

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА ШАХТЫ «ПОЛЫСАЕВСКАЯ» АО «СУЭК-КУЗБАСС»

С.С. Кубрин^{1,2}, С.Н. Решетняк^{1,2}, А.М. Бондаренко³

¹ ИПКОН РАН, Москва, Россия, e-mail: reshetniak@inbox.ru, ² НИТУ «МИСиС», Москва, Россия,

³ АО «СУЭК-Кузбасс», Ленинск-Кузнецкий, Россия

Аннотация: Проведен анализ стоимостных показателей угля на различных мировых торговых площадках. В настоящее время цены на уголь продолжают расти после достаточно большой просадки в 2014 г., это позволяет угледобывающим компаниям выделять часть средств на разработку современных технологических решений по повышению энергетической эффективности процесса добычи и переработки добытого угля. Современное угледобывающее предприятие (угольный разрез или шахта) является высокотехнологичным производством с большим количеством разнообразного оборудования, служащего для основных и вспомогательных технологических операций. От надежной работы этого оборудования зависит эффективность извлечения полезного ископаемого, в частности, угля. Основным производственным участком, от которого зависит добыча угля на шахте, является выемочный участок, на нем необходимо обеспечить безопасную и эффективную работу. Проведен анализ нормативных и фактических показателей работы выемочного участка в условиях шахты «Полысаевская» АО «СУЭК-Кузбасс» за типовой месяц добычи. Анализ представленных показателей позволил определить ряд удельных параметров работы выемочного участка угольной шахты, который дает предпосылки к повышению эффективности выемки угля, что скажется на себестоимости его добычи и получении чистой прибыли.

Ключевые слова: показатели работы, угольная шахта, выемочный участок, анализ режимов работы, снижение удельных расходов, энергоэффективность, стоимость угля.

Для цитирования: Кубрин С. С., Решетняк С. Н., Бондаренко А. М. Анализ технологических показателей работы выемочного участка шахты «Полысаевская» АО «СУЭК-Кузбасс» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 3. – С. 14–21. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-03-0-14-21.

Production data analysis in longwall in Polysaevskaya mine of SUEK-Kuzbass

S.S. Kubrin^{1,2}, S.N. Reshetnyak^{1,2}, A.M. Bondarenko³

¹ Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources
of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: reshetniak@inbox.ru,

² National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia,

³ JSC «SUEK-Kuzbass», 652507, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Abstract: An appreciable drop in price of hydrocarbons and, in particular, coal motivates improvement of energy efficiency of coal mining processes. This article analyzes cost indicators of coal on various world trading platforms. It should be noted that at present, coal prices continue to grow after

a fairly large drawdown in 2014. This allows coal mining companies to allocate part of the funds for the development of modern technological solutions to improve energy efficiency of coal mining and processing. The increase in the cost of coal will also free up funds for the purchase of new high-performance equipment for both basic and auxiliary process flows. Reliable operation of the equipment also governs efficiency of coal mining. The main mine area to condition coal production is longwall, and it is required to pay specific attention to safety and efficiency of this area. This article presents a review of normative and actual performance indicators in a longwall in Polysaevskaya mine of SUEK-Kuzbass per standard month of operation. The studies of the presented indicators allowed determining specific parameters of longwall operation in the coal mine, which offered prerequisites for improving the mine efficiency and, thereby, production cost and net profit.

Key words: performance indicators, coal mine, longwall, analysis of operating modes, specific cost reduction, energy efficiency, coal cost.

For citation: Kubrin S. S., Reshetnyak S. N., Bondarenko A. M. Production data analysis in longwall in Polysaevskaya mine of SUEK-Kuzbass. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2019;3:14-21. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-03-0-14-21.

Введение

В настоящее время угольная промышленность России является одним из локомотивов технологического развития. Модернизация оборудования, разработка новых технологических решений являются основой для уверенного технологического развития страны, в том числе, в минерально-сырьевом кластере России [1]. Министерство энергетики России в достаточно сложных макроэкономических условиях разработало ряд нормативных документов по внедрению инновационных технологий и современных материалов в отраслях Топливо-энергетического комплекса [2]. Динамика стоимости угля на торговых площадках Европы, Азии, Японии и США за период 2008–2018 гг.

представлена в табл. 1. На основе стоимостных показателей [3] построены зависимости для разных торговых площадок, представленные на рис. 1.

