиптической форме карьер рассматривался как усеченный конус, с эллипсом в качестве основания. Полученная аналитическая зависимость учитывает изменение радиусов эллипса, который является дном карьера, высоту уступа, угла откоса уступа и ширину бермы.

$$V_{э_n} = \frac{h}{3} \cdot \sum_{n=1}^{n} S_{эн_n} + \sqrt{S_{эн_n} \cdot S_{эв_n}} + S_{эв_n} \text{, м}^3,$$

где $S_{эн_n}$ — площадь нижнего основания эллиптической формы n-го уступа (м^2), которая определяется по формуле:

$$S_{эн_n} = \pi \cdot \left(a + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \right) \cdot \left(b + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \right) \text{, м}^2,$$

где a — длина малой полуоси, м; b — длина большой полуоси, м; $S_{эв_n}$ — площадь верхнего основания эллиптической формы n-го уступа (м^2), которая определяется по формуле:

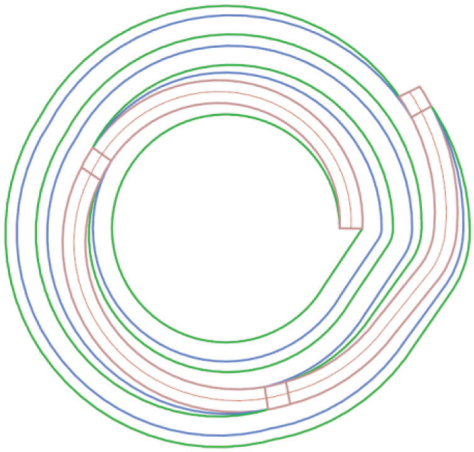

Рис. 3. Пример модели карьера с круглой формой дна в ГГИС Micromine
Fig. 3. Example of pit model with circle toe in Micromine

$$S_{эв_n} = \pi \cdot \left(a + \frac{h}{\tan\beta} + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \right) \cdot \left(b + \frac{h}{\tan\beta} + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \right) \text{, м}^2$$

При прямоугольной форме карьер рассматривался в качестве усеченной призмы, в основании которой четырехугольник.

$$V_{п_n} = \frac{h}{3} \cdot \sum_{n=1}^{n} S_{пн_n} + \sqrt{S_{пн_n} \cdot S_{пв_n}} + S_{пв_n} \text{, м}^3,$$

где $S_{пн_n}$ — площадь нижнего основания прямоугольной формы n-го уступа (м^2), которая определяется по формуле:

$$S_{пн_n} = \left(a + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \right) \cdot \left(b + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta} \right) \cdot (n-1) \right) \text{, м}^2,$$

где a — длина основания, м; b — ширина основания, м; $S_{пв_n}$ — площадь верхнего основания прямоугольной формы n-го уступа (м^2), которая определяется по формуле:

$$S_{пв_п} = \left(a + \frac{h}{\tan\beta} + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta}\right)\cdot(n-1)\right) \cdot \left(b + \frac{h}{\tan\beta} + \left(Ш_б + \frac{h}{\tan\beta}\right)\cdot(n-1)\right), \text{м}^2,$$

Для каждого вида карьера были рассмотрены предельные положения трассы. Под предельными положениями понимаются положения трассы, при которых все съезды формируются внутри или снаружи линии оптимального контура, примыкая к ней внешней или внутренней стороной. Объем дороги определялся с помощью аналитической зависимости установленной для трассы простой формы. Данная аналитическая зависимость учитывала количество и высоту уступов, уклон съездов, ширину транспортной бермы, длину горизонтальной площадки примыкания на каждом горизонте.

$$V_д = \frac{n\cdot h^2\cdot Ш_д}{2\cdot\alpha} + \frac{Ш_д\cdot h\cdot l\cdot(n-1)\cdot n}{2} + \frac{h^2\cdot Ш_д\cdot(n-1)\cdot n}{2\cdot\alpha}, \text{м}^3,$$

где α — уклон дороги, ‰; $Ш_д$ — ширина транспортной бермы, м; l — длина горизонтальной площадки примыкания, м.

Для проверки выведенных аналитических зависимостей и работы моделей было выполнено построение нескольких 3D моделей карьера в ГГИС Micromine. Разница в объеме моделей карьеров с одинаковыми параметрами составила 1—2%, что является следствием того, что в программе Micromine кривые, описывающие бровки уступов и другие элементы карьера, рассматриваются в виде совокупности ломанных линий.

