

УДК 658.511.3:656.13:338.45

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-1-89-96>

Оценка резервов повышения эффективности использования экскаваторно-автомобильного комплекса на угольном разрезе


А.И. Чернов¹, Т.А. Коркина^{2,3}  , Ю.М. Овешников⁴

¹ ООО «Разрез Восточный», 674054, Забайкальский край,
Улетовский район, станция Голубичная, ул. Дорожная, д. 17

² Челябинский государственный университет, 454048, Челябинск, ул. Энтузиастов, д. 30

³ Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет),
454080, Челябинск, просп. Ленина, д. 76

⁴ Забайкальский государственный университет, 672000, Чита, ул. Кастринская, д. 1

 kort2005@mail.ru

Аннотация. Обеспечение высокой производительности горнотранспортного оборудования является одной из ключевых задач в части достижения необходимого уровня конкурентоспособности для горнодобывающего предприятия. Учитывая растущую сложность запасов, повышение требований к качеству угля и высокую мировую волатильность цен, горнодобывающие предприятия должны работать еще более эффективно, чем когда-либо. Цель исследования состоит в выявлении и анализе резервов повышения эффективности использования потенциала экскаваторно-автомобильного комплекса на угольном разрезе, а также в разработке организационных мер по их реализации. Для достижения цели исследования использованы следующие методы: хронометражные наблюдения для определения рациональных параметров циклов погрузки и транспортирования горной массы, производственного эксперимента – для сравнения работы экскаваторно-автомобильного комплекса в различных организационных условиях, фотографии рабочего времени – для определения структуры рабочего времени персонала, графического моделирования работы экскаваторно-автомобильного комплекса – для выявления возможностей повышения согласованности и ритмичности процессов экскавации и транспортирования.

В результате исследования выявлено непроизводительное время работы экскаваторно-автомобильного комплекса, которое является резервом повышения эффективности использования оборудования на 15–40 %. Для сокращения потерь рабочего времени и повышения производительности экскаваторно-автомобильного комплекса определены два направления: 1) более качественная подготовка условий работы, включая улучшение и содержание в хорошем состоянии рабочих площадок и автомобильных дорог; установление рациональных маршрутов движения; повышение квалификации машинистов экскаваторов и водителей автосамосвалов; 2) обеспечение эффективного управления процессами экскавации и транспортирования в оперативном режиме в течение смены на основе контроля ритмичности производства.

Ключевые слова: угольный разрез, эффективность, производительное время работы, повышение эффективности, экскаваторно-автомобильный комплекс, хронометражные наблюдения, организация труда, организация производства, управление

Благодарности: В проведении и обработке результатов хронометражных наблюдений принимали участие студентки Забайкальского государственного университета Светлана Распопова и Анастасия Плотникова.

Для цитирования: Чернов А.И., Коркина Т.А., Овешников Ю.М. Оценка резервов повышения эффективности использования экскаваторно-автомобильного комплекса на угольном разрезе. *Экономика в промышленности*. 2021;14(1):89–96. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-1-89-96>

Assessment of reserves of raising effectiveness of using excavator and automobile complex on a coal mine

A.I. Chernov¹, T.A. Korkina^{2,3} , Yu.M. Oveshnikov⁴

¹ "Vostochniy mine" LLC, 17 Dorozhnaya Str., Golubichnaya Station, Ulyotovskiy District, Zabaikalskiy Territory 674054, Russian Federation

² Chelyabinsk State University, 30 Entuziastov Str., Chelyabinsk 454048, Russian Federation

³ South Ural State University (National State University), 76 Leninskiy Ave., Chelyabinsk 454080, Russian Federation

