

Код МРНТИ 52.01.85

А. А. Бояндинова, *Ж. А. Адилханова

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

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ АКТИВОВ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. В статье предложен подход к повышению достоверности оценки экономической эффективности геотехнологического комплекса с учетом физического износа основных производственных фондов. Обосновано, что снижение остаточной стоимости оборудования при росте потребности в капитальном ремонте приводит к неполному учету фактических затрат и завышению расчетного экономического эффекта. Разработана методика определения дополнительных затрат на капитальный ремонт изношенных производственных мощностей и их включения в эксплуатационные расходы. Усовершенствована экономико-математическая модель комплекса с учетом затрат на капитальный ремонт. Применение подхода способствует обоснованному принятию решений в области технического перевооружения, капитального ремонта и воспроизводства технологического оборудования, повышая достоверность прогнозирования экономических результатов горнодобывающего предприятия.

Ключевые слова: геотехнологический комплекс, производственные активы, карьер, физический износ, амортизация, капитальный ремонт, эффективность, оценка.

Геотехнологиялық кешендердің өндіріс активтерінің капиталдық жөндеуі кезінде қосымша шығындарды бағалау және болжау

Аңдатпа. Мақалада негізгі өндірістік қорлардың физикалық тозуын ескере отырып, геотехнологиялық кешеннің экономикалық тиімділігін бағалаудың дәлдігін арттыруға арналған тәсіл ұсынылған. Құрылғылардың қалдық құны капиталдық жөндеу қажеттілігінің өсуімен төмендейтіндігінен, фактілік шығындардың толық есепке алынбауына және есептік экономикалық әсердің артуына әкеп соғатыны негізделген. Тозған өндірістік қуаттарды капиталдық жөндеуге қосымша шығындарды анықтау және оларды эксплуатациялық шығындарға енгізу әдістемесі әзірленген. Капиталдық жөндеуге кететін шығындарды ескере отырып, кешеннің экономикалық-математикалық моделі жетілдірілген. Тәсілді қолдану технологиялық жабдықты техникалық қайта жарактандыру, капиталдық жөндеу және қайта өндіру саласында негізделген шешімдер қабылдауға ықпал етіп, тау-кен кәсіпорнының экономикалық нәтижелерін болжаудың дәлдігін арттырады.

Түйінді сөздер: геотехнологиялық кешен, өндірістік активтер, карьер, физикалық тозу, созымдылық, капиталдық жөндеу, тиімділік, бағалау.

Assessment and forecasting of additional costs in the capital repair of production assets of geotechnological complexes

Abstract. This article proposes an approach to improving the reliability of assessing the economic efficiency of a geotechnical complex, taking into account the physical depreciation of fixed assets. It is demonstrated that a decrease in the residual value of equipment with an increasing need for major repairs leads to an incomplete accounting of actual costs and an overestimation of the estimated economic effect. A methodology has been developed for determining additional costs for major repairs of worn-out production facilities and their inclusion in operating expenses. An economic and mathematical model of the complex, taking into account major repair costs, has been improved. Application of this approach facilitates informed decision-making regarding technical re-equipment, major repairs, and replacement of process equipment, increasing the reliability of forecasting the economic performance of a mining enterprise.

Key words: geotechnological complex, production assets, open-pit, physical wear and tear, amortization, capital repair, efficiency, assessment.

Введение

Для горнодобывающих предприятий проблема физического и морального износа основного технологического оборудования приобретает особую значимость в условиях интенсивной эксплуатации техники и необходимости обеспечения устойчивости производственных процессов. Ухудшение технического состояния оборудования сопровождается увеличением вероятности отказов, продолжительности простоев и затрат на техническое обслуживание и капитальный ремонт. В связи с этим актуальной становится задача оценки и прогнозирования дополнительных затрат, возникающих вследствие износа производственных активов геотехнологических комплексов, с учетом их фактического технического состояния и условий эксплуатации.

Проведенный обширный анализ показал, что современные исследования управления производственными активами горнодобывающих предприятий развиваются по нескольким взаимосвязанным направлениям: экономическая оценка деятельности, организация ремонтного производства, цифровой мониторинг технического состояния и прогнозирования отказов оборудования. Исследования [1–2] формируют теоретическую основу оценки затрат, эффективности использования основных средств и прогнозирования экономических показателей, а работы по

ремонтному производству [3] раскрывают организационно-технические аспекты восстановления работоспособности оборудования. Вместе с тем традиционные подходы преимущественно ориентированы на фактические или нормативные показатели затрат и в недостаточной степени учитывают динамику технического состояния производственного оборудования.

