

Современные методы геотехники – эффективный способ обеспечения промышленной безопасности объектов недропользования

М. Б. Нурпеисова^{1✉}, С. Р. Гречухин², Р. В. Шульц³,
Е. Ж. Ормамбеков¹, А. А. Бек¹

¹Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К. И. Сатпаева (Satbayev University), г. Алматы, Республика Казахстан

²АО «Алтынтау Кокшетау» (Altyntau Kokshetau), г. Кокшетау, Республика Казахстан

³Университет нефти и минералов имени короля Фахда (KFUPM), г. Дахран,
Королевство Саудовская Аравия

✉ marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Резюме. Рассмотрены особенности проявления геомеханических процессов и пути их решения на карьере АО «Алтынтау Кокшетау» (Altyntau Kokshetau). Для надежного прогнозирования и предотвращения опасных геомеханических процессов при отработке Васильковского месторождения создана геотехническая служба, в состав которой входят современные измерительные комплексы. В условиях проявления сложных геомеханических условий при углублении карьера и перехода к подземной отработке месторождения требуется дальнейшее развитие методов и средств геотехники на карьере «Алтынтау Кокшетау», установка дополнительных элементов геомеханического мониторинга на участках, где прогнозируются опасные геодинамические проявления, и обоснование их надежных предвестников.

Ключевые слова: карьер, геомеханические процессы, геотехнические измерения, высокоточное позиционирование, спутниковые системы навигации, базовая станция дифференциальной коррекции

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках гранта № AP26100471.

Для цитирования: Нурпеисова М.Б., Гречухин С.Р., Шульц Р.В., Ормамбеков Е. Ж., Бек А.А. Современные методы геотехники – эффективный способ обеспечения промышленной безопасности объектов недропользования. *Маркшейдерия и недропользование*. 2026; 26 (4): 31-37. <https://doi.org/10.56195/20793332-2026-26-4-31-37>.

Modern geotechnical methods – effective approach to ensuring industrial safety in mining

M. B. Nurpeisova¹, S. R. Grechukhin², R. V. Shults³, Ye. Zh. Ormanbekov¹, A. A. Bek¹

¹Kazakh National Research Technical University K. I. Satpayev (Satbayev University),
Almaty, Republic of Kazakhstan

²AO “Altyntau Kokshetau”, Kokshetau, Republic of Kazakhstan

³King Fahd University of Petroleum and Minerals (KFUPM),
Dhahran, Kingdom of Saudi Arabia

✉ marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Abstract. This paper examines the characteristics of geomechanical processes occurring at the Altyntau Kokshetau open-pit mine and discusses approaches to their effective management. To ensure reliable prediction and prevention of hazardous geomechanical phenomena during the mining of the Vasilkovskoye gold deposit, a dedicated geotechnical service has been established, equipped with advanced monitoring and measurement systems. As the pit deepens and mining operations transition to underground extraction under increasingly complex geomechanical conditions, further development of geotechnical monitoring methods and instrumentation at the Altyntau Kokshetau mine is required. This includes the installation of additional geomechanical monitoring

systems in areas where hazardous geodynamic events are predicted, as well as the identification and validation of reliable precursors of such events.

Keywords: open-pit mine, geomechanical processes, geotechnical monitoring, high-precision positioning, Global Navigation Satellite Systems (GNSS), differential correction base station

Acknowledgments: The study was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan under grant No. AP26100471.

For citation: Nurpeisova M.B., Grechukhin S.R., Shults R.V., Ormanbekov Ye.Zh., Bek A.A. Modern geotechnical methods – effective approach to ensuring industrial safety in mining. *Mine Surveying and Subsurface Use*. 2026; 26 (4): 31-37. (In Russ.). <https://doi.org/10.56195/20793332-2026-26-4-31-37>.

Введение

Золото является одним из приоритетных видов полезных ископаемых. Велико значение золота как валютного резерва государства, необходимого для стабильного развития экономики, экономической безопасности в условиях кризиса и спада производства. Территория Казахстана богата минеральными ресурсами, одним из приоритетных направлений является укрепление минерально-сырьевой базы государства. Перед РК стоит важная задача увеличить золотодобычу до обозначенного президентом страны уровня – 70 т в год. Задача может быть решена за счет вовлечения в эксплуатацию наиболее перспективных типов золоторудных месторождений, к которым относятся и золото-сульфидно-кварцевые штокверковые месторождения.

