

Повышение операционной эффективности деятельности угольного разреза посредством цифровизации процессов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-79-84>

Основой эффективной деятельности угледобывающего предприятия являются качественные трудовые и технологические процессы. Для удержания процессов на требуемом уровне качества необходим их мониторинг. Развитие цифровых технологий позволяет организовать удаленное наблюдение за процессом по всем ключевым точкам, визуализировать отклонения процессов от заданных параметров. На этой основе возможно принятие адекватных управленческих решений, которые позволяют своевременно скорректировать процесс до появления недопустимых результатов. Использование шаблонного программного обеспечения не всегда позволяет формировать требуемые под условия предприятия отчеты. Поэтому на предприятии Восточной горнорудной компании – Солнцевском угольном разрезе было принято решение о разработке собственных программных средств. Их разработка и использование на угольном разрезе позволили за 2022 г. повысить операционную эффективность в 1,09-1,15 раза по основным показателям и до 1,4 раза по отдельным операциям.

Ключевые слова: процесс, цифровизация, угольный разрез, деятельность, операционная эффективность, мониторинг, производительность.

Для цитирования: Черских О.И., Минаков В.С., Назарян С.А. Повышение операционной эффективности деятельности угольного разреза посредством цифровизации процессов // Уголь. 2023. № 3. С. 79-84. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-3-79-84.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение конкурентоспособности горнодобывающей компании и предприятия основано на непрерывном повышении эффективности и производительности производства. Развитие цифровых технологий позволяет наладить мониторинг процессов в online-режиме, на основе которого возможно выявлять начинающиеся отклонения от стандартного режима, принимать управленческие решения и разрабатывать меры по улучшению процессов [1, 2, 3, 4, 5].

ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССАМИ

На Солнцевском угольном разрезе, являющемся основным угледобывающим предприятием ООО «Восточная горнорудная компания» (ВГК), работают одновременно более 250 единиц техники в 25 вскрышных забоях. Привычной является ситуация, что ли-



ЧЕРСКИХ О.И.

Канд. техн. наук,
директор ООО «Солнцевский
угольный разрез»,
694910, г. Шахтерск, Россия,
e-mail: cherskikhoi@eastmining.ru



МИНАКОВ В.С.

Директор по охране труда
и промышленной безопасности
ООО «Восточная
горнорудная компания»,
123100, г. Москва, Россия,
e-mail: minakovvs@eastmining.ru



НАЗАРЯН С.А.

Канд. техн. наук,
руководитель функционального
направления операционной
эффективности
ООО «Восточная
горнорудная компания»,
123100, г. Москва, Россия

нейный руководитель находится непосредственно на горных работах [6, 7], но при этом он в текущий момент времени видит ограниченную область своей зоны ответственности. Современные цифровые технологии позволяют организовать наблюдение за всей зоной ответственности каждого руководителя предприятия в текущий момент времени. Поэтому в ВГК в 2020 г. было принято решение использовать цифровые технологии для мониторинга основных технологических процессов [8, 9]. Эта тенденция наблюдается на многих предприятиях [10, 11, 12].



Рис. 1. Вид диспетчерской
Fig. 1. View of the Control Room



Рис. 2. Вид ситуационно-аналитического центра
Fig. 2. View of the Situation Analysis Centre

Этапы освоения управления процессами посредством их цифровизации представлены в *таблице*.

На первом этапе использовались шаблонные программные средства для индустрии от поставщика ПО, осуществлялись сбор информации об объемах производства и простоях диспетчерами и формирование статистических отчетов производственной службой.

На *рис. 1* представлено помещение диспетчерской.

Затем началась кастомизация, т.е. индивидуализация под конкретные запросы предприятия шаблонного программного обеспечения для повышения

эффективности управления производством. Минусами этого процесса являлись: длительный срок создания дополнительных отчетов и дашбордов на базе автоматической системы диспетчеризации; высокая стоимость; отсутствие унифицированных средств интеграции с имеющимися системами. При этом не была решена задача автоматического распределения самосвалов между экскаваторами, осуществляющими погрузку горной массы, т.е. балансировки экскаваторно-автомобильных комплексов.

Были организованы «пилотные смены» с участием в работе профильных экспертов (ремонт, автотранспорт, горные работы, операционная эффективность), в которых велось опробование управления производством «по приборам» для возможности сравнения с результатами обычного управления и выявления необходимых доработок в программном обеспечении.