⁴ Transbaikal State University, 1 Kastrinskaya Str., Chita 672000, Russian Federation

 kort2005@mail.ru

Abstract. Maintaining high productivity of mining equipment is one of the key tasks in achieving the necessary competitiveness level at a coal mining company. As the coal stocks are becoming more and more complicated, the requirements for the quality of coal are raising and global price volatility is increasing, mining enterprises should operate more effectively than ever. The purpose of the study is to reveal and analyze reserves for raising effectiveness of exploiting the potential of excavator and automobile complex on a coal mine, and to develop organizational measures on their implementation. On order to achieve this goal the authors applied the following methods: chronometric observations to determine rational parameters of the cycles of loading and transportation of rock mass, the production experiment method to compare performance of excavator and automobile complex under different organizational conditions, working day photography to study the structure of the working day of the staff, graphic modelling of the working routine of excavator and automobile complex to reveal the opportunities for improving the consistency and rhythm of excavation and transportation. As a result, the study revealed unproductive work time of excavator and automobile complex which can be reserve for raising effectiveness of exploiting the equipment by 15–40%. In order to reduce loss of work time and to increase productivity of excavator and automobile complex the authors point out two directions: 1) higher quality of work conditions including improvement and maintenance of working platforms and roads; establishing appropriate traffic routes; further training of excavator and truck drivers; 2) efficient management of excavation and transportation in operation during a shift by means of controlling the rhythm of production.

Keywords: a coal mine, effectiveness, productive work time, reserve for raising effectiveness, excavator and automobile complex, chronometric observations, organization of production, management

Acknowledgements: Students of the Transbaikal State University Svetlana Raspopova and Anastasiya Plotnikova took part in the conduct and processing of the results of timing observations.

For citation: Chernov A.I., Korkina T.A., Oveshnikov Yu.M. Assessment of reserves of raising effectiveness of using excavator and automobile complex on a coal mine. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2021;14(1):89–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-1-89-96>

评估提高煤矿挖掘机-汽车综合体使用效率的潜力

A.I. 切尔诺夫¹, T.A. 科尔基娜^{2,3}, Yu.M. 奥韦什尼科夫⁴

¹ 东方露天矿有限责任公司, 674054, 后贝加尔边疆区, 乌列托夫斯基区, 戈卢比奇纳亚铁路站, 多罗日纳亚街17号

² 车里雅宾斯克州立大学, 454048, 车里雅宾斯克, 恩图齐亚斯托夫街30号

³ 南乌拉尔州立大学 (国立研究大学), 454080, 车里雅宾斯克, 列宁街76号

⁴ 后贝加尔国立大学, 672000, 赤塔, 卡斯特林斯卡亚大街1号

摘要: 确保矿石运输机械的高生产率是采矿企业达到必要的竞争力水平的关键任务之一。鉴于储量日益复杂, 对煤炭质量的要求不断提高, 以及全球价格波动加剧, 采矿企业要比以往任何时候都更加高效地运作。该研究的目的是确定和分析煤矿企业提高挖掘机-汽车综合体使用效

率的潜力, 并制定实施方案。为达到研究目的, 采用了以下方法: 计时观察, 以确定岩体装载和运输周期的合理参数; 进行生产实验, 以比较挖掘机-汽车综合体在各种组织条件下的运行情况; 研究工作时的照片, 以确定工作人员工作时间的结构; 对挖掘机-汽车综合体的工作进行图形建模, 以确定提高挖掘和运输过程的一致性和节奏性的可能性。

研究发现, 挖掘机-汽车综合体的非生产性运行时间, 是将设备使用效率提高15-40%的潜力。为了减少工作时间的损失并提高挖掘机-汽车综合体的生产率, 确定了两个方向: 1) 更好地准备工作条件, 包括改善和维护作业场所和公路的状况; 建立合理的交通路线; 对挖掘机驾驶员和自卸卡车驾驶员进行技能培训; 2) 在控制生产节奏的基础上, 确保在轮班期间有效管理挖掘和运输过程。

关键词: 煤矿、效率、生产运行时间、提高效率的潜力、挖掘机-汽车综合体、计时观测、组织劳动、组织生产、管理

Введение

Усиление мировой волатильности цен, повышение требований к качеству угля, высокая капиталоемкость производства в горнодобывающей промышленности в целом и на угольных разрезах в частности предопределяет актуальность исследования вопросов повышения эффективности использования оборудования на этих предприятиях [1, 2].

