

«GORNYI ZHURNAL», 2017, № 5, pp. 96–98
DOI: 10.17580/gzh.2017.05.22

Innovation approach to technical-and-economic assessment of cyclical-and-continuous technology

Information about authors

R. I. Ismagilov¹, Director of Mining and Production Department

Yu. I. Efremov², Director of Investment and Development

L. I. Boguslavskaya³, Commercial Manager, Candidate of Economic Sciences, L.Boguslavskaya@pitergor.ru

N. B. Bychkov³, Deputy Head of Mining Department

¹ Metalloinvest Management Company LLC, Moscow, Russia

² JSC Lebedinsky GOK, Gubkin, Russia

³ PiterGORproekt JSC, Saint-Petersburg, Russia

Abstract

The decrease in the international demand for the products of mineral mining made the industry to hunt for new methods to enhance operational efficiency and to cut down expenditures. The cyclical-and-continuous technology in open pit mining ensures reduction in the expenditures and gain in the labor productivity as compared with the cyclical technology. The introduction of the cyclical-and-continuous technology will allow Metalloinvest Holding to utilize the recession time for the competency development and will enable increasing capitalization at any stage of economic cycle. For qualitative problem solving, PiterGORproekt company applies its own experience of large plant designing in combination with the modern Western technologies, using SWOT-analysis for technical-and-economic assessment of the project on mining and transportation system efficiency enhancement and optimization at Lebedinsky GOK (Mining and Processing Plant).

The executed work shows that the knowledge of key world trends in the area of technology and equipment development and the practical experience of their implementation in fusion with the Western analytical approaches makes it possible to elaborate the most optimal scenario of target development and reconstruction of Ledensky GOK.

The innovation approach applied to determining optimal line of the cyclical-and-continuous technology project implementation at Lebedinsky GOK as well as the philosophy of the end-to-end responsibility of the designer – starting from exploratory design and up to construction design supervision – will allow Metalloinvest Holding to utilize the recession time for the competency development and will enable increasing capitalization at any stage of economic cycle.

Keywords: efficiency, advanced technologies, SWOT-analysis, SWOT-matrix, risk register, economic-and-mathematical modeling, target development, cyclical-and-continuous technology, strategic planning.

References

1. State Standard GOST R 51901.22-2012. Risk management. Risk register. Principles of development. Introduced: 01.12.2013. Moscow : Standartinform, 2014. 20 p.
2. Arutyunova D. V. Strategic management: tutorial. Taganrog : Izdatelstvo TTI YuFU, 2010. 122 p.
3. Korolkova E. M. Risk management: project risks control: tutorial for students whose special field is economy. Tambov : Izdatelstvo FGBOU VPO «TGTU», 2013. 160 p.
4. Günther Pawellek. Ganzheitliche Fabrikplanung: Grundlagen, Vorgehensweise, EDV-Unterstützung. Translated from German. Moscow : Alpina Publisher, 2016. 366 p.
5. Pokrovskiy A. K. Risk management on industrial and transport enterprises: tutorial. Moscow : KNORUS, 2011. 160 p.
6. Michel Crouhy, Dan Galai, Robert M. Mark. The Essentials of Risk Management. Translated from English. Scientific editor: V. B. Minasyan. Moscow : Izdatelstvo «Yurayt», 2011. 390 p.
7. Mining encyclopedia: in 5 volumes. Chief editor: E. A. Kozlovskiy. Editorial board: M. I. Agoshkov, L. K. Antonenko, K. K. Arbiev et al. Moscow : Sovetskaya entsiklopediya, 1991.
8. Kostina Yu. A. The essence of risk-management system, key components and steps of development. *Finansy i kredit*. 2011. No. 14(446). pp. 66–70.
9. Nemtsov V. Risk-management of innovation enterprise. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2011. No. 8. pp. 43–48.
10. Kazantsev R. V. Calculation of production capacity of industrial enterprise. *Spravochnik ekonomista*. 2016. No. 3. pp. 70–78.
11. Panchenko E. S. Work in process management. *Spravochnik ekonomista*. 2016. No. 11. pp. 35–51.
12. Izosimov S. V., Shevchenko A. L. SWOT-analysis method: its place in investigation methods, advantages and disadvantages. *Ekonomika i ekonomicheskie nauki*. 2013. No. 2. pp. 29–34.
13. Reicks A. V. Conveyor Models as Quantitative Platforms for Belt Conveyor Energy Options. *Bulk Solids Europe*, 2012. 10 p.
14. Application Guide for Unit Handling Conveyors, 2nd ed. CEMA, 2016. 688 p.
15. Kayser V., Blind K. Extending the knowledge base of foresight: The contribution of text mining. *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. Vol. 116. pp. 208–215.
16. Tax N., Sidorova N., Haakma R., van der Aalst Wil M. P. Mining local process models. *Journal of Innovation in Digital Ecosystems*. 2016. Vol. 3, Iss. 2. pp. 183–196.

