

Код МРНТИ 52.01.85:52.13.17

А. А. Бояндинова, *Ж. А. Адилханова

Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «Институт горного дела им. Д. А. Кунаева» (г. Алматы, Казахстан)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ МОЩНОСТЕЙ ГОРНО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАРЬЕРОВ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы совершенствования информационного обеспечения управления воспроизводством производственных мощностей горно-транспортных комплексов карьеров, представлены структура информационного обеспечения и блок-схема алгоритма информационно-программного комплекса. Разработанное решение обеспечивает интеграцию данных эксплуатации в едином информационном пространстве и поддержку принятия решений по техническому обслуживанию и обновлению оборудования. Методическая основа комплекса базируется на дифференциальной диагностике мощностей и оценке рентабельности функционирования ГТК, что позволяет учитывать техническое состояние и экономическую эффективность эксплуатации при формировании управленческих решений. Реализация подхода обеспечивает многовариантный анализ сценариев, повышение обоснованности планирования ремонтов и оптимизацию использования производственных ресурсов.

Ключевые слова: информационное обеспечение, горно-транспортный комплекс, производственная мощность, управление, эффективность, оптимизация, карьер.

Карьерлердің тау-кен-көлік кешендерінің қуаттарын басқаруды ақпараттық қамтамасыз етуді жетілдіру

Андатпа. Мақалада карьерлердің тау-кен-көлік кешендерінің өндірістік қуаттарын өндіруді басқаруды ақпараттық қамтамасыз етуді жетілдіру мәселелері қаралды, ақпараттық қамтамасыз ету құрылымы және ақпараттық-бағдарламалық кешен алгоритмінің блок-схемасы ұсынылды. Өзірленген шешім пайдалану деректерін бірыңғай ақпараттық кеңістікте біріктіруді және жабдыкка техникалық қызмет көрсету және жанарту бойынша шешімдер қабылдауды қолдауды қамтамасыз етеді. Кешеннің әдістемелік негізі қуаттардың дифференциалды диагностикасына және басқарушылық шешімдерді қалыптастыру кезінде пайдаланудың техникалық жағдайы мен экономикалық тиімділігін ескеруге мүмкіндік беретін ТКЖ жұмысының рентабельділігін бағалауға негізделген. Тәсілді іске асыру сценарийлерді көп нұсқалы талдауды, жөндеуді жоспарлаудың негізділігін арттыруды және өндірістік ресурстарды пайдалануды оңтайландыруды қамтамасыз етеді.

Түйінді сөздер: ақпараттық қамтамасыз ету, тау-кен көлік кешені, өндірістік қуат, басқару, тиімділік, оңтайландыру, карьер.

Improvement of information support for capacity management of mining and transport complexes of open-pit

Abstract. This article examines the improvement of information support for managing the reproduction of production capacities of open-pit mining and transport systems. It presents the structure of the information support and a flowchart of the algorithm for the software and information system. The developed solution integrates operational data into a single information space and supports decision-making on equipment maintenance and upgrades. The methodological basis of the system is based on differential capacity diagnostics and an assessment of the profitability of the mining and transport system, which allows for consideration of the technical condition and economic efficiency of operation when formulating management decisions. Implementation of this approach enables multivariate scenario analysis, improved validity of repair planning, and optimized use of production resources.

Key words: information support, mining and transport complex, production capacity, management, efficiency, optimization, open-pit.

Введение

В условиях интенсивной эксплуатации горной техники обеспечение и повышение ее ресурсного потенциала являются одними из ключевых задач повышения эффективности горнодобывающего производства. Решение данной задачи связано с организацией эффективной системы управления техническим состоянием оборудования, учитывающей факторы, влияющие на его надежность, производительность и срок службы [1]. Комплексное управление процессами технического обслуживания и ремонта позволяет планировать и координировать мероприятия по поддержанию работоспособности техники, контролировать качество их выполнения и своевременно принимать решения, направленные на предотвращение отказов [2]. В современных условиях особую значимость приобретает переход от реактивного к проактивному управлению эксплуатацией оборудования, основанному на прогнозировании его технического состояния и анализе эксплуатационных данных [3].