Развитие цифровых технологий создает возможности для перехода к управлению техническим обслуживанием на основе эксплуатационных данных. Исследования [4–5] демонстрируют применение автоматизированного мониторинга и IT-технологий для получения информации о состоянии и эксплуатации оборудования, а работы [6–7] показывают возможности прогнозирования отказов и неблагоприятных событий с использованием методов прогнозной аналитики. Основное внимание в данных исследованиях уделяется технической диагностике, мониторингу и прогнозированию отказов, тогда как экономическая оценка их последствий остается недостаточно разработанной. В частности, остается недостаточно раскрытой количественная связь между износом и изменением технического состояния производственного актива, необходимостью капитального ремонта, объемом ремонтных работ и величиной дополнительных затрат. Для геотехнологических систем данная проблема особенно

значима вследствие высокой стоимости основного технологического оборудования, интенсивности его эксплуатации и существенных потерь от простоев. В связи с этим перспективным направлением является разработка интегрированного технико-экономического подхода, позволяющего учитывать состояние и условия эксплуатации производственных активов геотехнологических комплексов при оценке и прогнозировании дополнительных затрат на их капитальный ремонт.

Методы исследования

Методологическую основу исследования составил комплекс взаимодополняющих методов, ориентированных на выявление закономерностей влияния технического состояния основных производственных фондов на экономическую эффективность функционирования горно-транспортного комплекса. В работе применены системный, статистический и корреляционно-регрессионный анализ, расчетно-нормативный метод, экономико-математическое и имитационное моделирование, а также методы прогнозирования.

Системный подход позволил рассматривать экскаваторно-автомобильный комплекс как целостную производственную систему, элементы которой находятся во взаимосвязи и взаимозависимости. При этом учитывались техническое состояние оборудования, режимы его эксплуатации, производительность, продолжительность рабочих циклов и простоев, интенсивность отказов, потребность в ремонтных работах и связанные с ними затраты [8]. Статистическая обработка использовалась для систематизации и анализа фактических данных об эксплуатации технологического оборудования, его отказах, простоях и ремонтных затратах. С применением корреляционно-регрессионного анализа устанавливались количественные зависимости между величиной дополнительных затрат на капитальный ремонт и совокупностью технических и эксплуатационных факторов.

Имитационное моделирование применялось для исследования функционирования экскаваторно-автомобильного комплекса при изменяющихся горнотехнических и производственных условиях, включая изменение объемов транспортирования, расстояния перевозки, производительности оборудования, продолжительности рабочих циклов и простоев. Сопряжение имитационного моделирования с комплексной экономической оценкой позволило определить влияние эксплуатационных параметров и технического состояния технологического оборудования на формирование затрат и результирующие показатели эффективности комплекса [9].

Расчетно-нормативный метод использовался при определении амортизационных отчислений, нормативных затрат на капитальный ремонт и дополнительных расходов, обусловленных необходимостью восстановления изношенных производственных мощностей. Экономико-математическое моделирование обеспечило формализацию выявленных взаимосвязей и их включение в расчетную модель функционирования горно-транспортного комплекса.

В качестве объекта анализа преимущественно рассматривался физический износ основных производственных

фондов, поскольку его накопление обуславливает снижение эксплуатационной производительности и коэффициента полезного действия оборудования, увеличение продолжительности простоев и ремонтных затрат, а также рост себестоимости добычи. Такой методологический подход позволил комплексно оценить влияние процессов износа и воспроизводства производственных мощностей на экономическую эффективность функционирования горно-транспортного комплекса и обосновать необходимость учета соответствующих затрат при ее определении.

Результаты

Расчет амортизационных отчислений в целом по горно-транспортному комплексу как на горнодобывающих предприятиях, так и на имитационной модели производился исходя из первоначальной стоимости и утвержденных норм годовых амортизационных отчислений путем суммирования по каждому из элементов основных производственных фондов согласно методике [10], предусматривающей, что капитальный ремонт, как и другие виды ремонта, осуществляется за счет текущих затрат на производство. Амортизационные отчисления приводятся к сменным значениям и учитываются по всему имеющемуся парку технологического оборудования независимо от того, находится оно в работе или на ремонте. Учет данного показателя важен, так как он в составе эксплуатационных издержек входит в себестоимость и влияет на результирующие экономические показатели, позволяющие судить об эффективности работы системы в целом.