УДК 622.014.2:004.9

КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ



Ю. А. КЛИМАШЕВСКИЙ,
начальник технического управления,
klimashevski_u_a@lebgok.ru



В. М. МЕЛЬНИКОВ,
главный специалист
группы главного горняка

Техническое управление
АО «Лебединский ГОК», Губкин, Россия



И. В. ЗАРАЙСЬКО,
главный специалист управления
мониторинга и перспективного
развития горных работ ООО УК
«МЕТАЛЛОИНВЕСТ», Москва, Россия

Рассматриваются современные программные средства для календарного планирования и проектирования горных работ. Описана созданная динамическая полигональная блочная модель Лебединского месторождения. С помощью модели осуществляется актуализация данных по видам и качественным показателям руд, вмещающим и перекрывающим породам.

Ключевые слова: блочная модель, календарное планирование, горные работы, модель карьера, горно-графическая документация, каркасная модель, программное обеспечение.

DOI: 10.17580/gzh.2017.05.23

Введение

Крупные российские горнодобывающие предприятия при организации процесса добычи полезных ископаемых постепенно внедряют различные современные программные продукты, которые призваны облегчить ведение основных производственных процессов. Сейчас уже никого не удивляет использование и хранение геологической информации в виде блочных или каркасных

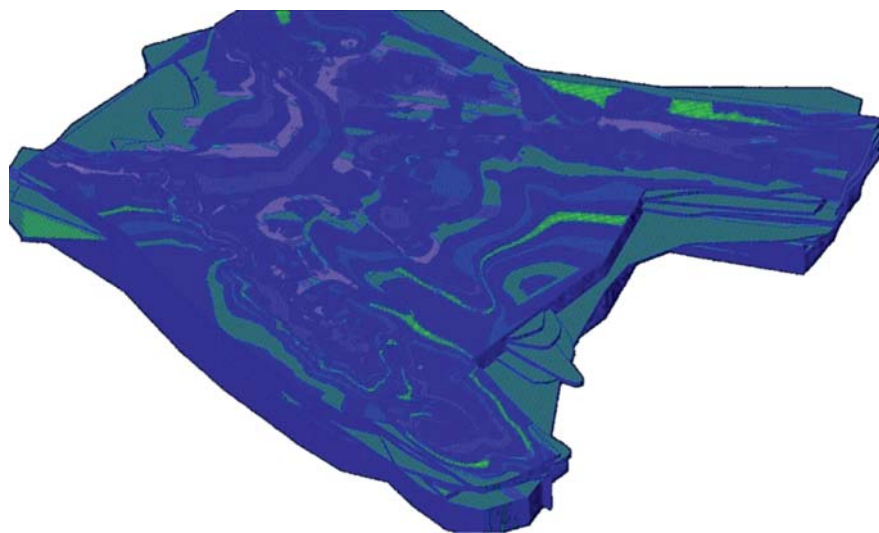


Рис. 1. Блочная модель Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений

моделей, баз данных скважин и др. Горно-геологические пакеты программ широко применяют при проектировании горных работ, для обработки маркшейдерской информации [1].

Использование современных программных средств для планирования горных работ

На Лебединском горно-обогатительном комбинате при календарном планировании горных работ необходимо анализировать большое число технологических, горно-геологических и экономических факторов, оценивать их взаимосвязь и учитывать требования обогатительной фабрики по исходному сырью. Это невозможно без применения современных программных систем планирования. Однако эффективных инструментов календарного планирования на предприятиях не так много, как могло бы показаться на первый взгляд.

В основном планирование осуществляется «вручную» или автоматизировано лишь частично, что зачастую не дает необходимых результатов. К тому же традиционное «ручное» планирование – это достаточно медленный и трудоемкий процесс, особенно при работе с месторождениями-гигантами.

Классический цикл обычно представляет собой прорисовку проекта положения горных работ на бумаге или в САД-пакетах на несколько лет или пятилеток вперед. Безусловно, данную прорисовку делают опытные инженеры, отлично знающие производство. Далее результаты их работы передают геологам для оценки качества руды и маркшейдерам для определения объема руды и вскрышных пород, что также занимает определенное время. При несовпадении целевых показателей по добыче или качеству руды проект корректируется и, соответственно, заново повторяются расчеты качественных показателей руды геологами и ее объемов – маркшейдерами.