Анализ стоимостных показателей показал, что в настоящее время наблюдается рост стоимости угля после значительного снижения его цены в 2016 и 2017 гг. Увеличение стоимости обусловлено рядом факторов, а также ослаблением американского доллара, как основной расчетной валюты.

Согласно представленным сведениям, увеличение стоимости угля в 2018 г. относительно 2017 г. наблюдается на всех мировых площадках и составляет в процентном отношении: рынок Европы +50%; рынок США +9%; рынок Азии

Таблица 1

Динамика стоимости угля на торговых площадках Европы, Азии, Японии и США, за период 2008–2018 гг.

Dynamics of the cost of coal on trading floors in Europe, Asia, Japan and the United States, for the period 2008–2018

Торговые площадки	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Рынок Европы	104	147	78	88	123	95	80	75	57	60	90
Рынок Азии	105	147	80	118	125	103	88	78	59	90	100
Рынок США	75	120	75	76	85	77	77	77	55	55	60
Рынок Японии	83	125	120	118	138	137	115	97	80	75	120

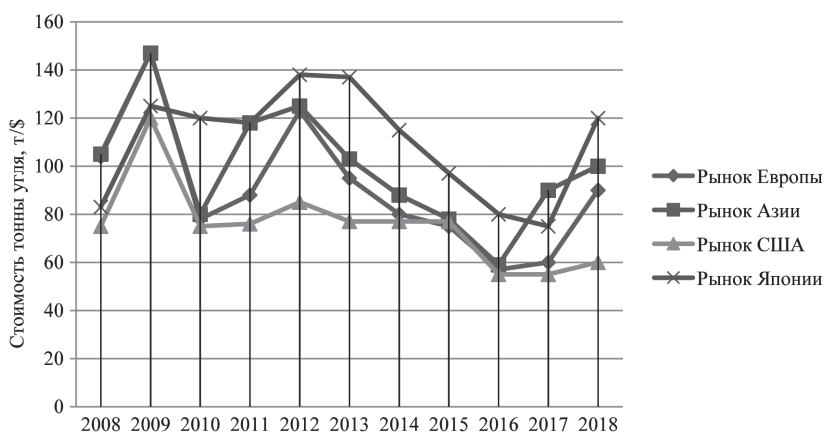


Рис. 1. Динамика стоимости угля на торговых площадках Европы, Азии, Японии и США, за период 2008–2018 гг.

Fig. 1. Dynamics of the cost of coal on trading floors in Europe, Asia, Japan and the United States, for the period 2008–2018

+11%; рынок Японии +60%. Однако в настоящее время большое число предприятий по добыче и переработке угля работает в сложных горно-геологических и технологических условиях. Это особенно заметно при отработке высокопроизводительных забоев в метанообильных шахтах [4–6], что вызывает необходимость в корректировке технологических показателей работы угольной шахты.

Рост стоимости угля позволит высвободить денежные средства для закупки нового высокопроизводительного технологического добычного оборудования, как зарубежного, так и отечественного производства. Данный аспект также приведет к корректировке технологических параметров угольной шахты. Основным производственным участком, от которого зависит добыча угля на шахте, является выемочный участок, именно этому производственному участку необходимо уделить особое внимание с точки зрения безопасной и эффективной его работы.

Также возникает необходимость для разработки метода анализа соответствия и при необходимости быстрой корректировки режимов работы оборудования выемочного участка угольной шахты по критериям повышенной надежности, энер-

гоэффективности, безопасности и производительности, как к основному производственно-технологическому участку, производящему выемку угля.

Основные результаты исследований в этой области, представлены в следующих публикациях [7–9]. Поэтому анализ технологических показателей работы выемочного участка угольной шахты является актуальной и требующей решения задачей. Это научная задача становится все более значимой ввиду нестабильности стоимости угля на мировых торговых площадках.