В 2022 г. началось создание собственной комплексной цифровой платформы OES для управле-

Этапы цифровизации на Солнцевском угольном разрезе

Digitalization stages at the Solntsevo coal strip mine

| Год | Этап | Задачи |
|------|--|---|
| 2020 | Запуск шаблонной автоматизированной системы диспетчеризации (АСД) и ее развитие | Сбор данных о состоянии и месторасположении техники; Визуализация объектов на карте; Формирование базовой аналитики о простоях, загрузке самосвалов, скорости движения; Настройка автоматического распределения самосвалов между комплексами |
| 2021 | Начало создания собственной платформы | Базовый дашборд по управлению производительностью; Монитор событий – управление по отклонениям; Аномалии на дорогах – управление состоянием дорог; Производственные соревнования |
| 2022 | Цифровая платформа управления производством (OES) – начало | Развитие существующих модулей и добавление новых; Создание цифровых советчиков; Создание механизмов взаимосвязи результатов работы с оплатой, оценка смены онлайн; Запуск алгоритмов балансировки комплексов |
| 2023 | OES – развертывание | Полный переход на собственную цифровую платформу; Охват базовых процессов советчиками на основе искусственного интеллекта, в том числе решение транспортной задачи |

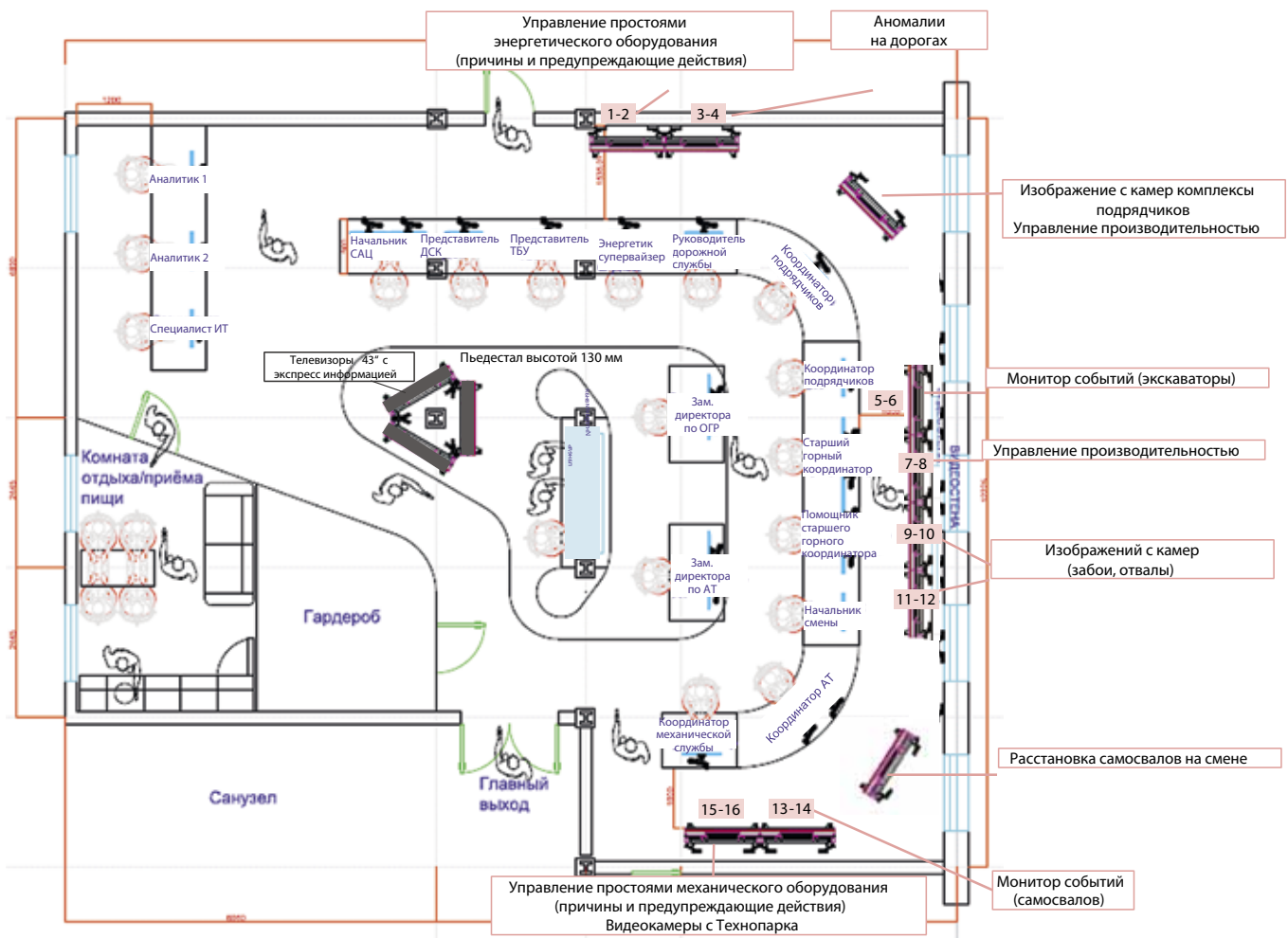


Рис. 3. Конфигурация ситуационно-аналитического центра
 Fig. 3. Configuration of the Situation Analysis Centre

ния производством. В это же время осуществлен запуск ситуационно-аналитического центра – команды координаторов по направлениям деятельности для обеспечения слаженной и взаимосвязанной работы служб. Начато формирование культуры качественного реагирования на отклонения процесса от норм.

Общий вид ситуационно-аналитического центра и его конфигурация представлены на рис. 2 и 3.