В основе современного подхода к планированию горных работ лежит использование созданных блочных моделей месторождения, позволяющих довольно быстро, без дополнительного обращения к геологам и маркшейдерам, получать качественные и количественные данные по руде и вскрышным породам, необходимые для ведения горных работ и их планирования [2, 3]. Важным аспектом внедрения нового программного обеспечения в данном случае явилось сохранение основных принципов работы предприятия по ведению геологической, горной документации и взаимная увязка между собой новой и используемой ранее системы для модернизации направления и решения не охваченных ранее задач [4–8].

Первым этапом при реализации задачи автоматизации календарного планирования на Лебединском ГОКе стала разработка и создание компьютерной геологической блочной модели Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений и маркшейдерской модели карьера. Для этого было принято решение заключить договор на оказание услуг технического обновления и

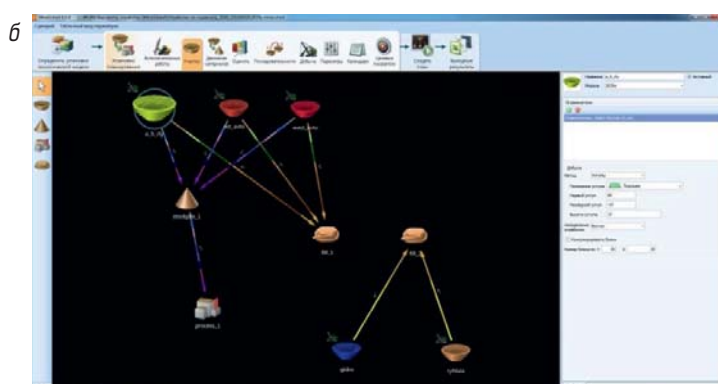
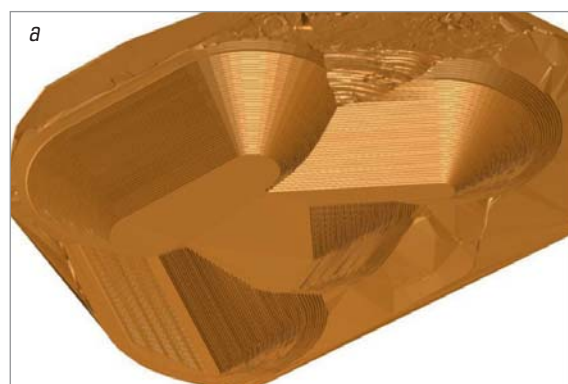


Рис. 2. Конечная поверхность отработки карьера (а) и схема перемещения горной массы (б)

технической поддержки с компанией ООО «Дассо Систем». Перед исполнителем были поставлены следующие задачи:

- создание базы данных по геологоразведочным и эксплуатационным скважинам в формате Gemcom Surpac;
- создание базы данных по буровзрывным скважинам в формате Gemcom Surpac;
- разработка цифровых топографических моделей поверхностей кровли и подошвы пород осадочного чехла;
- построение топографической поверхности до начала отработки месторождения;
- создание погоризонтных полигональных моделей руды и вскрышных пород;
- блочное моделирование месторождений;
- разработка маркшейдерской модели карьера, создание и заверка трехмерной транспортной модели;
- разработка методики актуализации баз данных скважин, геологической и маркшейдерской моделей; обучение методике специалистов комбината.

В июле 2013 г. Лебединский ГОК получил эксплуатационную (динамическую) блочную модель Лебединского и Стоило-Лебединского месторождений. При создании модели исполнитель столкнулся с определенными трудностями, такими, как большое число технологических типов руд, вмещающих пород, которые необходимо учитывать при планировании горных работ. Наличие пачки горизонтально залегающих пород исключило возможность создания блочной модели (БМ) месторождений на основании каркасов. Блочная модель месторождения содержит более 30 типов пород и руд, поэтому построение солидов на все месторождения заняло бы очень много времени, а обновление полученной модели было бы практически невозможно, так как требовало бы существенных временных затрат.

В геологическом строении Лебединского месторождения выделяются два комплекса, что повлияло на выбор стратегии моде-

лирования. К нижнему субвертикально падающему архей-протерозойскому комплексу относятся вмещающие породы, которые представлены сланцами и кварцитами, а также рудные тела, которые слагают железистые кварциты. Модель данной толщи создавали с использованием погоризонтных планов. Верхний же комплекс субгоризонтально залегающих фанерозойских осадочных пород сложен песками, песчаниками и глинами. Их моделирование осуществляли уже с использованием поверхностей, которые затем были последовательно добавлены в единую БМ. Также в виде поверхностей отстраивали непосредственно перекрывающую кристаллические образования толщу богатых, окисленных и полуокисленных руд [9].