Современное горнодобывающее производство характеризуется усложнением технологических процессов, увеличением масштабов работ и ужесточением требований к эффективности использования производственных ресурсов [4]. В связи с этим возрастает потребность во внедрении современных систем мониторинга, диагностики и планирования, обеспечивающих информаци-

онную поддержку принятия управленческих решений [5–8]. Их применение способствует повышению надежности оборудования, сокращению эксплуатационных затрат и более рациональному использованию производственного потенциала предприятий.

Особое значение для обеспечения устойчивого функционирования горнодобывающих предприятий имеет управление процессами воспроизводства производственных мощностей горно-транспортных комплексов (ГТК) карьеров. Эффективность функционирования ГТК во многом определяется уровнем технической готовности оборудования, своевременностью его обновления и сбалансированностью структуры парка оборудования. В связи с этим актуальной научно-практической задачей является совершенствование информационно-аналитического обеспечения процессов управления воспроизводством производственных мощностей, направленное на повышение обоснованности управленческих решений и эффективности использования производственных ресурсов.

Методы исследования

В основу исследования положен системный подход к анализу и управлению процессами воспроизводства производственных мощностей горно-транспортных комплексов, который рассматривает горно-транспортную систему как иерархически организованную совокупность взаимос-

вязанных технических, технологических и организационно-экономических элементов.

В ходе работы применялись методы функционального анализа, позволившие выделить основные элементы системы управления производственными мощностями и определить характер их взаимодействия в рамках технологического процесса. Для оценки состояния и динамики изменения производственного потенциала использовались методы анализа эксплуатационных данных, включая обработку показателей технической готовности, надежности и эффективности использования горнотранспортного оборудования.

При разработке подходов к управлению воспроизводством мощностей применялись методы экономико-математического моделирования, обеспечивающие формализацию зависимостей между параметрами структуры парка оборудования, уровнем его загрузки и экономическими результатами эксплуатации. Это позволило обосновать рациональные пропорции обновления производственных ресурсов.

Для оценки эффективности принимаемых управленческих решений были использованы методы вариантов и сравнительного анализа, основанные на сопоставлении различных сценариев эксплуатации и обновления горно-транспортного парка с учетом ограничений по производственной мощности и нормативным срокам службы оборудования.

Дополнительно были применены методы имитационного моделирования, позволяющие исследовать поведение системы в условиях изменяющихся внешних и внутренних факторов, а также методы прогнозирования, направленные на оценку перспективного состояния производственных мощностей и потребности в их воспроизводстве.

Информационной базой исследования послужили данные о технической эксплуатации, ремонте и обновлении горно-транспортного оборудования горнодобывающих предприятий, а также нормативно-методические материалы, регламентирующие процессы управления производственными мощностями.

Результаты

В статье представлены результаты работ по совершенствованию информационно-аналитического обеспечения для поддержки процессов управления воспроизводством производственных мощностей горно-транспортных комплексов карьеров. Разрабатываемое решение ориентировано на автоматизацию процессов сбора, обработки и анализа эксплуатационных данных, а также на информационную поддержку принятия управленческих решений в области технической эксплуатации и развития производственных мощностей.

Данный комплекс функционирует как составной элемент корпоративной системы управления геотехнологическим производством и интегрируется с подсистемами календарного планирования, мониторинга работы оборудования и управления транспортными процессами [9–10]. Взаимодействие с другими компонентами информационной инфраструктуры обеспечивает формирование едино-

го информационного пространства, необходимого для повышения эффективности управления производственными активами и обеспечения устойчивого функционирования горно-транспортных комплексов [11].

Общая структура информационного обеспечения системы управления процессами воспроизводства производственных мощностей представлена на рис. 1.

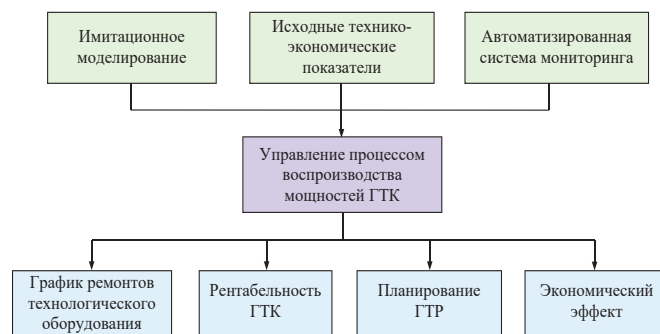


Рис. 1. Структура информационного обеспечения системы управления производственными мощностями ГТК.