По оценкам отечественных исследователей и специалистов международной консалтинговой компании, основными направлениями повышения эффективности деятельности предприятий горнодобывающей отрасли являются: встраивание эффективных операционных систем управления в производственные процессы, что позволит сделать результаты более прозрачными и поможет определить области для улучшения, причем приоритетное внимание необходимо уделять снижению затрат и повышению объемов производства, а также выявлению и использованию резервов, которые позволяют достичь этого; сосредоточение на инновационных подходах, которые помогут в повышении производительности [3–6].

Анализируемый экскаваторно-автомобильный комплекс на разрезе «Восточный», который входит в состав АО «СУЭК», представлен экскаватором PC-1250 и автосамосвалами БелАЗ375131 грузоподъемностью 130 т. За период с 2016 по 2019 гг. ряд организационно-технологических и технических решений позволил повысить среднемесячную производительность экскаватора PC-1250 в 1,7 раза: с 230 тыс. м³/мес., до 396 тыс. м³/мес. В 2018 г. на разрезе был установлен мировой рекорд по отгрузке вскрышных пород данным типом экскаваторов – 570 тыс. м³ в месяц, что на 44 % больше фактического среднемесячного значения. В то же время сравнение эффективности использования автосамосвалов с другими разрезами, входящими в состав АО «СУЭК», показало, что уровень производствен-

ности, рассчитанный по грузообороту, на разрезе Восточный ниже, чем в среднем по компании на 30 %. Исходя из этого, руководством предприятия была поставлена задача по определению резервов повышения эффективности использования экскаваторно-автомобильного комплекса.

Под резервами повышения эффективности использования оборудования в статье понимаются неочевидные возможности улучшения использования его потенциала на основе совершенствования организации трудовой деятельности посредством подготовки производства и обеспечения эффективного управления [7–10].

Методическим инструментом выявления резервов являлось определение производительного времени работы оборудования с применением хронометражных наблюдений и инженерных расчетов [11–15], а также методология расширения узких мест в производственной системе [16–18].

Выявление резервов повышения эффективности использования экскаватора

Для выявления резервов повышения эффективности использования экскаваторов по результатам хронометражных наблюдений были выбраны две смены, различающиеся организационными условиями работы:

– в первом случае наблюдение осуществлялось за работой комплекса во вскрышном забое, который разрабатывался по открытому циклу – с подачи порожних автосамосвалов к экскаваторам, которые в данный момент свободны или возле которых меньшая очередь из ожидающих погрузки машин, с недостаточным контролем своевременности подачи бульдозерной техники для планировки подъезда к забою и к месту разгрузки автосамосвалов;

– во втором случае наблюдение проводилось после предварительной, более тщательной подготовки условий – была применена организация работы по закрытому циклу, то есть рассчитано

рациональное количество автосамосвалов для закрепления в течение смены за каждым экскаватором РС-1250, обеспечено необходимое количество бульдозерной техники. При такой организации работ создаются условия для слаженной работы экскаваторной бригады и водителей, а также для оптимизации скоростного режима движения автосамосвалов.

По результатам первого наблюдения выявлено, что 52 % циклов экскавации находятся в диапазоне от 18 до 22 с, а остальные 48 % в диапазоне от 23 до 29 с, разброс между минимальным и максимальным значением цикла составил 11 с. Среднее фактическое время цикла – 22 с.

При втором наблюдении, в более подготовленном забое, продолжительность среднего цикла экскавации сократилась на 10 % и составила 20 с, при этом 56,4 % циклов находились в диапазоне от 13 до 20 с, а 43,6 % от 21 до 28 с (табл. 1). Отметим увеличение вариабельности значений цикла – разность между максимальным и минимальным значением достигла 15 с, что может свидетельствовать о недостаточно эффективном оперативном управлении процессом в течение смены.