Изношенные производственные мощности восстанавливаются путем капитальных ремонтов и модернизации или путем полной замены их новыми. Норма затрат на капитальный ремонт оборудования была принята не более 15% от остаточной стоимости [11].

Однако данной суммы для изношенного (самортизированного) до определенной степени оборудования не хватает на стопроцентный капитальный ремонт оборудования. Это обусловлено тем, что по мере эксплуатации и износа остаточная стоимость оборудования убывает, в то время как с каждым последующим годом производственным фондам требуется все большая сумма на ремонт. Следует также отметить, что, как правило, основные производственные фонды (автосамосвалы, локомотивы и думпкары, экскаваторы, железнодорожные пути, автодороги) на горнодобывающих предприятиях эксплуатируются и после окончания нормативного срока эксплуатации. Вследствие сказанного на определенном этапе эксплуатации сумма, необходимая для ремонта изношенного оборудования, становится больше предусмотренной для этого нормы затрат. В этом случае дополнительная сумма, необходимая для обеспечения качественного капитального ремонта основных производственных фондов, обеспечивается на общих основаниях из получаемой прибыли предприятия. Предприятия берут требующиеся суммы из фонда развития производства, формирующегося при распределении чистой прибыли предприятия. В то же время необходимо учитывать, что прежде, чем получить чистую прибыль, предприятие обязано выплатить государству подоходный налог с юридических лиц.

Таким образом, очевидно, что предприятие несет дополнительные затраты, которые, как правило, не учитываются при расчете экономического эффекта от проведения того или иного мероприятия, что, в свою очередь приводит к получению завышенного экономического эффекта. В связи с этим во избежание необоснованного завышения планируемой прибыли, в рамках планирования и управления горно-транспортными работами необходимо включать их в текущие затраты, как постоянные расходы.

Вследствие сказанного дополнительные затраты на капитальный ремонт оборудования из суммы чистой прибыли предприятия рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{\text{рем.}}^{\text{доп.}} = \frac{П - Н_{\text{п.}}}{П_{\text{ч.}}}, \quad (1)$$

где $П$ – валовая прибыль предприятия, тыс. тенге;

$Н_{\text{п.}}$ – подоходный налог с юридических лиц, тыс. тенге,

$П_{\text{ч.}}$ – часть чистой прибыли, остающаяся у предприятия после вычета затрат на капремонт, тыс. тенге.

Таким образом, сумма затрат на капитальный ремонт оборудования рассчитывается по формуле:

$$С_{\text{рем.кап.}} = З_{\text{рем.}}^{\text{доп.}} + Н_{\text{рем.}} \quad (2)$$

Подобные расчеты производятся по каждому из элементов геотехнологического комплекса.

Общая сумма дополнительных затрат на капитальный ремонт производственных мощностей ($З_{\text{рем.}}$) получается путем суммирования этих затрат по каждому отдельному элементу:

$$З_{\text{рем.}} = \sum_{n=1}^P З_{\text{рем.э.п.}}^{\text{доп.}} + \sum_{p=1}^P З_{\text{рем.э.р.}}^{\text{доп.}} + \sum_{a=1}^A З_{\text{рем.а.}}^{\text{доп.}} + \sum_{l=1}^L З_{\text{рем.л.}}^{\text{доп.}} + \sum_{c=1}^C З_{\text{рем.с.}}^{\text{доп.}} + \sum_{d=1}^D З_{\text{рем.д.}}^{\text{доп.}}, \quad (3)$$

где $\sum_{n=1}^P З_{\text{рем.э.п.}}^{\text{доп.}}$, $\sum_{p=1}^P З_{\text{рем.э.р.}}^{\text{доп.}}$, $\sum_{a=1}^A З_{\text{рем.а.}}^{\text{доп.}}$, $\sum_{l=1}^L З_{\text{рем.л.}}^{\text{доп.}}$ – сумма дополнительных затрат на ремонт соответственно каждого n -го экскаватора на погрузке, p -го экскаватора на разгрузке, a -го автосамосвала и l -го локомотивосостава;

$\sum_{c=1}^C З_{\text{рем.с.}}^{\text{доп.}}$, $\sum_{d=1}^D З_{\text{рем.д.}}^{\text{доп.}}$ – сумма дополнительных затрат на ремонт каждого км соответственно схемы путевого развития и автодороги.