Одним из крупнейших объектов золотодобывающей отрасли Казахстана является Васильковское золоторудное месторождение, в настоящее время разрабатываемое АО «Алтынтау Кокшетау» (АТК). В процессе развития открытого способа добычи полезного ископаемого наблюдается увеличение глубины, объемов и производственных мощностей карьеров. Обязательным условием для безопасного ведения горных работ на карьерах является обеспечение устойчивости бортов карьеров.

Современный этап развития горнодобывающей отрасли характеризуется значительными геомеханическими процессами, связанными с изменением напряженного состояния и деформацией бортов карьеров. Эти процессы создают условия неопределенности при разработке месторождений и могут вызывать серьезные негативные технологические, экологические и экономические последствия, иногда приводя к катастрофическим технико-экономическим последствиям и даже человеческим жертвам [1–3]. В этой связи приоритетными направлениями исследований в области промышленной безопасности остаются: разработка методологии изучения и прогнозирования геомеханических процессов; внедрение инновационных методов геомониторинга; создание научных основ и практических подходов к управлению геомеханическими процессами при освоении недр. Значительный вклад в развитие методологии полевых геомеханических исследований внесли ученые из московской, ленинградской и казахстанской школ геомехаников [4–7].

Тем не менее, несмотря на достигнутые успехи, проблема изучения геомеханических процессов и обеспечения промышленной безопасности остается нерешенной. Современные исследования геомеханических процессов получили новый стимул благодаря широкому распространению концепции иерархического строения трещинно-блочной структуры горных пород на различных масштабных уровнях [8–

10], что связано с изменчивостью параметров тектонических нарушений по мере углубления горных работ.

На кафедре маркшейдерского дела и геодезии Казахского национального исследовательского технического университета имени К. И. Сатпаева уделяется повышенное внимание промышленной безопасности на горнодобывающих предприятиях. Внедрению в практику современных технологий, средств контроля и мониторинга массива горных пород отводится основная роль. Свидетельством этому являются проводимые нами исследования по проектам «Разработка инновационных методов прогнозирования и оценки состояния массива горных пород для предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера» и «Разработка комплексных методов мониторинга и управления устойчивостью карьерных откосов в сложных горно-геологических условиях с целью повышения безопасности и эффективности недропользования», выполняемые при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования РК.

Цель работы – повышение промышленной и экологической безопасности разработки Васильковского месторождения на основе совершенствования методики ведения мониторинга и прогнозирования опасных геомеханических процессов.

Методы исследования

В работе использован комплексный метод, включающий инженерно-геологическое изучение структурно-тектонического строения массива горных пород с картированием нарушенных участков, инструментальные маркшейдерские наблюдения с использованием современных приборов и средств геотехники.

Результаты и обсуждение

Изучение горно-геологических и горнотехнических условий Васильковского месторождения [11]

Васильковское месторождение является одним из крупнейших в золотодобывающей отрасли Казахстана, а в мире входит в двадцатку крупнейших по всем параметрам. Месторождение расположено в Акмолинской области, Республика Казахстан, в 17 км к северу от г. Кокшетау.

Месторождение отрабатывается открытым способом, диаметр карьера по верхним горизонтам – 1000–1200 м, текущая глубина – 495 м, проектная – 540 м. На месторождении построена золотоизвлекательная фабрика в соответствии с лучшими мировыми стандартами, где проводится уникальная переработка сплава доре. Васильковское рудное поле локализовано в пределах Алтыбайской синклинальной структуры, является рудным штокверком, который представляет собой полузамкнутый толстостенный эллипс с безрудным ядром (рис. 1).