При исследовании влияния положения трассы вскрывающих выработок на объем горной массы в конечном контуре карьера изменялись следующие параметры в диапазоне: высота уступа от 10 до 30 м с шагом 5 м; угол откоса уступа от 50 до 80° с шагом 5°; ширина бермы принималась равная 5, 7, 10 м; ширина дороги от 10 до 30 м с шагом 5 м; длина горизонтальной площадки примыкания от 10 до 30 м с шагом 5 м; уклон от 70 до 120 промилле с шагом 10 промилле; при круглой форме радиус дна от 50 до 100 м; при эллиптической форме радиусы дна от 30 и 80 до 60 и 160 м; при прямоугольной форме дна длина дна от 100 до 300, ширина от 50 до 100.

Результаты

В результате моделирования были получены зависимости изменения объемов горной массы в конечном контуре

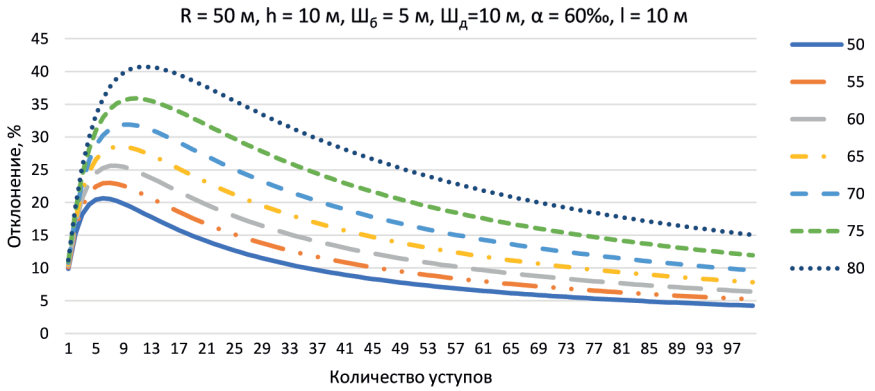

Рис. 4. Влияние угла откоса уступа на объем горной массы в конечном контуре карьера при увеличении его глубины

Fig. 4. Influence of slope angle on rock mass volume in final pit boundary with depth increasing

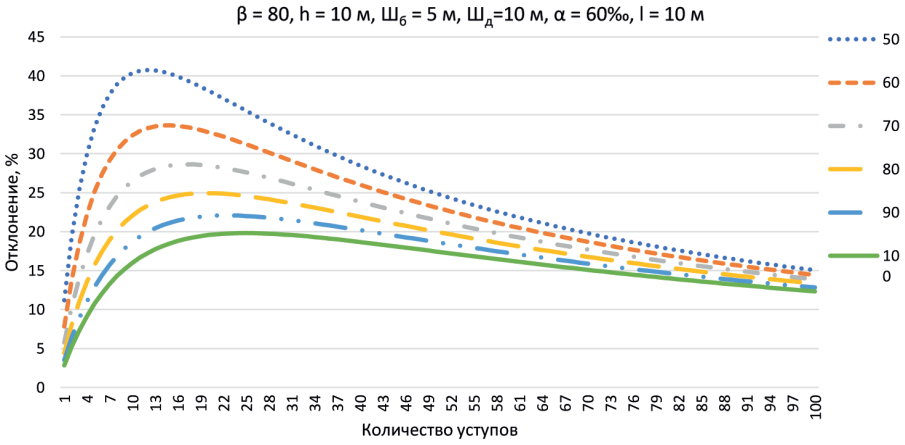

Рис. 5. Влияние радиуса дна карьера на объем горной массы в конечном контуре карьера при увеличении его глубины

Fig. 5. Influence of toe radius on rock mass volume in final pit boundary with depth increasing

карьера от размещения трассы вскрывающих выработок для разных параметров элементов карьера. Пример зависимости изменения объемов горной массы при разных углах откоса уступа при увеличении глубины карьера приведен на рис. 4, а при разном радиусе дня приведен на рис. 5. Данные графики построены для съездов, расположенных снаружи линии оптимального контура. В результате было установлено, что наибольшее отклонение объем от оптимального контура достигается на карьерах глубиной от 150—200 м и до 400—500 м, в этих случаях отклонение может достигать 30—40%.