Расчет затрат по схеме путевого развития и автотрассе производится исходя из остаточной стоимости 1 км железнодорожных путей, величина которой зависит от назначения путей (временные или постоянные), и затрат на содержание 1 км путей. Эти затраты заносятся в программный комплекс, в котором осуществляется расчет затрат по коммуникациям за 1 м в смену.

Обсуждение результатов

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что учет амортизационных отчислений и затрат на восстановление изношенных производственных мощностей является необходимым условием объективной оценки экономической эффективности функционирования геотехнологического комплекса.

Традиционный подход, при котором амортизационные отчисления определяются исходя из первоначальной стоимости основных фондов и установленных норм, позволяет учитывать их влияние на текущие эксплуатационные затраты независимо от фактического технического состояния оборудования. При этом данный подход не в полной мере отражает реальные потребности предприятия в восстановлении производственных мощностей по мере накопления их физического износа.

Результаты исследования показывают, что применение фиксированной нормы затрат на капитальный ремонт в размере не более 15% от остаточной стоимости оборудования имеет ограниченную область применимости. На начальных этапах эксплуатации величина остаточной стоимости основных фондов относительно высока, поэтому предусмотренных средств может быть достаточно для выполнения необходимых ремонтных работ. Однако по мере увеличения срока эксплуатации оборудования и снижения его остаточной стоимости возникает обратная зависимость: потребность в затратах на восстановление возрастает вследствие увеличения физического износа, тогда как расчетная величина средств на капитальный ремонт, определяемая в процентах от остаточной стоимости, сокращается.

Особенно существенным данное противоречие становится для горно-транспортного оборудования, эксплуатируемого за пределами нормативного срока службы. К таким объектам относятся автосамосвалы, локомотивы и думпкары, экскаваторы, железнодорожные пути и автомобильные дороги. Продолжение эксплуатации таких основных фондов позволяет сохранять производственную мощность без единовременных капитальных вложений в полную замену оборудования, однако одновременно приводит к увеличению затрат на поддержание его работоспособности. Следовательно, фактическая потребность в финансовых ресурсах для восстановления технического состояния оборудования может существенно превышать величину, определяемую исключительно исходя из его остаточной стоимости.

Таким образом, результаты подтверждают необходимость выделения дополнительных затрат на капитальный ремонт в самостоятельный элемент текущих эксплуатационных расходов при экономической оценке мероприятий, направленных на повышение эффективности геотехнологического комплекса. Их исключение из расчетов приводит к неполному отражению фактических затрат предприятия и, как следствие, к завышению величины ожидаемого экономического эффекта и планируемой прибыли. Включение указанных расходов в состав постоянных затрат позволяет повысить достоверность экономической оценки и обеспечить сопоставимость результатов функционирования геотехнологического комплекса при различной степени износа его производственных мощностей.

Расчет дополнительных затрат по каждому элементу геотехнологического комплекса с последующим их суммированием позволяет перейти от оценки отдельных еди-

ниц оборудования к определению совокупной финансовой нагрузки, связанной с поддержанием производственных мощностей в работоспособном состоянии. Такой подход дает возможность учитывать различия в стоимости оборудования, сроках его эксплуатации, степени физического износа и потребности в капитальном ремонте.

В целом результаты исследования свидетельствуют, что учет дополнительных затрат на капитальный ремонт позволяет устранить один из факторов систематического завышения экономического эффекта при оценке мероприятий по совершенствованию горно-транспортной системы. Предлагаемый подход может быть использован как при экономической оценке отдельных технических мероприятий, так и при имитационном моделировании вариантов развития ГТК, обеспечивая более реалистичное отражение взаимосвязи между физическим износом основных фондов, затратами на их восстановление и конечными экономическими показателями деятельности горнодобывающего предприятия.