Таблица 1/ Table 1

Результаты хронометражных наблюдений за работой экскаватора

The results of timekeeping observations of the excavator work

Показатель	Неподготовленные условия	Подготовленные условия
Цикл экскавации, с:		
– расчетный	16	16
– минимальный	18	13
– максимальный	29	28
– средний	22	20
Время погрузки с учетом расчетного времени цикла, ч	0,04	0,04
Время погрузки с учетом среднего фактического времени цикла, ч	0,06	0,05
Резерв производительного времени работы экскаватора, ч	3	1,4

Резерв производительного рабочего времени экскаватора в смене по двум хронометражным наблюдениям существенно различается – от 1,4 до 3 ч, что эквивалентно объему вскрыши 1329 и 2847 м³, соответственно. Проведенный анализ показал, что одной из основных причин такой разницы является нерациональное распределение автосамосвалов между экскаваторами, являющееся следствием неэффективных процес-

сов управления, несмотря на более качественную подготовку условий для выполнения работ.

Фотография рабочего времени машиниста экскаватора выявила существенные резервы времени, которые могут быть использованы в качестве источника повышения производительности труда и эффективности производства: непроизводительное время погрузки составляет 14 %, нерегламентированные перерывы – 25 %, производительное время работы, выполнение основной функции (экскавации) с рациональными параметрами составило около 52 % (рис. 1).



Рис. 1. Структура рабочего времени машиниста экскаватора, %

Fig. 1. Excavator driver working hours structure, %

Повышение эффективности использования экскаватора может быть достигнуто за счет:

- устранения простоя экскаватора в ожидании автосамосвала (в результате нерационального распределения автосамосвалов, нерегламентированных остановок автосамосвалов, например, остановка в очереди на заправку);
- достижения рациональной продолжительности цикла экскавации посредством ускорения отдельных операций цикла и совмещения некоторых из них. Самая продолжительная операция цикла экскавации – это процесс заполнения ковша (черпание). Для сокращения длительности поворота ковша необходимо проводить экскавацию при наименьшем угле поворота стрелы экскаватора. При совмещении операций следует добиваться не только непрерывной смены одной основной операции другой, но и по возможности частичного совмещения окончания предыдущей и начала следующей операции.

Выявление резервов повышения эффективности использования автосамосвала

По хронометражным наблюдениям было выявлено, что среднее фактическое время рейса составляет 21 мин., доля рейсов с продолжительностью больше среднего составляет 34,4 %.

Расчеты показали, что рациональное время рейса составляет 14,7 мин., что представлено в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

Рациональные параметры работы автосамосвала

Rational parameters of dump truck working

Показатель	Результат
Время погрузки, мин.	3,4
Приведенное расстояние, км	2,6
Среднерейсовая скорость, км/ч	31,2
Время движения, ч	10
Время рейса, ч	14,7
Рациональная часовая производительность автосамосвала, м ³	265,3

Сравнение и анализ полученных в ходе хронометражных наблюдений данных позволили выявить существенные различия в продолжительности выполнения отдельных операций. Так, например, продолжительность маневра под погрузку в сопоставимых условиях различается в 1,5 раза, продолжительность погрузки – в 1,9 раза,

движение груженым – в 1,2 раза, движение порожним – в 1,8 раза. Фактическая минимальная продолжительность рейса составила 17 мин., а эталонное значение, рассчитанное по методике д-ра техн. наук Довженка А.С. [19], как сумма минимальных значений по каждой операции – 13,9 мин. Таким образом, максимальный резерв снижения продолжительности операции в абсолютном выражении выявлен в операции «погрузка» – 1,9 мин., а в относительном – в операции «движение порожним» 28,5 % (табл. 3). При устранении простоев в ожидании погрузки и достижении расчетной рациональной продолжительности рейса (см. табл. 2) за смену дополнительно может быть вывезено 871 м³ горной массы, что больше фактического значения на 40 %.