Основная часть

В качестве исследуемого угледобывающего предприятия выступает угольная шахта АО «СУЭК-Кузбасс» шахтоуправление Комсомолец шахта «Польсаевская», расположенная в Кемеровской области, в городе Польсаево. В соответствии с техническими решениями, нагрузка на очистной забой шахты «Польсаевская» при отработке на участках вне зон распространения тектонических нарушений при благоприятных условиях составит до 11 500 т/сут. На шахте имеется один выемочный участок, технологическая схема этой производственной единицы

«Шахта — Лава». Выемка угля из пласта осуществляется выемочным комбайном Eickhoff SL-300. Технологическая схема отработки угольного пласта предусматривает как одностороннюю отработку от конвейерного штрека к вентиляционному штреку, так и отработку по челноковой схеме. Помимо выемочного комбайна, в состав оборудования выемочного участка входит лавный конвейер FFC-9 Glinik, перегружатель FSL-9 Glinik, дробилка FBL-10G Glinik, насосные станции лавы VIHARIAP 2xENP-3K 200/70/SM, а также секции механизированной шахтной крепи FRS Glinik-12/25. Сведения о номинальных параметрах электрооборудования выемочного участка угольной шахты представлены в табл. 2.

Анализ табл. 2 позволил сделать ряд заключений о несоответствии номинальной производительности выемочного комбайна Eickhoff SL-300, которая составляет 2800 т/ч, транспортно-дробильному кластеру выемочного участка, номинальная производительность которого составляет 1800 т/ч по каждому элементу оборудования.

На угольных шахтах при формировании плана работ принято руководствоваться следующими плановыми показателями: суточный план добычи, количество стружек, машинное время. В соответ-

вии с этими показателями, нормативный суточный план добычи на исследуемой шахте составляет 11,5 тыс. т, нормативное количество стружек в сутки составляет 10,2, нормативное машинное время — 20 ч работы в сутки.

Фактические показатели работы выемочного участка угольной шахты в значительной степени отличаются от нормативных. Нормативные и фактические показатели работы выемочного участка шахты «Польсаевская» в месячном интервале представлены в табл. 3. Анализ представленных показателей позволил определить ряд удельных параметров работы выемочного участка угольной шахты.

В частности, на рис. 2. представлена динамика фактического удельного показателя выемки угля за стуки, для сравнения на этом же графике представлены нормативный удельный показатель выемки угля за сутки. Сравнительный анализ этих зависимостей позволил сделать заключение о значительном несоответствии фактических показателей плановым. Так, фактические показатели превышают плановые на 30–50%.

На рис. 3 представлена динамика фактических и нормативных удельных показателей количества стружек от машинного времени. Сравнительный анализ этих зависимостей позволил сделать заклю-

Таблица 2

Сведения о номинальных параметрах оборудования выемочного участка угольной шахты

Information on the nominal parameters of the equipment of the coal mine excavation site

№	Название оборудования	Уровень питающего напряжения, В	Номинальная мощность, кВт	Номинальная производительность, т/час
1	Eickhoff SL-300 — выемочный комбайн	-3000 (3300)	1138	2800
2	FFC-9 — лавный конвейер	-1140 (1200)	1500	1800
3	FSL-9 — перегружатель	-1140 (1200)	500	1800
4	FBL-10G — дробилка	-1140 (1200)	200	1800
5	Насосные станции лавы VIHARIAP 2xENP-3K 200/70/SM	-1140 (1200)	220	—
6	Осветительные установки лавы	-127	9	—

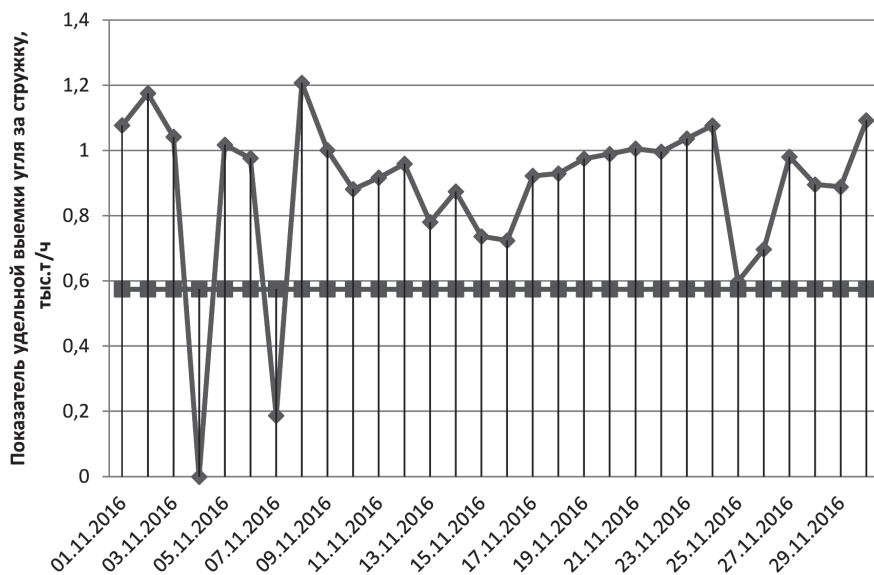


Рис. 2. Динамика фактических и нормативных удельных показателей выемки угля за час
 Fig. 2. Dynamics of actual and normative specific indicators of coal extraction per hour

чение о несоответствии фактических показателей плановым.