Помимо создания собственно блочной модели, важным вопросом для действующего предприятия является возможность оперативной и простой актуализации этой модели силами местных специалистов. Отстраиваемые на месторождении геологические погоризонтные планы импортируют из используемого на Лебединском ГОКе программного комплекса в среду GEOVIA Surpac. Далее планы корректируют и заверяют, после чего из погоризонтных планов осуществляют последовательное перенесение кодов пород и руд в блочную модель [10].

Созданная полигональная блочная модель Лебединского месторождения (рис. 1) динамическая, что позволяет использовать актуальные данные по видам и качественным показателям руд, вмещающим и перекрывающим породам. С ее помощью можно подсчитывать объемы и списывать запасы полезных ископаемых, вести планирование горных работ, осуществлять контроль качества, шихтовку полезных компонентов, рассчитывать потери и засорения [11].

Вторым этапом реализации поставленных целей явилась разработка стратегического плана развития предприятия на весь период эксплуатации. Основная идея заключалась в интенсивном понижении горных работ до отм. –500 м. Предварительный ана-

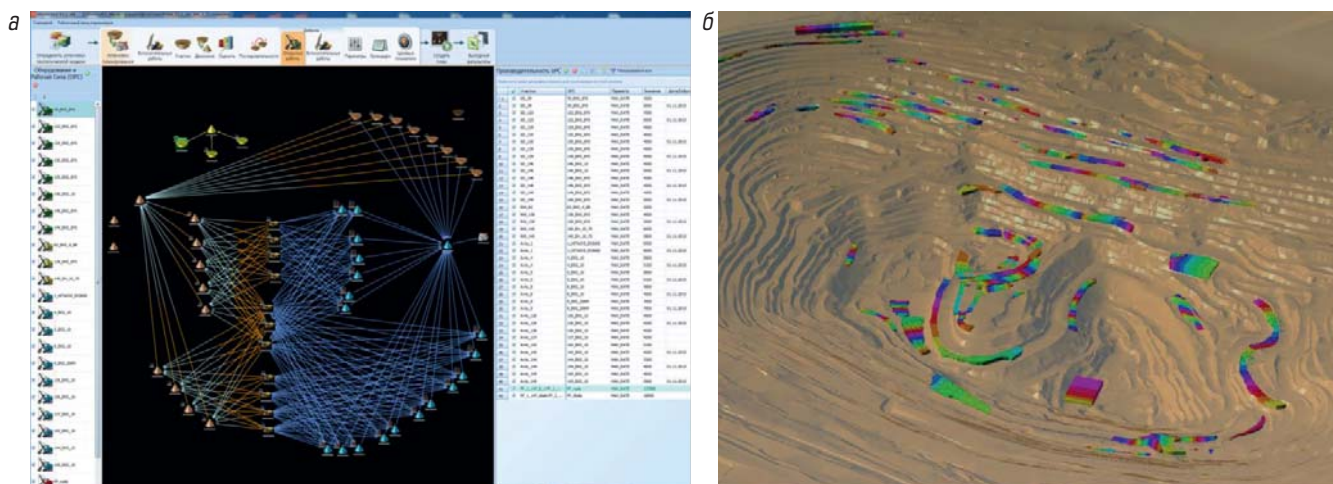


Рис. 3. Схема распределения грузопотоков по перегрузочным пунктам и экскаваторам (а) и графическая интерпретация отработки блоков (б)

лиз режима горных работ показал, что в этом случае можно добиться существенного снижения объемов вскрыши. Сокращение объемов вскрышных работ позволит уменьшить себестоимость полезного ископаемого в результате снижения расходов на выемочно-погрузочные и транспортные работы.

Интенсивное понижение горных работ потребует изменения вида карьерного транспорта. В условиях крутых бортов необходимо применение конвейерного транспорта. Это обуславливает необходимость поэтапной замены комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта на комбинированный автомобильно-конвейерный транспорт.

Применение программного продукта GEOVIA MineSched для решения данной задачи дало возможность добиться хороших результатов в довольно сжатые сроки (рис. 2). После создания и проработки реалистичного сценария был получен удобный инструмент планирования, который позволил получать необходимые варианты календарных планов в зависимости от роста или снижения производительности, возможности увеличения или уменьшения коэффициента вскрыши в долгосрочной перспективе. Внедрение GEOVIA MineSched позволило инженерам и руководителям предприятия не только увидеть слабые места в работе карьера, но и оценить дальнейшие перспективы развития предприятия и рост производительности.