Сурет 1. ТКК кешенінің өндірістік қуаттарын басқару жүйесін ақпараттық қамтамасыз ету құрылымы.

Figure 1. The structure of information support for the MTC production capacity management system.

Функциональные возможности информационно-аналитического управления производственными мощностями горно-транспортных комплексов обеспечивают:

- *оценку технического состояния и определение рациональных сроков эксплуатации оборудования с целью своевременного принятия решений о его модернизации, замене или выводе из эксплуатации;*
- *формирование и актуализацию планов технического обслуживания, ремонтов и воспроизводства производственных мощностей с учетом эксплуатационных и производственных факторов;*
- *анализ влияния возраста оборудования, показателей технической готовности, производительности и экономической эффективности на целесообразность его дальнейшего использования;*
- *поддержание оптимальной структуры и технического уровня парка оборудования на основе комплексной оценки его жизненного цикла и прогнозирования потребности в обновлении производственных мощностей;*
- *информационно-аналитическую поддержку оперативного планирования и управления процессами воспроизводства мощностей горно-транспортных комплексов, обеспечивающую сбалансированность производственных ресурсов и рациональное распределение нагрузки между технологическими звеньями;*
- *оптимизацию параметров эксплуатации оборудования с учетом нормативов, производственных планов и требований к эффективности использования ресурсов;*
- *обеспечение согласованного функционирования горного и транспортного оборудования посредством учета взаимосвязей между технологическими процессами добычи, транспортирования и разгрузки горной массы;*

– повышение обоснованности управленческих решений за счет использования данных мониторинга, прогнозных оценок и аналитических моделей управления производственными активами.

Поскольку структура парка технологического оборудования оказывает определяющее влияние на уровень производственной мощности предприятия, горно-транспортный комплекс рассматривается как многоуровневая система. Она включает как отдельные функциональные подсистемы, обеспечивающие выполнение технологических операций на производственных участках, так и интегрированный комплекс технических средств, формирующий единый производственный потенциал предприятия.

В этой связи управление процессами воспроизводства мощностей основывается на системном подходе, который предусматривает комплексный учет совокупности взаимосвязанных технических, технологических, организационных и экономических факторов, определяющих эффективность функционирования горно-транспортного комплекса. Принятие управленческих решений осуществляется на основе многовариантного анализа, результатов мониторинга технического состояния оборудования, диагностики и оценки эксплуатационных показателей технологических комплексов.

Особое внимание уделяется определению рациональных пропорций между отдельными видами технологического оборудования с учетом производственных задач, уровня загрузки и экономической эффективности их эксплуатации. Такой подход обеспечивает научно-обоснованное планирование обновления производственных мощностей, поддержание сбалансированной структуры парка оборудования и устойчивость производственных процессов на протяжении всего жизненного цикла горно-транспортного комплекса.

Функционирование информационно-программного комплекса основано на экономическом механизме, определяющем технико-организационную структуру системы машин и опирающемся на результаты многоуровневой диагностики горно-транспортного комплекса. В рамках данного подхода оценка состояния функционирующих ГТК осуществляется на двух взаимосвязанных уровнях: экспресс-оценке экономических и производственных показателей и углубленной диагностике технического состояния.

Результаты детальной диагностики позволяют сформировать комплексную оценку («диагноз») состояния исследуемого технологического комплекса с учетом его эксплуатационных особенностей, выполнить прогнозирование возможных последствий и рисков развития выявленных отклонений, а также определить резервы повышения эффективности использования существующих производственных мощностей.

Рентабельность функционирования ГТК карьера, предложенная в работе [10], представляет собой один из ключевых интегральных показателей эффективности его функционирования и отражает совокупный результат использования производственных ресурсов в системе горно-транспортного обеспечения. Применение данного показателя обеспечивает более обоснованную количественную оценку уровня вовлеченности и эффективности

использования производственных мощностей, а также служит основой для принятия управленческих решений, направленных на повышение экономической результативности эксплуатации оборудования.