Следует отметить, что на представленной зависимости имеются две контрольные точки, показатели которых в значительной степени отличаются от соседних.

В частности, показатель 4.11.2016 г. равен 0, это обусловлено тем, что за сутки работы добыча угля составила 0 тыс. т, и машинное время работы также составило 0 ч. В данный день производились ремонтные работы на выемочном участ-

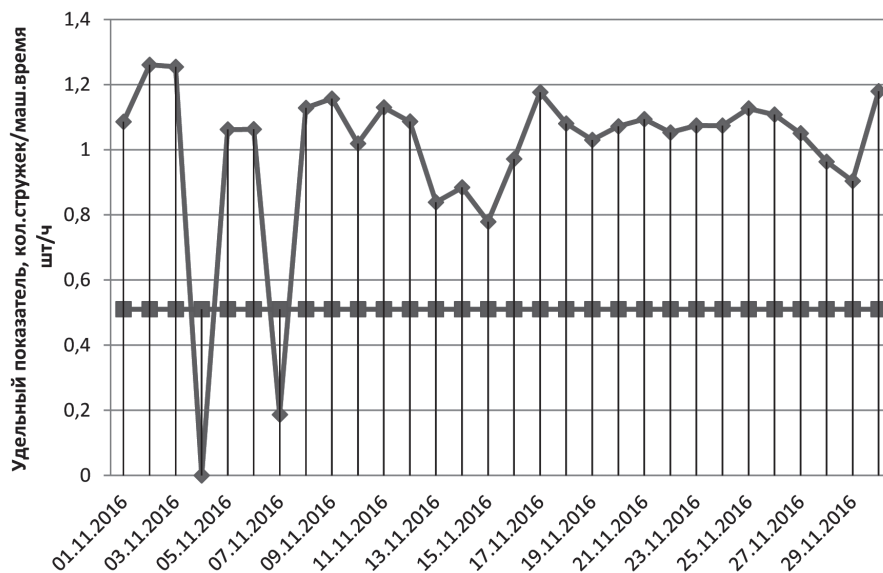


Рис. 3. Динамика фактических и нормативных удельных показателей количества стружек от машинного времени
 Fig. 3. Dynamics of actual and normative specific indicators of the number of chips from machine time

Таблица 3

Нормативные и фактические показатели работы выемочного участка шахты «Полысаевская»**Normative and actual performance parameters of the extraction area of the mine «Polysaevskaya»**

Дата	Суточный план, тыс. т	Факт добычи, тыс. т	Кол. стружек норма, шт.	Кол. стружек факт, шт.	Машинное время норм., ч	Машинное время факт., ч
01.11.2016	11,5	9,8	10,2	9,88	20	9,1
02.11.2016	11,5	4,42	10,2	4,74	20	3,76
03.11.2016	11,5	5,49	10,2	6,61	20	5,27
04.11.2016	11,5	0	10,2	0	20	0
05.11.2016	11,5	4,62	10,2	4,82	20	4,54
06.11.2016	11,5	13,1	10,2	14,26	20	13,42
07.11.2016	11,5	0,17	10,2	0,17	20	0,91
08.11.2016	11,5	6,59	10,2	6,16	20	5,46
09.11.2016	11,5	11,06	10,2	12,78	20	11,05
10.11.2016	11,5	7,04	10,2	8,14	20	7,99
11.11.2016	11,5	7,8	10,2	9,61	20	8,51
12.11.2016	11,5	11,26	10,2	12,75	20	11,74
13.11.2016	11,5	4,79	10,2	5,15	20	6,14
14.11.2016	11,5	4,6	10,2	4,65	20	5,26
15.11.2016	11,5	5,23	10,2	5,53	20	7,1
16.11.2016	11,5	5,25	10,2	7,04	20	7,25
17.11.2016	11,5	6,85	10,2	8,74	20	7,43
18.11.2016	11,5	11,45	10,2	13,31	20	12,32
19.11.2016	11,5	11,13	10,2	11,76	20	11,42
20.11.2016	11,5	11,18	10,2	12,11	20	11,3
21.11.2016	11,5	7,51	10,2	8,17	20	7,47
22.11.2016	11,5	7,76	10,2	8,2	20	7,79
23.11.2016	11,5	11,07	10,2	11,47	20	10,68
24.11.2016	11,5	8,2	10,2	8,18	20	7,62
25.11.2016	11,5	4,69	10,2	8,83	20	7,84
26.11.2016	11,5	6,57	10,2	10,43	20	9,42
27.11.2016	11,5	9,6	10,2	10,28	20	9,79
28.11.2016	11,5	10,13	10,2	10,89	20	11,31
29.11.2016	11,5	11,46	10,2	11,66	20	12,9
30.11.2016	11,5	7,48	10,2	8,08	20	6,85
Итого	345	226,3				