Заключение

Выполненные исследования показали существенное влияние положения вскрывающих трасс на объем горной массы в конечном контуре карьера и позволили определить диапазон глубин, для которых влияние фактора размещения трасс наиболее существенно. Следующим этапом исследования будет установление влияния положения трассы вскрывающих выработок на экономическую ценность проектного контура карьера. Данное исследование позволит вывести рекомендации по проектированию для различных горно-геологических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ржевский В. В.* Открытые горные работы. Ч. 2. — М.: Недра, 1985. — 509 с.

2. *Арсентьев А. И.* Определение производительности и границ карьеров. — М.: Недра, 1970. — 319 с.

3. *Арсентьев А. И., Холодняков Г. А.* Проектирование горных работ при открытой разработке месторождений. — М.: Недра, 1994. — 336 с.

4. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р. — М., 2007. — 49 с.

5. *Трубецкой К. Н., Потапов М. Г., Виницкий К. Е. и др.* Справочник. Открытые горные работы. — М.: Горное Бюро, 1994. — 590 с.

6. *Richmond A.* Direct Net Present Value Open Pit Optimisation with Probabilistic Models // Advances in Applied Strategic Mine Planning, 2018, Springer. pp. 217—228, https://DOI.org/10.1007/978-3-319-69320-0_15.

7. *Hall B. E.* Cut-off Grades and Optimizing the Strategic Mine Plan. Melbourne: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2014. 311 p.

8. *Капутин Ю. Е.* Вероятностное стратегическое планирование развития карьеров. — СПб.: Недра, 2019. — 320 с.

9. *Капутин Ю. Е.* Обоснование бортового содержания и оптимизация стратегии развития открытых горных работ. — СПб.: Недра, 2017. — 280 с.

10. *Dimitrakopoulos R.* Stochastic Mine Planning — Methods, Examples and Value in an Uncertain World // Advances in Applied Strategic Mine Planning, 2018, Springer, pp. 101—115., https://DOI.org/10.1007/978-3-319-69320-0_9.

11. *Григоровский И. А.* Возможности горно-геологической информационной системы Micromine при проектировании горных работ / Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений. Сборник докладов VI Международной научно-технической конференции. — 2017. — С. 76—80.

12. *Проценко А. В., Байров Ж. Б., Федотов Г. С., Зартенова Л. Г.* Использование экономических показателей в методике среднесрочного планирования горных работ в горно-геологической системе Micromine // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 8. — С. 208—216. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-8-0-208-216.

13. *Проценко А. В., Байров Ж. Б., Зартенова Л. Г., Проценко Н. В.* Алгоритм оперативного планирования на рудниках с использованием ПО Micromine / Сборник материалов XXXVII Международной научно-практической конференции. — 2017. — С. 143—149

14. *Appianing E. J. A., Mireku-Gyimah D.* Open Pit Optimisation and Design: A Stepwise Approach // Ghana Mining Journal, 2015, Vol. 15, No. 2, pp. 27—35. ГИАБ

REFERENCES

1. Rzhevskiy V. V. *Otkrytye gornye raboty*. Ch. 2 [Open pit mining. Part 2], Moscow, Nedra, 1985, 509 p.

2. Arsent'ev A. I. *Opredelenie proizvoditel'nosti i granits kar'erov* [Determination of capacity and limits of open pit mines], Moscow, Nedra, 1970, 319 p.

3. Arsent'ev A. I., Kholodnyakov G. A. Proektirovanie gornykh rabot pri otkrytoy razrabotke mestorozhdeniy [Open pit mine planning and design], Moscow, Nedra, 1994, 336 p.

4. *Metodicheskie rekomendatsii po tekhniko-ekonomicheskomu obosnovaniyu konditsiy dlya podscheta zapasov mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskopaemykh (krome ugley i goryuchikh slantsev)*. Utverzhdeny rasporyazheniem MPR Rossii ot 05.06.2007 g. № 37-r [Guidelines on technical and economic assessment of appraisal criteria for solid mineral reserves (except for coal and oil shale). Approved by the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, Order No. 37-r as of June 5, 2007], Moscow, 2007, 49 p.