Формирование уровня рентабельности продукции горно-транспортного комплекса осуществляется под влиянием комплекса взаимосвязанных производственно-экономических факторов, включающих горно-геологические условия разработки месторождения, технологические параметры ведения горных работ, уровень ценовой конъюнктуры на продукцию и ресурсы производства, структуру и уровень затрат, а также параметры системы оплаты труда. Между предприятиями наблюдается существенная вариативность значений данного показателя, обусловленная различиями в горно-геологических, горнотехнических, технологических и организационно-экономических условиях функционирования производственных систем.

Повышение рентабельности функционирования горно-транспортного оборудования достигается за счет комплекса взаимосвязанных организационно-технических и экономических мероприятий, включая увеличение стоимости реализуемой товарной руды, снижение удельных затрат на транспортирование горной массы, повышение эффективности использования основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств, рост производительности труда, минимизацию простоев и непроизводительных потерь рабочего времени, а также совершенствование системы организационного управления и диспетчеризации транспортных процессов.

В настоящее время функционал программного модуля ориентирован на формирование графиков технического обслуживания и ремонтов основного технологического оборудования, включая экскаваторы, автосамосвалы и локомотивосоставы. В перспективе предусмотрено расширение информационной модели системы за счет включения объектов транспортной инфраструктуры карьера, таких как автомобильные дороги и схема путевого развития, что позволит повысить полноту учета факторов, влияющих на организацию и эффективность транспортных процессов.

Угруппированная блок-схема алгоритма функционирования информационно-программного комплекса представлена на рис. 2.

На первом этапе (блок 1) осуществляется формирование и структурирование исходной информационной базы, необходимой для выполнения расчетных и аналитических процедур комплекса.

Исходные данные организованы в виде структурированных таблиц и дифференцированы по трем основным группам для каждого типа оборудования. Первая группа включает эксплуатационную информацию (дата ввода в эксплуатацию, суммарная наработка, а также сведения о завершенных ремонтных воздействиях с указанием их вида и даты выполнения). Вторая группа содержит нормативно-производственные параметры, характеризующие показатели производительности оборудования. Третья группа включает нормативы ремонтных воздействий, в том числе регламентированные сроки и продолжительность выполнения различных видов ремонтов.

Для обеспечения корректного функционирования про-



Рис. 2. Укрупненная блок-схема алгоритма функционирования информационно-программного комплекса.

Сурет 2. Ақпараттық-бағдарламалық кешеннің жұмыс істеу алгоритмінің үлкейтілген блок-схемасы.
Figure 2. A simplified block diagram of the algorithm for operation of the information and software complex.

граммного модуля требуется предварительное заполнение всех входных информационных таблиц, после чего становится возможным выполнение расчетных процедур по планированию ремонтов горно-транспортного оборудования.

На этапе обработки данных (блок 2) осуществляется верификация полноты и корректности заполнения входной информационной базы. При выявлении отсутствующих или некорректно введенных значений формируется диагностическое сообщение с указанием соответствующей таблицы и характера выявленного несоответствия, что обеспечивает контроль качества исходных данных.

В блоке 3 выполняется расчет плановых ремонтных воздействий для горно-транспортного оборудования на заданный плановый период. Результаты расчетов формируются в виде выходных таблиц, содержащих сведения о видах ремонтов (текущие ремонты и капитальный ремонт), а также о планируемых сроках начала и завершения ремонтных работ по каждой единице оборудования.

На основании полученных результатов в блоке 4 осуществляется формирование календарно-сетевых графиков ремонтов для каждой единицы горного и транспортного оборудования с дифференциацией по видам ремонтных работ.

Обсуждение результатов

Представленные результаты свидетельствуют о том, что проведенные работы обеспечивают комплексный переход к интегрированному управлению процессами производ-

ства производственных мощностей горно-транспортных комплексов. Ключевым эффектом является объединение функций мониторинга, диагностики, планирования и оптимизации в едином информационном контуре, что повышает согласованность принимаемых управленческих решений.

Использование многоуровневой диагностики позволяет рассматривать состояние горно-транспортного комплекса не только с позиции текущих производственных показателей, но и с учетом его технического состояния и экономической эффективности. Такой подход обеспечивает формирование более обоснованных управленческих решений, ориентированных на предотвращение отказов и повышение эффективности использования оборудования.