С июня 2022 г. начат переход на управление сменой («по приборам») из ситуационно-аналитического центра кросс-функциональной командой по направлениям:

- балансировка экскаваторно-автомобильных комплексов;
- расшивка узких мест дорожной инфраструктуры для повышения скорости движения карьерных автосамосвалов;
- сокращение длительности регламентных простоев посредством организации подменных водителей на время обедов и пересменок;
- контроль за оперативным выходом в работу самосвалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ

Пример сменного дашборда (интерактивной информационной панели, которая визуализирует данные) по рабо-

те экскаваторно-автомобильных комплексов представлен на рис. 4. Он позволяет анализировать ход процесса и возникающие в нем отклонения. На нем отражены такие показатели как: баланс автосамосвалов между комплексами, простои, цикличность работы, плановые показатели, нормативные параметры процессов и отклонения от них.

На основе данных учета организовано производственное соревнование. Набор объективных индивидуальных и экипажных показателей рассчитывается онлайн и транслируется на экранах, а также доступен через мобильные устройства. В приложениях предоставляются детальная информация о лидерстве, отставании, персональные и экипажные рейтинги (рис. 5).

По текущим показателям принимаются управленческие решения о перераспределении автосамосвалов между экскаваторами, выводе самосвала на ремонт (рис. 6).

Для повышения эффективности использования топлива были разработаны: положение о мотивации за экономию топлива на основе долевого участия, дашборд по удельному расходу топлива для оперативного информирования водителей; установлены дорожные знаки с рекомендацией скоростного режима, памятки по бережливому стилю вождения; осуществляется автоматическое информиро-