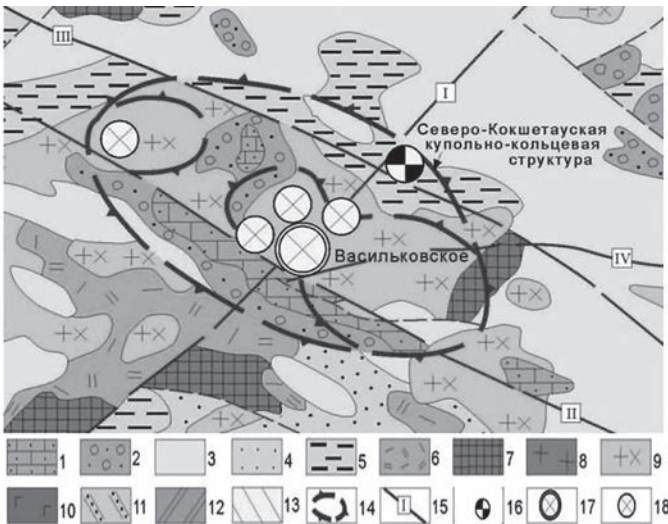


Рис. 1. Региональная геолого-структурная позиция Васильковского золоторудного месторождения по М. С. Рафаиловичу: 1 – терригенно-карбонатная, 2 – конгломерат-песчаниковая, 3 – вулканогенно-терригенная, 4 – кварцитопесчаники кокшетауской свиты, 5 – углеродистые карбонаты, 6 – порфириды, 7 – амфиболит зерендинской свиты, 8 – лейкограниты, 9 – батолиты пестрого состава, 10 – габбро-диориты, 11 – калишпатиты, 12 – березиты, 13 – пропилитизированные породы, 14 – контур прожилковой золотой минерализации, 15 – региональные разломы, 16 – золото-колчеданно-барит-полиметаллическое месторождение, 17 – очень крупное Васильковское месторождение, 18 – мелкие месторождения и рудопроявления [11] /

Fig. 1. Regional geological-structural position of the Vasilkovsky gold ore deposit according to M. S. Rafailovich: 1 – terrigenous-carbonate, 2 – conglomerate-sandstone, 3 – volcanogenic-terrigenous, 4 – quartzite sandstones of the Kokshetau suite, 5 – carbonaceous carbonates, 6 – porphyrites, 7 – amphibolite of the Zerendin suite, 8 – leucogranites, 9 – batholiths of variegated composition, 10 – gabbro-diorites, 11 – potassium feldspathites, 12 – beresites, 13 – propylitized rocks, 14 – contour of veinlet gold mineralization, 15 – regional faults, 16 – gold-pyrite-barite-polymetallic deposit, 17 – very large Vasilkovskoye deposit, 18 – small deposits and ore occurrences [11]

Форма рудного штокверка и глубина залегания руд предопределили разработку месторождения открытым способом до глубины 585 м. В процессе развития открытого способа добычи полезного ископаемого наблюдается увеличение глубины, объемов и производственных мощностей карьеров. Обязательным условием для безопасного ведения горных работ на карьерах является обеспечение устойчивости бортов карьеров. Исходя из задач и функций управления устойчивостью породных массивов, особенно карьерных откосов при разработке месторождений полезных ископаемых, характеризующихся разнообразием и изменчивостью геологического строения, необходимо постоянно проводить исследования, направленные на получение достоверной информации о структурных особенностях прибортового массива, его прочностных свойствах, гидрогеологических условиях и т. д. Такие исследования должны проводиться на всех этапах формирования карьерных откосов (строительство карьера, освоение проектной мощности, начало оформления постоянных бортов карьера на предельном контуре, доработка карьера) в рамках единой системы.

В настоящее время разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом характеризуется внедрением в производство новых технологических средств добычи полезных ископаемых, что приводит к интенсификации

горных работ. В этой связи особую роль играет надежное обеспечение геомеханического мониторинга с помощью современного высокоточного геодезического оборудования и программных комплексов [12]. Служба укомплектована и использует современные маркшейдерские приборы, в основном швейцарского производства, фирмы Leica: три тахеометра TC-407, два ровера GPS-1200 и ровер GPS-900; стационарную базовую станцию с 30-километровым радиусом покрытия AX 1202, передвижную станцию с 5-километровым радиусом покрытия ATX 900 и сканер 4400 HDS.

Ведение автоматического мониторинга состояния массива горных пород

Мониторинг смещений бортов карьеров в классическом варианте является довольно сложным и ресурсоемким процессом, требующим участия группы высококвалифицированных специалистов. Для обеспечения мониторинга бортов карьера на «Алтынтау Кокшетау» создана геотехническая служба, которая в настоящее время состоит из 10 специалистов, как-то: главный геотехник, главный специалист по мониторингу, ведущий инженер-геотехник по мониторингу (4 ед.), ведущий инженер геотехник, инженер-геотехник и ведущий инженер-гидрогеолог (2 ед.).