Важным результатом является реализация многовариантного подхода к планированию ремонтных воздействий, основанного на моделировании различных сценариев эксплуатации оборудования. Это обеспечивает возможность выбора рациональных решений с учетом ограничений по производственной мощности, нормативов технического обслуживания и экономических критериев.

Отдельного внимания заслуживает использование показателя рентабельности функционирования ГТК как интегрального критерия эффективности. Его применение позволяет увязать технические решения по обновлению и обслуживанию оборудования с конечными экономическими результатами, что усиливает практическую значимость разработанного подхода.

Заключение

В работе рассмотрены вопросы совершенствования информационного обеспечения управления производственными мощностями горно-транспортных комплексов карьеров в условиях усложнения технологических процессов и повышения требований к эффективности эксплуатации горно-транспортного оборудования. Показано, что повышение эффективности функционирования горно-транспортных систем во многом определяется уровнем развития информационно-аналитической поддержки процессов планирования, диагностики и управления техническим состоянием оборудования.

Разработанные подходы к формированию информационного обеспечения основаны на принципах системного анализа, комплексной диагностики технического состояния оборудования и использовании методов имитационного моделирования. Это позволяет обеспечить переход к многовариантному управлению процессами воспроизводства производственных мощностей с учетом фактического состояния техники, параметров эксплуатации и экономических критериев эффективности.

Реализация предложенных решений обеспечивает повышение обоснованности и оперативности управленческих решений, улучшение координации процессов технического обслуживания и ремонта, а также более рациональное использование производственных ресурсов горно-транспортных комплексов. Дополнительно достигается повышение устойчивости функционирования системы за счет учета взаимосвязей между техническим состоянием оборудования и его влиянием на производственную мощность предприятия.

Таким образом, совершенствование информационного обеспечения управления мощностями горно-транспортных комплексов карьеров создает основу для повышения эффективности их эксплуатации и формирования современного цифрового подхода к управлению производственными активами в горнодобывающей отрасли.