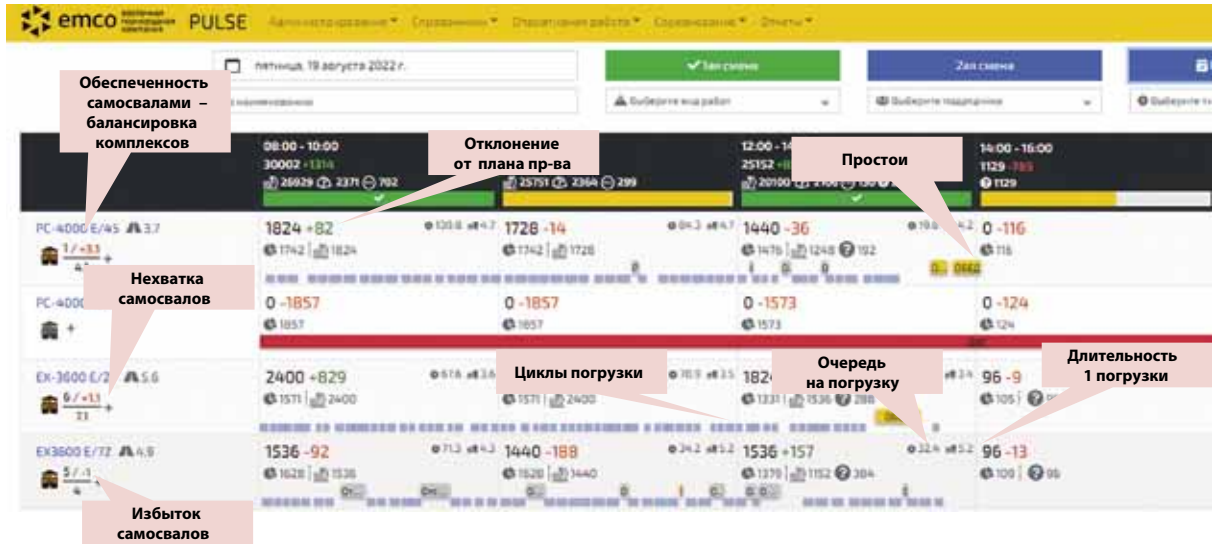
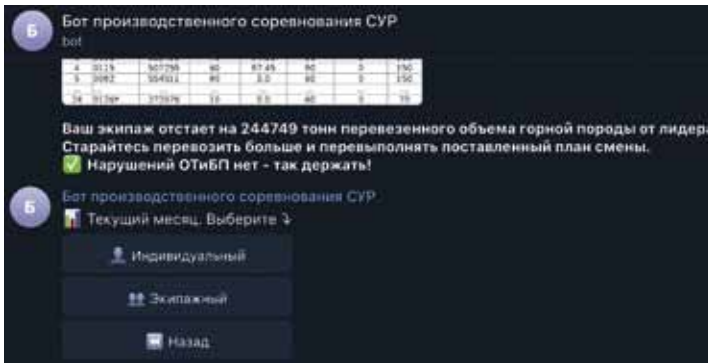


Рис. 4. Пример сменного дашборда
Fig. 4. Example of a shift dashboard



Рейтинг экипажей с начала соревнований

| Место | Самосвал | Баллы |
|-------|----------|-------|
| 1 | 0120 | 3 |
| 1 | 0119 | 3 |
| 1 | 0093 | 3 |
| 1 | 0131 | 3 |
| 2 | 0124 | 2 |
| 2 | 0116 | 2 |
| 3 | 0115 | 1 |
| 3 | 0086 | 1 |
| 3 | 0092 | 1 |
| 3 | 0091 | 1 |

Рис. 5. Пример информации о ходе производственных соревнований
Fig. 5. Example of the information on the progress of the production competition

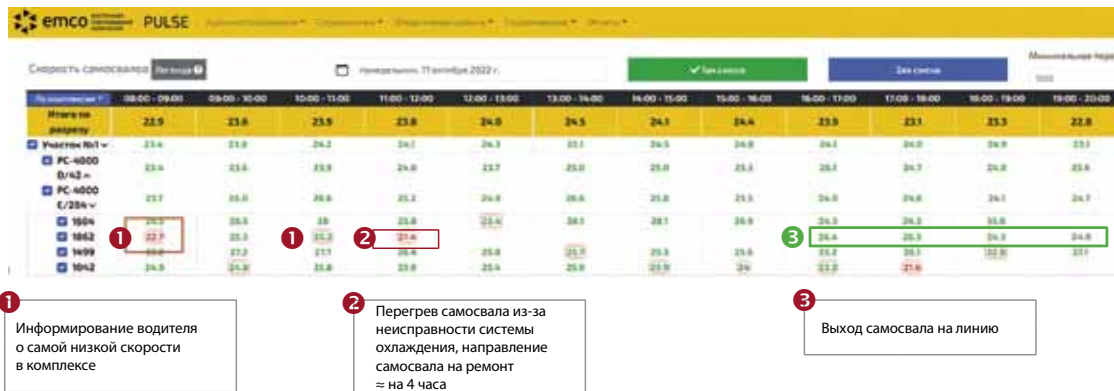
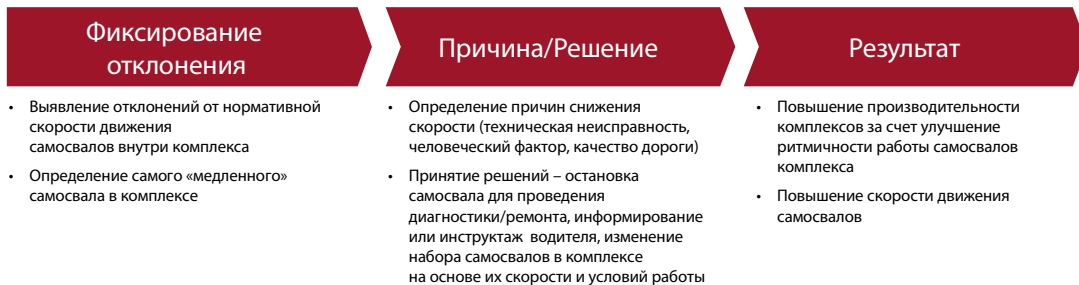