Основными функциями службы являются:

- осуществление комплексного геотехнического мониторинга состояния откосов уступов и бортов карьера;
- ежедневный геотехнический визуальный осмотр рабочих мест и опасных участков в карьере, на отвалах и складах;
- изучение деформаций уступов и бортов карьера и отвалов и выявление причин их возникновения;
- прогнозирование опасных зон;
- определение оптимальных параметров откосов, уступов и берм;
- разработка и применение мер, исключающих проявление деформаций, опасных для жизни людей.

Георадарный мониторинг

На карьере установлены три георадара. Данная система в круглосуточном режиме с периодичностью в две минуты сканирует весь периметр карьера для определения зон деформаций с использованием программного обеспечения Guardian FPM-360 (FPM – от английского «Full Pit Monitoring», что переводится как «мониторинг всего карьера») и в режиме реального времени передает данные на монитор, установленный у диспетчера рудника, для заблаговременного предупреждения о возможном обрушении, где в случае превышения уровня допустимых деформаций срабатывает тревога.

Общая схема размещения систем геотехнической службы приведена на рисунке 2.

На рисунке 3а приведены данные радарного мониторинга по зоне № 9 карьера за июнь 2025 года, а на рисунке 3б – результаты смещения данной зоны за четыре месяца 2025 года.

GeoMos monitoring

На промышленной площадке рудника «Алтынтау Кокшетау» установлены три автоматические системы GeoMos monitoring. Данная система включает в себя роботизированный тахеометр TCA 1201+, который ведет круглосуточное наблюдение за деформацией бортов карьера, и программное обеспечение, позволяющее анализировать полученные данные с прибора (рис. 4). Количество мониторинговых точек на бортах карьера по состоянию на 30 октября 2025 года состав-

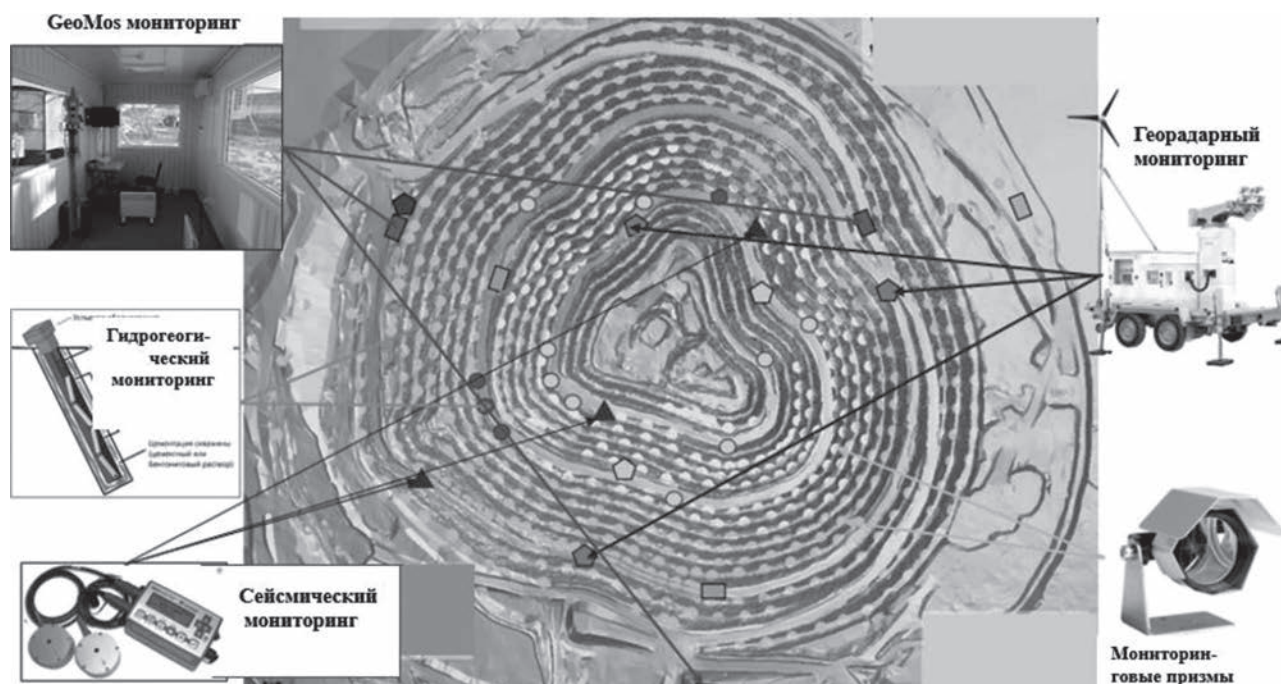
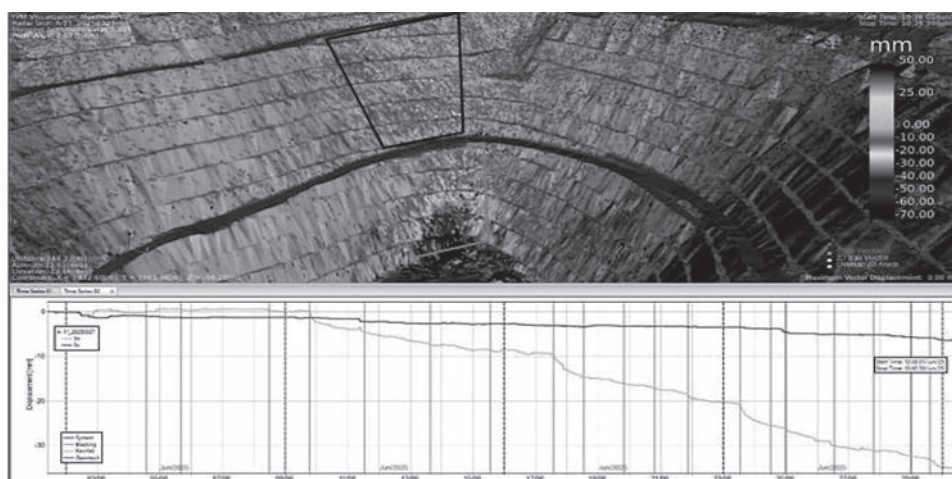