Благодарность

Данная статья финансировалась Комитетом промышленности Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан по ПЦФ BR23991563 «Создание инновационных ресурсосберегающих технологий добычи и комплексной переработки минерального и техногенного сырья».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пигалев И. М. Факторы повышения работоспособности горного оборудования // В поисках новых возможностей развития предприятия / под общ. ред. В. И. Усенко, А. М. Макарова. – Лисаковск; Челябинск, 2002. – С. 74–77 (на русском языке)
2. Сетевая платформа автоматизации прогнозирования отказов карьерных самосвалов / И. В. Зырянов [и др.] // Горная Промышленность. – 2024. – № 3. – С. 56–63 (на русском языке)
3. Буданов В. Г. Возможности повышения потенциала ремонтного производства // В поисках новых возможностей развития предприятия / под общ. ред. В. И. Усенко, А. М. Макарова. – Лисаковск; Челябинск, 2002. – С. 66–69 (на русском языке)
4. Šech J., Sofranko M. Экономический прогноз и оценка горнодобывающего предприятия // E + M Ekonomie a Management. – 2018. – Т. 21. – Вып. 2. – С. 38–52 (на английском языке)
5. Темкин И. О., Клебанов Д. А. Интеллектуальные системы управления горно-транспортными комплексами: современное состояние, задачи и механизмы решения // Горный информационно-аналитический бюллетень. Специальный выпуск. «Неделя Горняка – 2014». – 2014. – С. 8–13 (на русском языке)
6. Уточнение геотехнических параметров с помощью 3D-геотехнического моделирования для повышения надежности планирования горных работ / E. D. R. Aquino [и др.] // Mining Technology Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy. – 2024. – Т. 133. – Вып. 1. – С. 74–85 (на английском языке)
7. Tosun A. Определение оптимального количества самосвалов в открытом угольном карьере // Archives of Mining Sciences. – 2021. – Т. 66. – № 2. – С. 213–225 (на английском языке)
8. Обзор применения машинного обучения в планировании и составлении графиков подземных горных работ / P. Chimunhu [и др.] // Resources Policy. – 2022. – Т. 79. – Ст. 103067 (на английском языке)
9. Adilkhanova Z. A., Boyandinova A. A. Концепция системы управления технологическими процессами на карьерах // Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying, Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2018). – Албена, Болгария, 2018. – С. 191–196 (на английском языке)
10. Бояндинова А. А., Адилханова Ж. А. Научно-методическое обеспечение геоинформационных систем технологического менеджмента на карьерах: монография. – Алматы, 2020. – 210 с. (на русском языке)
11. Boyandinova A. A., Adilkhanova Z. A. Информационное обеспечение системы управления технологическими процессами на открытых карьерах // Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying, Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2020). – Албена, Болгария, 2020. – С. 441–448 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Пигалев И. М. Тау-кен жабдықтарының жұмыс қабілеттілігін арттыру факторлары // Кәсіпорын дамуының жаңа мүмкіндіктерін іздеу / жалпы ред. В. И. Усенко, А. М. Макарова. – Лисаковск; Челябинск, 2002. – Б. 74–77 (орыс тілінде)
2. Карьерлік самосвалдардың істен шығуын болжауды автоматтандырудың желілік платформасы / И. В. Зырянов [және т. б.] // Тау-кен өнеркәсібі. – 2024. – № 3. – Б. 56–63 (орыс тілінде)
3. Буданов В. Г. Жөндеу өндірісінің әлеуетін арттыру мүмкіндіктері // Кәсіпорын дамуының жаңа мүмкіндіктерін іздеу / жалпы ред. В. И. Усенко, А. М. Макарова. – Лисаковск; Челябинск, 2002. – Б. 66–69 (орыс тілінде)
4. Šech J., Sofranko M. Тау-кен кәсіпорынының экономикалық болжамы және бағалауы // E + M Ekonomie a Management. – 2018. – Т. 21. – Шығ. 2. – Б. 38–52 (ағылшын тілінде)
5. Темкин И. О., Клебанов Д. А. Тау-кен көлік кешендерін басқарудың зияткерлік жүйелері: қазіргі жағдайы, міндеттері мен шешу тетіктері // Тау-кен ақпараттық-талдау Бюллетені. Арнайы шығарылым. «Кеншілер Апталығы – 2014». – 2014. – Б. 8–13 (орыс тілінде)
6. Тау-кен жұмыстарын жоспарлаудың сенімділігін арттыру үшін 3D геотехникалық модельдеу арқылы геотехникалық параметрлерді нақтылау / E. D. R. Aquino [және т. б.] // Mining Technology Transactions of the institutions of Mining and Metallurgy. – 2024. – Т. 133. – Шығ. 1. – Б. 74–85 (ағылшын тілінде)
7. Tosun A. Ашық көмір карьеріндегі самосвалдардың оңтайлы санын анықтау // Тау-кен ғылымдарының мұрағаты. – 2021. – Т. 66. – № 2. – Б. 213–225 (ағылшын тілінде)
8. Жер асты тау-кен жұмыстарын жоспарлау мен жоспарлауда машиналық оқытуды қолдануға шолу / P. Chimunhu [және т. б.] // Ресурстар саясаты. – 2022. – Т. 79. – 103067 (ағылшын тілінде)