Эксплуатация автотранспорта в карьерах должна организовываться таким образом, чтобы обеспечить бесперебойную работу экскаваторов при соблюдении принятой четкой организации технического обслуживания и ремонта автомобиля [19, 20].

Таблица 3 / Table 3

Результаты хронометражных наблюдений за работой автосамосвала БелАЗ-75131

The results of timing observations of the work of the BelAZ-75131 dump truck

№ рейса, расстояние	Продолжительность рейса		Ожидание погрузки	Маневр под погрузкой	Погрузка	Движение груженым	Разгрузка	Движение порожним	Эталонный рейс
	мин., с	мин.	мин., с	мин., с	мин., с	мин., с	мин., с	мин., с	мин.
1; 2,2 км	9:37–10:09	32*	15:24	0:30	4:03	6:00**	0:36	5:12	
2; 2,2 км	10:09–10:28	19	0:15	0:21	4:03	7:01	0:35	7:00	
3; 0,8 км	10:28–10:40	12	0:00	0:29	3:39	4:46	0:37	3:00	
4; 1 км	10:40–11:00	20	7:00	0:22	3:44	3:00	0:36	4:28	
5; 2,2 км	11:00–11:30	30	10:00	0:23	4:12	7:00	0:36	7:00	
6; 2,2 км	11:30–11:47	17	0:00	0:36	3:42	6:00	0:31	5:00	
7; 2,2 км	12:15–12:37	22	5:00	0:22	3:24	6:38	0:26	5:44	
8; 2,2 км	12:37–12:55	18	2:10	0:15	3:04	6:24	0:31	5:33	
9; 2,2 км	12:55–13:14	19	3:00	0:23	3:36	6:45	0:33	5:33	
10; 1,4 км	13:14–13:29	15	0:37	0:20	3:00	4:46	0:30	5:30	
11; 1,4 км	13:29–13:44	15	1:00	0:18	4:00	4:00	0:27	5:23	
12; 1,4 км	13:44–14:03	19	3:42	0:24	4:17	4:21	0:23	5:00	
13; 2,2 км	14:03–14:21	18	0:00	0:25	4:00	6:50	0:32	5:00	
14; 2,2 км	14:21–14:38	17	0:00	0:21	4:00	6:29	0:28	6:00	
15; 2,2 км	14:38–14:56	18	0:00	0:20	6:00	7:00	0:39	4:00	
Среднее значение		21	3,6	0,4	4,1	6,6	0,5	5,6	
Тр.ф, min		17	0	0,3	3,1	6	0,47	4	13,9
Максимальное значение		32	15,4	0,5	6,0	7,0	0,7	7,0	
Резерв в рейсе, мин		11	11,8	0,1	1,9	0,4	0,1	1,4	
Резерв времени, %		24,0	100	25,0	25,0	9,0	6,0	28,5	
Итого		231,0	35,8	3,9	39,6	66,1	5,4	56,0	

Обозначения: Жирным шрифтом выделены максимальные значения; курсивом выделены минимальные значения.

Источник: Составлено с использованием методики д-ра техн. наук А.С. Довженка.

Графическое моделирование работы экскаваторно-автомобильного комплекса в течение смены позволило определить, что минимальная зафиксированная продолжительность остановки экскаватора в ожидании автосамосвалов составила 0,33 мин., максимальная – около 9 мин. Такие кажущиеся незначительными простои в сумме за всю смену достигли более 3 часов. При этом следует отметить тенденцию увеличения частоты таких простоев с 12 часов дня, что может свидетельствовать об отсутствии учета и отчетности о ритмичности процессов, которые позволили бы в оперативном режиме и своевременно корректировать организацию процесса и повысить его эффективность.