Заключение

Проведенное исследование показало, что объективная оценка экономической эффективности геотехнологического комплекса требует учета физического износа основных производственных фондов и затрат на их восстановление. Установлено, что по мере снижения остаточной стоимости оборудования фактическая потребность в затратах на капитальный ремонт возрастает, особенно при эксплуатации оборудования за пределами нормативного срока службы.

Обоснована формула определения дополнительных затрат на капитальный ремонт изношенных производ-

ственных мощностей, покрываемых за счет средств фонда развития производства. Учет данных затрат в составе эксплуатационных расходов позволяет более полно отразить фактические расходы предприятия на поддержание горно-транспортного комплекса в работоспособном состоянии и избежать завышения рассчитываемого экономического эффекта. Внесенные корректировки позволили усовершенствовать экономико-математическую модель функционирования горно-транспортного комплекса за счет более адекватного учета основных фактических затрат, связанных с эксплуатацией, ремонтом и восстановлением производственных мощностей.

Практическая значимость предложенного подхода заключается в повышении обоснованности управленческих решений в области технического перевооружения, капитального ремонта и воспроизводства технологического оборудования, что способствует более точному прогнозированию экономических результатов деятельности горнодобывающего предприятия. Особое значение данный подход имеет для совершенствования управления процессом воспроизводства производственных мощностей горно-транспортных комплексов на карьерах.

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. Čech J., Sofranko M. Экономический прогноз и оценка горнодобывающего предприятия // *E A M Ekonomie A Management*. – 2018. – Т. 21. – Вып. 2. – С. 38–52 (на английском языке)
2. Зайцев Н. Л. Экономика организации. – М.: «Экзамен», 2000. – 768 с. (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. Koteleva N., Valnev V. Автоматическое обнаружение сценариев технического обслуживания оборудования и систем управления в промышленности // *Applied Sciences*. – 2023. – Т. 13. – № 24. – Ст. 12997 (на английском языке)
5. Недорогие технологии Интернета вещей (IoT) для мониторинга и оптимизации малотоннажных карьерных самосвалов и экскаваторов открытых горных работ / H. Aguirre-Jofré [и др.] // *Automation in Construction*. – 2021. – Т. 131. – Ст. 103918 (на английском языке)
6. Сетевая платформа автоматизации прогнозирования отказов карьерных самосвалов / И. В. Зырянов [и др.] // *Горная Промышленность*. – 2024. – № 3. – С. 56–63 (на русском языке)
7. Краткосрочное прогнозирование риска аварий на уровне сегментов с использованием передового моделирования данных на основе проактивных и реактивных данных об авариях / B. Dimitrijevic [и др.] // *Applied Sciences*. – 2022. – Т. 12. – Ст. 856 (на английском языке)
8. Boyandipova 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)
9. Бояндинова А. А., Адилханова Ж. А. Ключевые показатели проектных управленческих решений для устойчивого функционирования геотехнологических комплексов // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2026. – № 2–1. – С. 182–196 (на русском языке)
10. Адилханова Ж., Бояндинова А. 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)
11. Налоговый кодекс Республики Казахстан. – Алматы, 2025. – 544 с. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Čech J., Sofranko M. Тау-кен кәсіпорнының экономикалық болжамы және бағалауы // *E A M Ekonomie a Management*. – 2018. – Т. 21. – Шығ. 2. – Б. 38–52 (ағылшын тілінде)
2. Зайцев Н. Л. Ұйым экономикасы. – М.: «Экзамен», 2000. – 768 б. (орыс тілінде)