Рис. 6. Примеры принятия управленческих решений по обеспечению ритмичной работы автосамосвалов
Fig. 6. Examples of management decision made to ensure smooth operation of dump trucks

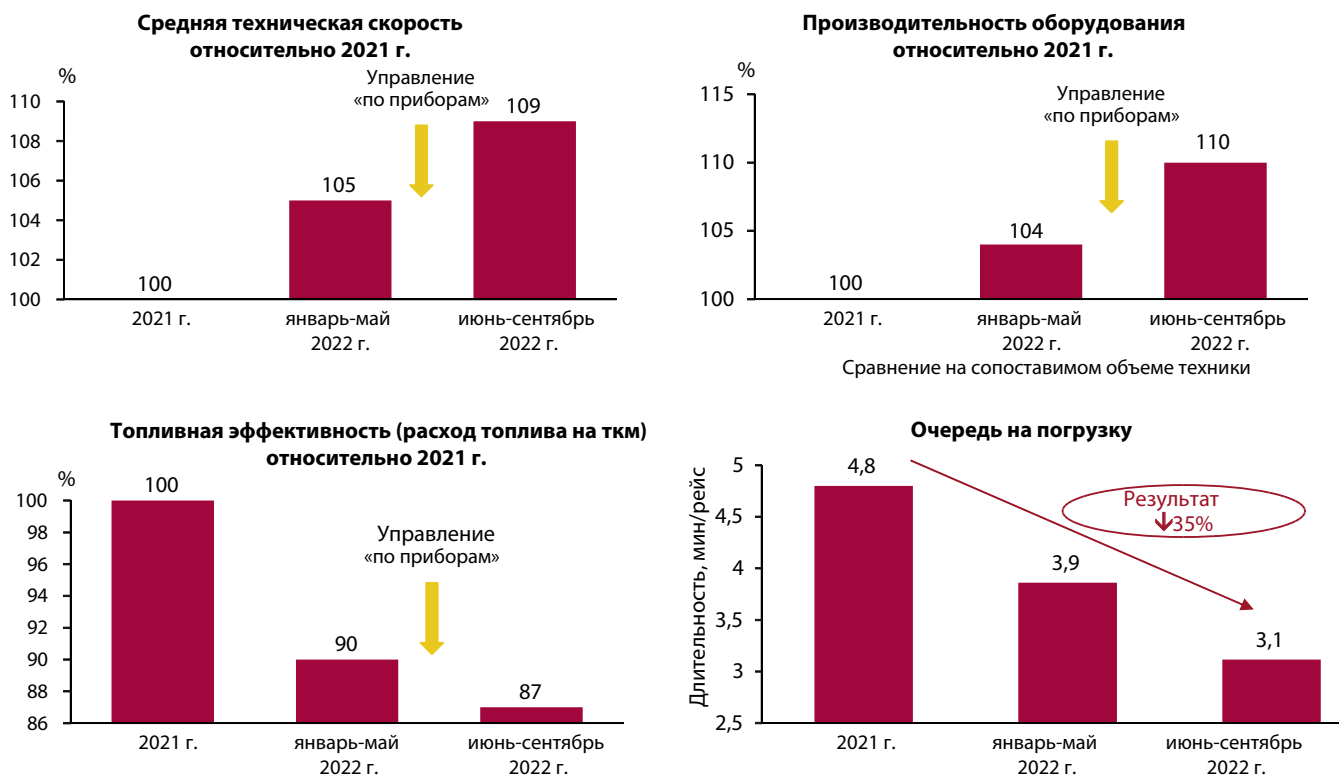


Рис. 7. Динамика производственных показателей работы автосамосвалов
 Fig. 7. Dynamics of dump truck production performance

вание водителей о превышении оборотов ДВС и простоях самосвалов с включенным ДВС; изготовлен «Цифровой помощник», для которого тестируется математическая модель с рекомендациями по экономичному вождению автосамосвалов с использованием педали газа и динамического тормоза.