Рис. 2. Схема расположения средств геотехнической службы на карьере «Алтынтай Кокшетау» /
Fig. 2. Layout of geotechnical service facilities at the Altıntay Kokshetau quarry

а (a)



б (b)

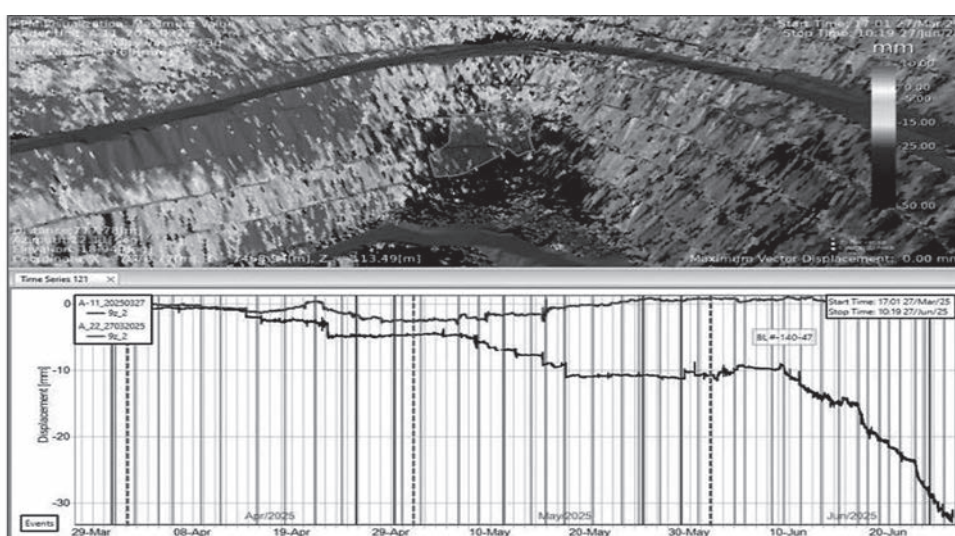
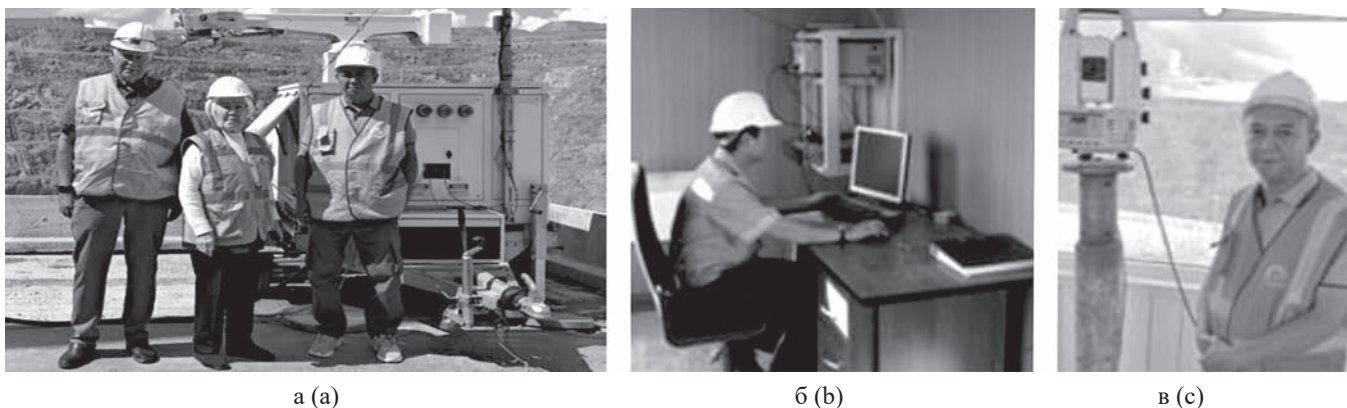