ке. Вторая контрольная точки со значительным отклонением от нормативных значений получена 07.11.2016 г., когда данный показатель составил 0,19 шт/ч. Такой показатель обусловлен тем, что фактическое количество стружек, пройденных в этот день, составило 0,17 при

фактическом времени работы 0,91 ч. Низкое значение представленного показателя обусловлено также ремонтными работами, проходящими на выемочном участке.

В плановых показателях работы выемочного участка отсутствуют такие по-

казатели, как объем потребленной электрической энергии. Электрическая энергия является основным энергетическим ресурсом выемочного участка угольной шахты [10].

Имеет ряд методик по нормированию и прогнозированию этого показателя с целью оптимизации себестоимости добычи угля [11–13]. Однако на данном этапе, получить сведения о фактическом электропотреблении потребителями выемочного участка практически не представляется возможным.

Заключение

Следует отметить, что для более качественной оценки технологических показателей работы выемочного участка угольной шахты необходимо вести дополнительный показатель, связанный с удельным электропотреблением. Это позволит оценить уровень затрат энергоресурсов на выемку угля, повысить технологический уровень управления выемочным участком, снизить уровень нерационального использования энергоресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Fashilenko V. N., Reshetnyak S. N.* Improving the energy performance of industrial enterprises. *Miner's week-2015 / Reports of the XXIII International scientific symposium*. 2015. pp. 570–573.
2. https://www.economicdata.ru/economics.php?menu=energetics&data_type=energy&data_ticker=ChngCoalStocks (дата обращения 2.12.2018).
3. Доклад министра энергетики Российской Федерации А. В. Новака на заседании коллегии минэнерго России <https://minenergo.gov.ru/node/4912> (дата обращения 2.12.2018).
4. *Захаров В. Н., Кубрин С. С., Забурдяев В. С.* Комплексирование технологических стадий и операций в единый технологический процесс на основе информационных технологий // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 6. — С. 199–205.
5. *Рубан А. Д., Артемьев В. Б., Забурдяев В. С., Забурдяев Г. С., Руденко Ю. Ф.* Проблемы обеспечения высокой производительности очистных забоев в метанообильных шахтах. — М.: Московский издательский дом, 2009. — 396 с.
6. *Филин А. Э.* Перспективы обеспечения безопасности горного производства // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — 2016. — № 5. — С. 31–33.
7. *Rafia Zamana, Thomas Brudermannb, S. Kumarc, Nazrul Islamd.* A multi-criteria analysis of coal-based power generation in Bangladesh // *Energy Policy* 116 (2018) pp. 182–192.
8. *Fedor Nepsha, Roman Belyaevsky.* Development of interrelated voltage regulation system for coal mines energy efficiency improving. III International Innovative Mining Symposium. E3S Web of Conferences 41, 03013 (2018). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184103013>.
9. *Vogacka M.* Multicriteria analysis of coal mine / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 2015. pp. 493–500.
10. *Захарова А. Г.* Закономерности электропотребления на угольных шахтах Кузбасса: монография. — Кемерово: КузГТУ, 2002. — 198 с.
11. *Пичуев А. В., Овсянников Н. Б.* Методы прогнозирования электрической нагрузки на горнодобывающих предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 1. — С. 292–296.
12. *Кубрин С. С., Решетняк С. Н., Бондаренко А. М.* Анализ методов нормирования электропотребления угольных шахт. // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — СВ 1 Труды международного научного симпозиума «Неделя горняка-2018». — С. 528–534.
13. *Ляхомский А. В., Перфильева Е. Н., Петухов С. В., Коробкина Г. З.* Энергетический менеджмент — инновационный путь повышения энергоэффективности // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. — 2015. — Т. 1. — С. 7–16. **ПЛАТ**

REFERENCES

1. *Fashilenko V. N., Reshetnyak S. N.* Improving the energy performance of industrial enterprises. *Miner's week-2015. Reports of the XXIII International scientific symposium*. 2015. pp. 570–573.