9. Adilkhanova Z. A., Boyandinova A. A. Карьерлердегі технологиялық процестерді басқару жүйесінің тұжырымдамасы // *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying, Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2018)*. – Албена, Болгария, 2018. – Б. 191–196 (ағылшын тілінде)
10. Бояндинова А. А., Әділханова Ж. А. Карьерлердегі технологиялық менеджменттің геоақпараттық жүйелерін ғылыми-әдістемелік қамтамасыз ету: монография. – Алматы, 2020. – 210 б. (орыс тілінде)
11. Boyandinova A. A., Adilkhanova Z. A. Ашық карьерлердегі технологиялық процестерді басқару жүйесін ақпараттық қамтамасыз ету // *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying, Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2020)*. – Албена, Болгария, 2020. – Б. 441–448 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Pigalev I. M. Faktory povysheniya rabotosposobnosti gornogo oborudovaniya [Factors for Improving the Performance of Mining Equipment] // *V poiskakh novykh vozmozhnostei razvitiya predpriyatiya [In Search of New Opportunities for Enterprise Development]* / ed. by V. I. Usenko, A. M. Makarova. – Lisakovsk; Chelyabinsk, 2002. – P. 74–77 (in Russian)
2. Setevaya platforma avtomatizatsii prognozirovaniya otkazov kar'ernykh samosvalov [Network platform for automating the prediction of failures of quarry dump trucks]. I. V. Zyryanov et al. *Gornaya Promyshlennost' [Mining Industry]*. – 2024. – No. 3. – P. 56–63 (in Russian)
3. Budanov V. G. Vozmozhnosti povysheniya potentsiala remontnogo proizvodstva [Opportunities to Increase the Capacity of Repair Production]. *V poiskakh novykh vozmozhnostei razvitiya predpriyatiya [In Search of New Opportunities for Enterprise Development]* / ed. by V. I. Usenko, A. M. Makarova. – Lisakovsk; Chelyabinsk, 2002. – P. 66–69 (in Russian)
4. Čech J., Sofranko M. Economic projection and evaluation of mining venture // *E + M Ekonomie a Management*. – 2018. – Vol. 21. – Issue 2. – P. 38–52 (in English)
5. Temkin I. O., Klebanov D. A. Intel'lektual'nye sistemy upravleniya gorno-transportnymi kompleksami: sovremennoe sostojanie, zadachi i mehanizmy resheniya [Intelligent control systems for mining and transport complexes: current status, tasks and solution mechanisms]. *Gornyy informacionno-analiticheskij bjulleten'. Special'nyj vypusk. «Nedelja Gornjaka-2014» [Mining information and analytical bulletin. Special issue. «Miner's Week – 2014»]*. – 2014. – P. 8–13 (in Russian)
6. Qualification of geotechnical parameters with 3D geotechnical modelling to improve mine planning reliability / E. D. R. Aquino et al. // *Mining Technology Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy*. – 2024. – Vol. 133. – Issue 1. – P. 74–85 (in English)
7. Tosun A. Determination of Optimum Truck Number at open Coal Quarry // *Archives of Mining Sciences*. – 2021. – Vol. 66. – No. 2. – P. 213–225 (in English)
8. A review of machine learning applications for underground mine planning and scheduling / P. Chimunhu et al. // *Resources Policy*. – 2022. – Vol. 79. – Article 103067 (in English)
9. Adilkhanova Zh., Boyandinova A. Concept of Management System of Technological Processes at Open Pits // *Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018*. – Albena, Bulgaria, 2018. – P. 191–196 (in English)
10. Boyandinova A. A., Adilkhanova Zh. A. Nauchno-metodicheskoe obespechenie geoinformatsionnykh sistem tekhnologicheskogo menedzhmenta na kar'erakh [Scientific and Methodological Support for Geoinformation Systems of Technological Management at Open-Pit Mines]: monograph. – Almaty, 2020. – 210 p. (in Russian)
11. Boyandinova A. A., Adilkhanova Zh. A. Information Support of the Process Management System at Open-Pit Mines // *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying, Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2020)*. – Albena, Bulgaria, 2020. – P. 441–448 (in English)

Сведения об авторах:

Бояндинова А. А., д. т. н., доцент, ученый секретарь Филиала РГП «НЦ КПМС РК» «Институт горного дела им. Д. А. Кунаева» (г. Алматы, Казахстан), A.Boyandinova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-5197-4599>

Адилханова Ж. А., к. т. н., гл. научный сотрудник Филиала РГП «НЦ КПМС РК» «Институт горного дела им. Д. А. Кунаева» (г. Алматы, Казахстан), Zhanna_mark10@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2637-4006>

Авторлар туралы мәліметтер:

Бояндинова Ә. Ә., т. ғ. д., доцент, «ҚР ҰК МҚК» РМҚ «Д. А. Қонаев атындағы Тау-кен институты» филиалының ғылыми хатшысы (Алматы қ., Қазақстан)

Әділханова Ж. А., т. ғ. к., «ҚР ҰК МҚК» РМҚ «Д. А. Қонаев атындағы Тау-кен институты» филиалының бас ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Boyandinova A. A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Scientific Secretary of the «Institute of Mining named after D. A. Kunayev» Branch of the «NC CPMS RK» RSE (Almaty, Kazakhstan)

Adilkhanova Zh. A., Candidate of Technical Sciences, Chief Researcher of the «Institute of Mining named after D. A. Kunayev» Branch of the «NC CPMS RK» RSE (Almaty q., Kazakhstan)