Рис. 3. Результаты георадарного мониторинга деформаций борта карьера в зоне № 9:

а - данные радарного мониторинга зоны № 9 (смещение) с 01.06-30.06.2025 г.; б - смещение зоны №9 по данным радарного мониторинга с 01.03-30.06.2025 г.
Fig. 3. Results of ground-based radar monitoring of pit slope deformation in Zone No. 9:
а - radar monitoring data of zone No. 9 (shift) from 01.06-30.06.2025; б - shift of zone No. 9 according to radar monitoring data from 01.03-30.06.2025.



а (a)

б (b)

в (c)

Рис. 4. Современные средства геотехнического мониторинга, используемые на карьере АО «Алтынтау Кокшетау»:

а - сотрудники Satbayev University у станции георадарного мониторинга; б - внутри базовой станции GeoMos; в - роботизированный тахеометр, используемый для автоматического приземного мониторинга /

Fig. 4. Modern geotechnical monitoring systems used at the AO "Altyntau Kokshetau" open pit mine:

a - Satbayev University researchers near the ground-based radar monitoring station; b - inside the GeoMos base station operation of the GeoMoS automated monitoring system; c - robotic total station used for automated prism monitoring

ляет 637 штук. Установка новых приземных отражателей продолжается при понижении горных работ, и на 2026 год запланирована установка еще ста отражателей и трех станций приземного мониторинга.

С 2019 года используется специальное программное обеспечение Sirovision Datamine для 3D-картирования трещиноватости бортов карьера по фотографиям без непосредственного подхода к бортам карьера. В 2025 году с учетом результатов картирования и данных геотехнического бурения актуализирована литолого-структурная модель месторождения силами компании Test (ЮАР). Работы в данном направлении проводятся на регулярной основе. По результатам оценки состояния прибортовых массивов разрабатываются соответствующие меры. Поскольку конечной целью для всех геомеханических исследований является обеспечение промышленной безопасности, то для предотвращения дальнейшего оползня (смещения) борта месторождения нами был разработан способ укрепления карьерных откосов из отходов ГМК [13].

Гидрогеологический мониторинг

В целях обеспечения устойчивости бортов карьера и управления геотехническими рисками на месторождении реализуется комплексная программа гидрогеологического мониторинга и водопонижения. Для мониторинга порового давления в прибортовых участках карьера в 2019–2023 годах установлены струнные пьезометры в шести гидрогеологических скважинах (SRK-1, 2, 3 и KGG-1, 2, 3). С привлечением компании SRK Consulting (г. Москва) была разработана цифровая геофильтрационная гидрогеологическая 3D-модель в программе Visual MODFLOW Flex.

Также в 2023–2024 году были пробурены шесть наклонных скважин (в опасных геотехнических зонах 9, 10), оснащенных многоуровневыми пьезометрами для мониторинга порового давления в корях выветривания, а также инклинометрами и рефлектометрами для контроля смещений горного массива. Для непосредственного снижения порового давления выполняется бурение субгоризонтальных дренажных скважин. В 2020–2023 годах силами АТК с использованием станка Smart ROC D65 пробурены 73 горизонтальные дренажные скважины глубиной 45 метров. В период с 2024 по 2025 год (по состоянию на 30.10.2025) выполнено бурение

78 субгоризонтальных дренажных скважин длиной 100 м, что позволило существенно осушить прибортовой массив и повысить устойчивость откосов бортов. До 2026 года запланировано бурение порядка 70 дополнительных дренажных скважин длиной 100 м.