5. Trubetskoy K. N., Potapov M. G., Vinitskiy K. E. *Spravochnik. Otkrytye gornye raboty* [Open pit mining], Moscow, Gornoe Byuro, 1994, 590 p.

6. Richmond A. Direct Net Present Value Open Pit Optimisation with Probabilistic Models. *Advances in Applied Strategic Mine Planning*, 2018, Springer. pp. 217—228., https://DOI.org/10.1007/978-3-319-69320-0_15

7. Hall B. E. *Cut-off Grades and Optimizing the Strategic Mine Plan*. Melbourne: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2014. 311 p.

8. Kaputin Yu. E. *Veroyatnostnoe strategicheskoe planirovanie razvitiya kar'erov* [Probabilistic strategic planning of open pit mine expansion], Saint-Petersburg, Nedra, 2019, 320 p.

9. Kaputin Yu. E. *Obosnovanie bortovogo soderzhaniya i optimizatsiya strategii razvitiya otkrytykh gornykh rabot* [Validation of cutoff-grade and optimization of open pit mining strategy], Saint-Petersburg, Nedra, 2017, 280 p.

10. Dimitrakopoulos R. Stochastic Mine Planning — Methods, Examples and Value in an Uncertain World. *Advances in Applied Strategic Mine Planning*, 2018, Springer, pp. 101—115., https://DOI.org/10.1007/978-3-319-69320-0_9.

11. Grigorovskiy I. A. Capabilities of mining and geology information system Micromine in mine planning and design. *Innovatsionnye geotekhnologii pri razrabotke rudnykh i nerudnykh mestorozhdeniy. Sbornik dokladov VI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. 2017, pp. 76—80. [In Russ].

12. Protsenko A.V., Bayrov Zh.B., Fedotov G.S., Zartenova L.G. Use of economic indicators in medium-term mine planning in geological and mining information system Micromine. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2018, no 8, pp. 208—216. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-8-0-208-216. [In Russ].

13. Protsenko A.V., Bayrov Zh.B., Zartenova L.G., Protsenko N.V. Operational planning algorithm with Micromine software in underground mines. *Sbornik materialov XXXVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2017, pp. 143—149

14. Appianing E. J. A., Mireku-Gyimah D. Open Pit Optimisation and Design: A Stepwise Approach. *Ghana Mining Journal*, 2015, Vol. 15, No. 2, pp. 27—35.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Федотов Григорий Сергеевич[1] — аспирант, e-mail: gfedotov@micromine.com,
Пастихин Денис Валерьевич[1] — канд. техн. наук, доцент,
[1] НИТУ «МИСиС».
Для контактов: Федотов Г.С., e-mail: gfedotov@micromine.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

G.S. Fedotov[1], Graduate Student, e-mail: gfedotov@micromine.com,
D.V. Pastikhin[1], Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor,
[1] National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.
Corresponding author: G.S. Fedotov, e-mail: gfedotov@micromine.com.

РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ НА ТЕХНОГЕННУЮ СРЕДУ В УСЛОВИЯХ ШАХТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

(№ 1187/06—19 от 20.05.2019; 4 с.)

Садридинов Ахлидин Бахридинович[1] — старший преподаватель,
Пичуев Александр Вадимович[1] — канд. техн. наук, доцент,
[1] МГИ НИТУ «МИСиС».

Приведены результаты анализа показателей, определяющих энергоэффективность работы горнопроходческих комплексов на примере угольной шахты. Предложены показатели уровня энергопотребления, эффективности и качества горнопроходческих работ с учетом экологической нагрузки на окружающую среду. Даны рекомендации по обеспечению устойчивой работы горнопроходческих комплексов в течение всего периода проходки участков.

Ключевые слова: электроснабжение, угольная шахта, энергоффективность, горнопроходческие комплексы.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MINING OPERATIONS ON MAN-MADE ENVIRONMENT IN TERMS OF MINE CONSTRUCTION

A.B. Sadridinov[1], Senior Lecturer,
A.V. Pichuev[1], Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor,
[1] Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

The results of the analysis of indicators that determine the energy efficiency of mining complexes on the example of a coal mine. The indicators of energy consumption, efficiency and quality of mining operations, taking into account the environmental load on the environment. Recommendations are given to ensure the stable operation of mining complexes during the entire period of sinking sites.

Key words: power supply, coal mine, energy efficiency, mining complexes.