3. Буданов В. Г. Жөндеу өндірісінің әлеуетін арттыру мүмкіндіктері // Кәсіпорынды дамытудың жаңа мүмкіндіктерін іздеуде / жалпы ред. В. И. Усенко, А. М. Макарова. – Лисаковск; Челябинск, 2002. – Б. 66–69 (орыс тілінде)
4. Koteleva N., Valnev V. Өнеркәсіптегі жабдықтар мен басқару жүйелерінің қызмет көрсету сценарийлерін автоматты анықтау // *Applied Sciences*. – 2023. – Т. 13. – № 24. – 12997 (ағылшын тілінде)
5. Шағын масштабтағы кен тасығыш вагондар мен беткі кен қазу шанышқыларын бақылау және оңтайландыру үшін шығындары төмен заттар интернеті (IoT) / H. Aguirre-Jofré [және т. б.] // *Automation in Construction*. – 2021. – Т. 131. – 103918 (ағылшын тілінде)
6. Карьерлік самосвалдардың істен шығуын болжауды автоматтандырудың желілік платформасы / И. В. Зырянов [және т. б.] // *Тау-кен өнеркәсібі*. – 2024. – № 3. – Б. 56–63 (орыс тілінде)
7. Dimitrijevic B., Khales S. D., Asadi R., Lee J. Апаттар тәуекелін сегмент деңгейінде қысқа мерзімді болжау, апаттар бойынша алдын-ала және кейінгі деректерге негізделген озық деректер моделін қолдану арқылы / В. Dimitrijevic [және т. б.] // *Applied Sciences*. – 2022. – Т. 12. – Б. 856 (ағылшын тілінде)
8. 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)
9. Бояндинова А. А., Адилханова Ж. А. Геотехнологиялық кешендердің тұрақты жұмыс істеуі үшін жобалық басқару шешімдерінің негізгі көрсеткіштері // *Тау-кен ақпараттық-талдамалық бюллетень*. – 2026. – № 2–1. – Б. 182–196 (орыс тілінде)
10. Әділханова Ж., Бояндинова А. 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)
11. Қазақстан Республикасының Салық кодексі. – Алматы, 2025. – 544 б. (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Čech J., Sofranko M. Economic projection and evaluation of mining venture // *E A M Ekonomie A Management*. – 2018. – Vol. 21. – Issue 2. – P. 38–52 (in English)
2. Zaitsev N. L. *Ekonomika organizatsii [Economics of the Organization]*. – Moscow: Ekzamen, 2000. – 768 p. (in Russian)
3. Budanov V. G. *Vozmozhnosti povysheniia potentsiala remontnogo proizvodstva [Opportunities to Increase the Potential of Repair Production]* // *V poiskakh novykh vozmozhnostei razvitiia predpriiatiia [In Search of New Opportunities for Enterprise Development]* / pod obshch. red. V. I. Usenko, A. M. Makarova. – Lisakovsk; Chelyabinsk, 2002. – P. 66–69 (in Russian)
4. Koteleva N., Valnev V. Automatic Detection of Maintenance Scenarios for Equipment and Control Systems in Industry // *Applied Sciences*. – 2023. – Vol. 13. – No. 24. – Article 12997 (in English)
5. Low cost internet of things (IoT) for monitoring and optimising mining small-scale trucks and surface mining shovels / H. Aguirre-Jofré et al. // *Automation in Construction*. – 2021. – Vol. 131. – Article 103918 (in English)
6. Setevaja platforma avtomatizacii prognozirovaniia otkazov kar'ernykh samosvalov [Network platform for automating the prediction of failures of quarry dump trucks] I. V. Zyryanov et al. // *Gornaja Promyshlennost' [Mining Industry]*. – 2024. – No. 3. – P. 56–63 (in Russian)
7. Short Term Segment-Level Crash Risk Prediction Using Advanced Data Modeling with Proactive and Reactive Crash Data / B. Dimitrijevic et al. // *Applied Sciences*. – 2022. – Vol. 12. – Article 856 (in English)
8. Boyandinova A. A., Adilkhanova Z. A. An information support for management system of technological processes at open pits // In: *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying Geology and Mining Ecology Management SGEM-2020*. Albena, Bulgaria. – 2020. – P. 441–448 (in English)
9. Boyandinova A. A., Adilkhanova Z. A. Kljuchevyie pokazateli proektnykh upravlencheskikh reshenij dlja ustojchivogo funkcionirovaniia geotekhnologicheskikh kompleksov [Key performance indicators of project management decisions for sustainable operation of geotechnological complexes] // *Gornyy informacionno-analiticheskij bjulleten' [Mining Informational and Analytical Bulletin]*. – 2026. – No. 2–1. – P. 182–196 (in Russian)
10. Adilkhanova Zh., Boyandinova A. Concept of Management System of Technological Processes at Open Pits // In: *Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM-2018*. – Albena, Bulgaria. – 2018. – P. 191–196 (in English)
11. *Nalogovyi kodeks Respubliki Kazakhstan [Tax Code of the Republic of Kazakhstan]*. – Almaty, 2025. – 544 p. (in Russian)

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, Kazakhstan)