Заключение

Проведение и анализ хронометражных наблюдений за работой экскаваторно-автомобильного комплекса показали наличие значительных резервов повышения эффективности его использования:

– по автосамосвалам резерв за смену составляет 40 %, что эквивалентно 871 м³ перевезенной горной массы на один БелАЗ грузоподъемностью 130 т;

– по экскаватору KOMATSU PC1250 резерв производительного времени работы составляет 30 % в смену. Его использование позволило бы дополнительно отгрузить 2847 м³ вскрыши в смену.

Для сокращения потерь рабочего времени и повышения производительности экскаваторов и автосамосвалов необходимо, во-первых, осуществлять более качественную подготовку условий работы: улучшать и содержать в хорошем состоянии подъездные пути к местам погрузки и разгрузки; устанавливать рациональные маршруты движения; повышать квалификация машинистов экскаваторов и водителей автосамосвалов; во-вторых, требуется наладить эффективное управление процессом работы экскаваторно-автомобильного комплекса с учетом возникающих изменений в течение смены на основе контроля производственного ритма.

Список литературы

1. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Макаров А.М. Резервы повышения безопасности и эффективности производства ОАО «СУЭК» в условиях кризиса. *Уголь*. 2015;(2):31–33.
2. Каплан А.В. Управление социально-экономическим развитием горнодобывающего предприятия. М.: Экономика, 2015. 270 с.
3. Попов В.Н., Грибин Ю.Г., Гаркавенко А.Н., Рожков А.А., Мельникова А.С. Повышение производительности, качества и эффективности труда – основа экономичности и конкурентоспособности угледобывающих предприятий. *Уголь*. 2018;(10):60–65. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-10-60-65>
4. Бринза В.В., Галиев Ж.К., Галиева Н.В. и др. Развитие науки в области экономики природопользования и управления предприятиями горнодобывающей и металлургической промышленности России. М.: МИСиС; 2017. 402 с.
5. Федоров А.В., Великосельский А.В., Маврин В.А., Дорошенко А.А. и др. Результаты реализации программ совершенствования производства в подразделениях угледобывающего предприятия. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, 2012;(S2-6):5–43.
6. Flesher N., Moyo M., Rehbach S., van Niekerk E. Productivity across the global mining sector is starting to improve. McKinsey & Company. June 22, 2018. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/productivity-across-the-global-mining-sector-is-starting-to-improve> (дата обращения: 10.01.2020).
7. Костарев А.С. Резервы развития угледобывающего предприятия. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2013;(S4-1):687–862.
8. Костарев А.С. Подход к оценке и реализации резервов развития угледобывающего производственного объединения. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2014;(S5):114–126.
9. Грибин Ю.Г., Попов В.Н., Рожков А.А. Системный подход к выявлению внутрипроизводственных резервов повышения эффективности социально-экономического управления горным предприятием. *Уголь*. 2017;(4):36–41. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2017-4-36-41>
10. Гибадуллин З.Р., Макшуков Ф.Х., Макарова В.А. Резервы повышения эффективности использования времени оборудования на Сибайском подземном руднике. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2011;(5):283–287.
11. Ушаков Ю.Ю. Обоснование параметров системы технического обслуживания и ремонта карьерных автосамосвалов: дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург: Урал. гос. горный ун-т; 2016. 139 с.
12. Захаров С.И. Повышение эффективности рабочих процессов угледобывающего предприятия на основе совершенствования организационно-экономических отношений: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Челябинск: Южно-Урал. гос. ун-т; 2011. 26 с.
13. Циношкин Г.М., Самойленко Г.М., Дементьева С.А., Коркина Т.А., Яблонский Н.В. Методика анализа организации производственного процесса автовскрыши. *Уголь*. 2018;(12):71–76. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-71-76>

14. Самойленко А.Г., Пронин А.С., Довженко А.С., Захаров С.И. Анализ качества организации работы вскрышного комплекса на разрезе “Харанорский”. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2018;(S50):118–123. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-12-50-118-123>

15. Галкин В.А., Макаров А.М., Захаров С.И., Полещук М.Н. Методика расчета резерва рабочего времени персонала угледобывающего предприятия для его развития. *Известия Уральского государственного горного университета*. 2019;(2):134–145. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2019-2-134-145>

16. Khojasteh Y. Production management: Advanced models, tools, and applications for pull systems. New York: Productivity Press; 2017. 228 p.