2. https://www.economicdata.ru/economics.php?menu=energetics&data_type=energy&data_ticker=ChngCoalStocks (accessed 2.12.2018).

3. *Doklad ministra energetiki Rossiyskoy Federatsii A. V. Novaka na zasedanii kollegii min-energo Rossii* [Report of the Minister of energy of the Russian Federation Novak at a meeting of the Board of the Ministry of energy of Russia] России. <https://minenergo.gov.ru/node/4912> (accessed 2.12.2018).

4. Zakharov V.N., Kubrin S.S., Ziburdyayev V.S. Integration of technological stages and operations into a single technological process on the basis of information technologies. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 6, pp. 199–205. [In Russ].

5. Ruban A.D., Artem'ev V.B., Ziburdyayev V.S., Ziburdyayev G.S., Rudenko Yu.F. *Problemy obespecheniya vysokoy proizvoditel'nosti ochistnykh zaboev v metanopol'nykh shakhtakh* [Problems of high performance mines in metanopoli mines], Moscow, Moskovskiy izdatel'skiy dom, 2009, 396 p.

6. Filin A.E. Prospects of ensuring the safety of mining. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal*. 2016, no 5, pp. 31–33. [In Russ].

7. Rafia Zamana, Thomas Brudermann, S. Kumarc, Nazrul Islamd. A multi-criteria analysis of coal-based power generation in Bangladesh. *Energy Policy*, 116 (2018), pp. 182–192.

8. Fedor Nepsha, Roman Belyaevsky. Development of interrelated voltage regulation system for coal mines energy efficiency improving. *III International Innovative Mining Symposium*. E3S Web of Conferences 41, 03013 (2018). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184103013>.

9. Bogacka M. Multicriteria analysis of coal mine. *International Multidisciplinary Scientific Geconference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, SGEM 2015. pp. 493–500.

10. Zakharova A.G. *Zakonomernosti elektropotrebleniya na ugol'nykh shakhtakh Kuzbassa: monografiya* [Patterns of power consumption in the coal mines of Kuzbass: monograph], Kemerovo, KuzGTU, 2002, 198 p.

11. Pichuev A.V., Ovsyannikov N.B. Methods for forecasting electric loads in mining. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 1, pp. 292–296. [In Russ].

12. Kubrin S.S., Reshetnyak S.N., Bondarenko A.M. Analysis of methods of rationing of power consumption of coal mines. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2018. Special edition 1, pp. 528–534. [In Russ].

13. Lyakhomskiy A.V., Perfil'eva E.N., Petukhov S.V., Korobkina G.Z. Energy management – innovative ways of increasing energy efficiency. *Energetika. Innovatsionnye napravleniya v energetike. CALS-tekhnologii v energetike*. 2015. Vol. 1, pp. 7–16. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кубрин Сергей Сергеевич^{1,2} — доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией; профессор,

Решетняк Сергей Николаевич^{1,2} — кандидат технических наук, старший научный сотрудник; доцент, e-mail: reshetniak@inbox.ru,

Бондаренко Александр Михайлович — заместитель главного энергетика, АО «СУЭК-Кузбасс»,

¹ ИПКОН РАН, ² НИТУ «МИСиС».

Для контактов: Решетняк С.Н., e-mail: reshetniak@inbox.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

S.S. Kubrin^{1,2}, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory; Professor,

S.N. Reshetnyak^{1,2}, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher; Assistant Professor, e-mail: reshetniak@inbox.ru,

A.M. Bondarenko, Deputy Chief Power Engineer, JSC «SUEK-Kuzbass», 652507, Leninsk-Kuznetsky, Russia,

¹ Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, 111020, Moscow, Russia,

² National University of Science and Technology «MISIS», 119049, Moscow, Russia.

Corresponding author: S.N. Reshetnyak, e-mail: reshetniak@inbox.ru.