Результатами работ на данном этапе стали выбор приоритетных направлений развития, определение объемов горной массы

по видам и направлениям до конца отработки, управление коэффициентом вскрыши, разработка сценария развития горных работ [12, 13].

Заключение

В настоящее время на Лебединском ГОКе для разработки годовой программы развития горных работ, подсчета вскрытых и готовых к выемке запасов, планирования развития транспортной схемы и путевых работ, планирования отвальных работ, расчета расстояний транспортирования горной массы, подготовки географической документации и т. п. используется программный продукт GEOVIA Surpac (рис. 3).

Осуществляются работы по внедрению программной системы GEOVIA Surpac и Minsched для выполнения недельно-суточного и месячного графиков ведения горных работ. Реализация этих мероприятий станет завершающим этапом намеченных работ по календарному планированию и проектированию развития горных работ на месторождениях со сложным строением рудных тел.

Библиографический список

См. англ. блок. **Р.4**

«GORNYI ZHURNAL», 2017, № 5, pp. 98–101
DOI: 10.17580/gzh.2017.05.23

Calendar planning and designing of mining by means of modern software

Information about authors

Yu. A. Klimashevsky¹, Chief of the technical department, klimashevski_u_a@lebgok.ru

V. M. Melnikov¹, Chief specialist of the principal miner group of the technical department

I. V. Zaraisko², Chief specialist of department of monitoring and long-term development of mining

¹ Lebedinsky Mining and Processing Plant, Gubkin, Russia

² Metalloinvest Management Company LLC, Moscow, Russia

Abstract

Large Russian mining enterprises introduce today different modern software products in organizing of the minerals mining. It destines for lightening of introducing of principal (industrial) manufacturing processes. The article considers current software for calendar planning and designing of mining. It is described worked up dynamic polygonal block (sectional) model of Lebedinsky deposit. The model permits to carry out calendar planning and prospective development of stripping, mining and transportation; calculation of opened and prepared resources, preparing of the mining, graphic and other documents and so on. Actualization of the data of the ore types and quality, bearing and covering rocks is carried out by means of the model.

Introducing of modern software for realization of daily, week and month schedules of mining is carried out currently at Lebedinsky Mining and Processing Plant. Realization of the measures will be final stage of outlined work for calendar planning and designing of development of mining on the deposits with complicated structure of the ore bodies.

Keywords: block model, calendar planning, mining, open-cast model, mining and graphic documents, carcass model, software.

References:

1. Burtsev A. V. Innovation technologies for automation of mine surveying tasks in mining. *Reports of All-Russian Scientific conference with international participation. 12–14 October 2011.* Ekaterinburg, 2012. pp. 35–40.
2. Petrov S. V., Mishulovich P. M., Smolenskiy V. V. The principles of building a block geological-and-processing model of mineral deposit. *Obogashchenie Rud.* 2010. No. 6. pp. 34–38.
3. Zaraysko I., Golovan A. Peculiarities of long-term calendar planning on high-productive deposits. *GLOBUS.* 2015. No. 1(35). pp. 62–63.
4. Coulson M. *The History of Mining: The events, technology and people involved in the industry that forget the modern world.* Harriman House Limited, 2012. 600 p.
5. Ghose A. K., Dhar B. B. *Mining Challenges of the 21st century.* New Delhi : APH Publishers, 2000.
6. Lynch M. *Mining in world history.* Reaktion Books, 2004. 350 p.
7. *New techniques and technologies in thin coal seam exploitation: International Mining Forum 2011.* Ed. by A. Dyczko, J. Kicki, M. Myszkowski, Z. Stopa, A. Tor. CRC Press, 2011.
8. Singh R. D. *Principles and practices of modern coal mining.* New Age International, 1997.
9. Vasilev I. D., Shmonov A. M. Application of horizon-oriented plans for creation of block models. *GLOBUS.* 2014. No. 2(31). pp. 60–61.
10. Goleneva V. B., Karpenko I. A., Kulikova D. A., Cheremisina A. A. On the technique for remnant ores identification during estimation of reserves. *Marksheyderiya i nedropolzovanie.* 2009. No. 1(39). pp. 7–18.
11. Jacqui Coombes. *The Art and Science of Resource Estimation: A Practical Guide for Geologists and Engineers.* Translated from English. Perth, 2008. 230 p.
12. Shvets I. Ya., Fateev A. V. Flexibility defines the success. *GLOBUS.* 2013. No. 2(26). pp. 94–95.
13. Vasilev I. D., Kotov A. A. Peculiarities of introduction of mining-geological information systems GEOVIA on mining enterprises. *GLOBUS.* 2016. No. 1(40). pp. 56–59.