17. Kahraman M.M., Rogers W.P., Dessureault S. Bottleneck identification and ranking model for mine operations. *Production Planning & Control*.

2020;31(14):1178–1194. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1701231>

18. Bellgran M., Säfssten K. Production development: Design and operation of production systems. London: Springer-Verlag London Ltd; 2009. 340 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-495-9>

19. Рыбинский А.Б., Горохов А.В., Довженко А.С. Совершенствование управления использованием рабочего времени карьерных автосамосвалов в ОАО “Разрез Тугнуйский”. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2015;(S45-2):325–332.

20. Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Часть IV. Эксплуатация и транспортирование горной массы автосамосвалами. 1988. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293836/4293836093.htm>

References

1. Artemiev V.B., Galkin V.A., Makarov A.M. Reserves for improving the production safety and efficiency of JSC “SUEK” during the recession. *Ugol’*. 2015;(2):31–33. (In Russ.).

2. Kaplan A.V. Management of socio-economic development of a mining enterprise. Moscow: Ekonomika; 2015. 270 p. (In Russ.).

3. Popov V.N., Gribin Yu.G., Garkavenko A.N., Rozhkov A.A., Melnikova A.S. Improvement of labor efficiency, quality and performance is the basic principle of coal mining enterprises cost efficiency and competitiveness. *Ugol’*. 2018;(10):60–65. (In Russ.). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-10-60-65>

4. Brinza V.V., Galiev Zh.K., Galieva N.V. et al. The development of science in the field of environmental economics and management of enterprises of the mining and metallurgical industries of Russia. Moscow: MISiS; 2017. 402 p.

5. Fedorov A.V., Velikosel’skii A.V., Mavrin V.A., Doroshenko A.A. et al. Results of the implementation of production improvement programs in units of a coal mining enterprise. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten’ = Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2012;(S2-6):5–43. (In Russ.).

6. Flesher N., Moyo M., Rehbach S., van Niekerk E. Productivity across the global mining sector is starting to improve. McKinsey & Company. June 22, 2018. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/productivity-across-the-global-mining-sector-is-starting-to-improve> (accessed on 10.01.2020).

7. Kostarev A.S. The reserves of coal mining business. *GIAB. Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten’ = Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2013;(S4-1):687–862. (In Russ.).

8. Kostarev A.S. Approach to evaluating and implementing development reserves of a coal mining industrial association. *GIAB. Gornyi informatsionno-*

analiticheskiy byulleten’ = Mining Informational and Analytical Bulletin. 2014;(S5):114–126. (In Russ.).

9. Gribin Yu.G., Popov V.N., Rozhkov A.A. Integrated approach to identification of in-process reserves for mining enterprise social and economic management efficiency improvement. *Ugol’*. 2017;(4):36–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2017-4-36-41>

10. Gibadullin Z.R., Makshukov F.Kh., Makarova V.A. Reserves for increasing the efficiency of using equipment time at the Sibaysky underground mine. *GIAB. Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten’ = Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2011;(5):283–287. (In Russ.).

11. Ushakov Yu.Yu. Justification of the parameters of the system of maintenance and repair of mining dump trucks. Cand. Eng. Sci. Diss. Ekaterinburg: Ural State Mining Univ.; 2016. 139 p. (In Russ.).

12. Zakharov S.I. Improving the efficiency of working processes of a coal mining enterprise on the basis of improving organizational and economic relations. Cand. econ. sci. diss. Synopsis. Chelyabinsk: South Ural State Univ.; 2011. 26 p. (In Russ.).