В результате повышены средняя техническая скорость и производительность оборудования, снижен удельный расход топлива и уменьшено время ожидания погрузки (рис. 7).

Важным условием повышения операционной эффективности деятельности предприятия является обеспечение безопасности труда. В этом направлении на предприятии формируется система управления рисками, которая позволяет выявлять характерные для процессов опасные производственные ситуации, разрабатывать и реализовывать меры по их недопущению либо устранению [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровизация процессов позволяет организовать удаленный мониторинг, на основе которого возможно в online-режиме выявлять и количественно оценивать отклонения процессов от заданных параметров, принимать своевременные решения по обеспечению производительности и ритмичности работы оборудования, необходимых для достижения плановых показателей.

Список литературы

1. Магруппова З.М., Кольцов С.Г. Стратегии достижения конкурентного преимущества на основе цифровизации и информатиза-

ции производственных процессов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2020. № 12. С. 4-9.

2. Попов Н.А. Оптимизация производственных процессов в условиях цифровизации // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2019. Т. 10. № 1. С. 28–35. DOI: 10.17747/2618-947X-2019-1-28-35.

3. Yi Zhao, Shaoqi Kong. Firms' openness in specialized search and digital innovation among process-oriented mining enterprises: A moderated mediation model // Resources Policy. 2022. Vol. 75. 102466. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102466> (дата обращения: 15.02.2023).

4. Xinyi Du, Kangqi Jiang. Promoting enterprise productivity: The role of digital transformation // Borsa Istanbul Review. 2022. Vol. 22. Is. 6. P. 1165-1181. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bir.2022.08.005> (дата обращения: 15.02.2023).

5. Yongzhang Peng, Changqi Tao. Can digital transformation promote enterprise performance? – From the perspective of public policy and innovation // Journal of Innovation & Knowledge. 2022. Vol. 7. Is. 3. 100198. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100198> (дата обращения: 15.02.2023).

6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» от 10 ноября 2020 года № 436. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573140270> (дата обращения: 15.02.2023).

7. Должностные инструкции начальников участков.

8. Восточная горнорудная компания наращивает объемы добычи и отгрузки угля // Уголь. 2020. №3. С. 30-31. URL: <http://www.ugolino.ru/Free/032020pdf> (дата обращения: 15.02.2023).

9. Площенко С.А. Инструменты повышения операционной эффективности в угледобывающей отрасли на примере ООО «Восточ-

- ная Горнорудная Компания» // Горная промышленность. 2021. № 2. С. 16-20.
10. Горнорудная промышленность России: основные тенденции / Профессиональная конференция и технический визит. Горнорудная промышленность России. Строительство и модернизация. 24-25 марта 2021. Курск. URL: <https://metalmininginfo.kz/wp-content/uploads/2020/12/Горнорудная-промышленность-России-2020.-Основные-тенденции.pdf> (дата обращения: 15.02.2023).
 11. Буйницкий А.И., Степанов А.А., Поleshchuk М.Н. Учет и контроль производительного времени работы карьерных автосамосвалов // Проблемы недропользования: Сетевое периодическое научное издание. Рецензируемый сборник научных статей / ФГБУН ИГД Уро РАН. 2016. Вып. 1. С. 95-104. URL: <https://trud.igduran.ru/edition/8> (дата обращения: 15.02.2023).
 12. Тлеубердиева С.С., Аманжолов Ж.М. Цифровизация логистических процессов на предприятии // Наука среди нас. 2019. № 4. С. 414-419.
 13. Черских О.И., Минаков В.С., Галкин А.В. Освоение системы управления рисками персоналом Солнцевоугольного разреза // Уголь. 2022. № 10. С. 40-44. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-10-40-44.

Original Paper

UDC 622.271:622.013.3 © O.I. Cherskikh, V.S. Minakov, S.A. Nazaryan, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 3, pp. 79-84
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-79-84>

Title
IMPROVING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF A COAL MINE THROUGH DIGITALISATION OF PROCESSES

Authors

Cherskikh O.I.¹, Minakov V.S.², Nazaryan S.A.²

¹ Solntsevsky Coal Mine LLC, Shakhtersk, 694910, Russian Federation

² East Mining Company LLC, Moscow, 123100, Russian Federation

Authors Information

Cherskikh O.I., PhD (Engineering), Director,

e-mail: cherskikhoi@eastmining.ru

Minakov V.S., Director for Labour Protection and Industrial Safety,

e-mail: minakovvs@eastmining.ru

Nazaryan S.A., PhD (Engineering), Head of the Functional Area of Operational Excellence

Abstract

The foundation for the efficient operation of a coal mining company is the high quality of its labour and technological processes. Monitoring is essential to keep the processes at the required level of quality. The advances in digital technology make it possible to remotely monitor the process at all its key points, and to visualize any process deviations from the specified parameters. This basis makes it possible to take adequate management decisions that allow for timely correction of the process before any adverse results emerge. The use of template-based software does not always make it possible to generate reports required for the conditions of a particular company. Therefore, the Solntsevo coal strip mine, a part of the East Mining Company LLC, decided to develop its own software tools. Their development and implementation at the coal mine allowed to increase the operating efficiency by 1.09-1.15 times for key indicators and up to 1.4 times for some operations in 2022.

Keywords

Process, Digitalization, Coal mine, Operation, Operational efficiency, Monitoring, Productivity.

References

1. Magrupova Z.M. & Koltsov S.G. Strategies to gain competitive advantage based on digitalization and informatization of production processes. *Evrasijskij soyuz uchyonyh*, 2020, (12), pp. 4-9. (In Russ.).
2. Popov N.A. Implementing lean operations in a digital environment. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment*, 2019, Vol. 10, (1), pp. 28-35. (In Russ.). DOI: 10.17747/2618947X201912835.
3. Yi Zhao & Shaoqi Kong. Firms' openness in specialized search and digital innovation among process-oriented mining enterprises: A moderated mediation model. *Resources Policy*, 2022, (75), 102466. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102466> (accessed 15.02.2023).
4. Xinyi Du & Kangqi Jiang. Promoting enterprise productivity: The role of digital transformation. *Borsa Istanbul Review*, 2022, Vol. 22, (6), pp. 1165-1181. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bir.2022.08.005> (accessed 15.02.2023).

5. Yongzhang Peng & Changqi Tao. Can digital transformation promote enterprise performance? – From the perspective of public policy and innovation. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2022, Vol. 7, (3), 100198. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100198> (accessed 15.02.2023).
6. Safety rules for open pit coal mining' Federal Norms and Rules in Industrial Safety as of November 10, 2020, No. 436. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573140270> (accessed 15.02.2023). (In Russ.).
7. Job descriptions for site managers. (In Russ.).
8. Eastern Mining Company increases in the volume of coal production and shipment. *Ugol'*, 2020, (3), pp. 30-31. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032020pdf> (accessed 15.02.2023). (In Russ.).
9. Ploschenko S.A. Tools to improve operational efficiency in the coal mining industry as exemplified by East Mining Company LLC. *Gornaya promyshlennost'*, 2021, (2), pp. 16-20. (In Russ.).
10. Mining industry of the Russian Federation: Major trends / Professional Conference and Technical Visit. Mining industry of the Russian Federation. Construction and renovation. March 24-25, 2021, Kursk. Available at: <https://metalmininginfo.kz/wp-content/uploads/2020/12/Горнорудная-промышленность-России-2020.-Основные-тенденции.pdf> (accessed 15.02.2023). (In Russ.).
11. Buynitsky A.I., Stepanov A.A. & Poleshchuk M.N. Accounting and monitoring of the dump trucks productive time // Problemy nedropol'zovaniya: Network periodical scientific publication. Reviewed collection of scientific articles / Institute of Mining of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, 2016, Issue 1, pp. 95-104. Available at: <https://trud.igduran.ru/edition/8> (accessed 15.02.2023). (In Russ.).
12. Tleuberdiyeva S.S. & Amanzholov Zh.M. Digitalization of logistics processes of an enterprise. *Nauka sredi nas*, 2019, (4), pp. 414-419. (In Russ.).
13. Cherskikh O.I., Minakov V.S. & Galkin A.V. Mastering the risk management system by personnel of the Solntsevo coal strip mine. *Ugol'*, 2022, (10), pp. 40-44. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-10-40-44.

For citation

Cherskikh O.I., Minakov V.S. & Nazaryan S.A. Improving the operational efficiency of a coal mine through digitalisation of processes. *Ugol'*, 2023, (2), pp. 79-84. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-79-84.

Paper info

Received December 28, 2022

Reviewed January 15, 2023

Accepted February 27, 2023

SURFACE MINING