13. Tsinoshkin G.M., Samoylenko G.M., Dementieva S.A., Korkina T.A., Yablonskikh N.V. A methodology of analyzing the automated overburden removal production setup. *Ugol’*. 2018;(12):71–76. (In Russ.). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-71-76>

14. Samoylenko A.G., Pronin A.S., Dovzhenko A.S., Zakharov S.I. Analysis of the quality of the organization of work of the complex overburden at the open-cast coal mine “Kharanorskiy”. *GIAB. Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten’ = Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2018;(S50):118–123. (In Russ.). <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-12-50-118-123>

15. Galkin V.A., Makarov A.M., Zakharov S.I., Poleshchuk M.N. Method of calculating the reserve of the working time of the coal producer staff for the purpose of its development. *Izvestiya Ural’skogo*

gosudarstvennogo gornogo universiteta = News of the Ural State Mining University. 2019;(2):134–145. (In Russ.). <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2019-2-134-145>

16. Khojasteh Y. Production management: Advanced models, tools, and applications for pull systems. New York: Productivity Press; 2017. 228 p.

17. Kahraman M.M., Rogers W.P., Dessureault S. Bottleneck identification and ranking model for mine operations. *Production Planning & Control*. 2020;31(14):1178–1194. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1701231>

18. Bellgran M., Säfsten K. Production development: Design and operation of production

systems. London: Springer-Verlag London Ltd; 2009. 340 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-495-9>

19. Rybinsky A.B., Gorokhov A.V., Dovzhenok A.S. Improvement of available machine time use control for dump trucks in Tugnuisky open pit mine. *GIAB. Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten' = Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2015;(S45-2):325–332. (In Russ.).

20. Unified mining standards for open cast mining for mining enterprises. Part IV Excavation and transportation of rock mass by dump trucks. 1988. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293836/4293836093.htm> (In Russ.).

Информация об авторах

Чернов Александр Игоревич – первый зам. ген. директора ООО «Разрез Восточный», 674054, Забайкальский край, Улётовский район, станция Голубичная, Дорожная ул., д. 17, chernovai@suek.ru

Коркина Татьяна Александровна – д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры Государственного и муниципального управления, зав. лабораторией управления развитием персонала НИИОГР, Челябинский государственный университет, 454048, Челябинск, ул. Энтузиастов, д. 30; профессор кафедры Менеджмента Южно-Уральского государственного университета (Национального исследовательского университета), 454080, Челябинск, просп. Ленина, д. 76, kort2005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9555-2734>

Овешников Юрий Михайлович – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой открытых горных работ, Забайкальский государственный университет, 672000, Чита, ул. Кастринская, д. 1, oym.zabgu@mail.ru

Information about the authors

Aleksandr I. Chernov – 1st Deputy CEO "Vostochniy mine" LLC, 17 Dorozhnaya Str., Golubichnaya Station, Ul'yatovskiy District, Transbaikalian Territory 674054, Russian Federation, chernovai@suek.ru

Tatyana A. Korkina – Dr. Sci. (Econ.), Professor, Professor of the Department of State and Municipal Management; Head of Laboratory of Management of Staff Development (NIIOGR), Chelyabinsk State University, 30 Entuziastov Str., Chelyabinsk 454048, Russian Federation; Professor of the Department of Management, South Ural State University, 76 Leninskiy Ave., Chelyabinsk 454080, Russian Federation, kort2005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9555-2734>

Yuriy M. Oveshnikov – Dr. Sci. (Eng.), Head of Open Cast Mining Department, Professor, Transbaikalian State University, 1 Kastrinskaya Str., Chita 672000, Russian Federation, oym.zabgu@mail.ru

Поступила в редакцию 13.03.2020; поступила после доработки 10.02.2021; принята к публикации 11.03.2021

Submitted 13.03.2020; Revised 10.02.2021; Accepted 11.03.2021