Сейсмический мониторинг

С марта 2020 года на руднике введен сейсмический мониторинг карьерных взрывов с использованием мобильной сейсмостанции Minimate Pro 6 компании Instantel (Канада), по результатам которого достигается значительное снижение сейсмического воздействия на прибортовой массив от контурных взрывов. Важнейшей геомеханической характеристикой массива горных пород является его напряженно-деформационное состояние (НДС). Для изучения напряженного состояния массивов пород на руднике Акбакай авторами разработан сейсмоакустический метод прогнозирования НДС массива горных пород [14].

Введен в эксплуатацию спутниковый мониторинг участков карьера, рудных складов и породных отвалов. Каждые 11 дней, после пролета спутников над территорией АТК, обновляются данные сканирования, позволяющие определить смещения массива горных пород.

Представить в рамках одной статьи весь объем ежедневных и ежемесячных результатов мониторинга, полученных геотехнической службой, не представляется возможным. Их детальный анализ будет изложен в отдельных научных публикациях [15].

Анализ методов геотехнического мониторинга состояния карьерных откосов, проявления сложных геомеханических условий при углублении карьера и перехода к подземной отработке месторождения требует дальнейшего развития методов и средств геотехники на карьере «Алтынтау Кокшетау», установки дополнительных элементов геомеханического мониторинга на участках, где прогнозируются опасные геодинамические проявления, и обоснования их надежных предвестников.

Выводы

1. Выполнен анализ горно-геологических и горнотехнических условий разработки Васильковского золоторудного месторождения, который показал, что увеличение глубины открытых горных работ сопровождается усложнением гео-

механической обстановки и повышением требований к обеспечению устойчивости карьерных откосов.

2. Установлено, что обеспечение промышленной безопасности на глубоких карьерах возможно только на основе комплексного геотехнического мониторинга, объединяющего автоматический призмный мониторинг, георадарные наблюдения, трехмерное картирование трещиноватости, гидрогеологический, сейсмический и спутниковый мониторинг в единую систему контроля состояния прибортового массива.

3. Показано, что внедрение современных автоматизированных систем мониторинга обеспечивает непрерывное получение информации о развитии деформационных процессов, своевременное выявление потенциально опасных зон и повышение оперативности принятия инженерных решений по предупреждению аварийных ситуаций.

4. По результатам комплексной оценки состояния прибортового массива реализован комплекс инженерно-технических мероприятий, включающий трехмерное структурное моделирование массива, гидрогеологическое сопровождение, дренажные мероприятия и разработку способа укрепления карьерных откосов, что способствует повышению устойчивости бортов карьера и снижению геотехнических рисков.

5. Установлено, что по мере углубления карьера и подготовки к последующей подземной разработки месторождения возникает необходимость дальнейшего совершенствования методов геотехнического мониторинга, расширения сети автоматизированных наблюдений и разработки надежных критериев раннего прогнозирования опасных геодинамических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. John V. Simmons. Geotechnical risk management in open pit coal mines. *Australian Center Geomechanics Newsletter*. 2012; 22: 1-4.
2. Мельников Н.Н. Экологические проблемы XXI века и освоение недр. *Освоение недр и экологические проблемы – взгляд в XXI век: сборник трудов Межд. конференции*. Москва, 2001: 26-45.
Melnikov N.N. Environmental problems in the 21st century and the development of mineral resources. *Development of mineral resources and environmental problems of the XXI century: Proceedings of the International Conference*. Moscow, 2001: 26-45. (In Russ.).
3. Трубецкой К.Н. Состояние и основные направления комплексного освоения и сохранения ресурсов земных недр. *Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр: мат-лы IV конференции Межд. науч. школы акад. РАН К.Н. Трубецкого*. Москва, 2020: 5-11.
Trubetskoy K.N. The state and main directions in the development of earth's interior resources. *Problems and prospects of integrated development and conservation of the earth's interior*. Moscow, 2020: 5-12. (In Russ.).
4. Каплунов Д.Р., Рыльников М.В., Юн А.Б. и др. Становление нового технологического уклада комплексного освоения недр при истощении балансовых запасов месторождений. *Горный журнал*. 2019; 4: 11-15. <https://doi.org/10.17580/gzh.2019.04.02>.
Kaplunov D.R., Rylnikov M.V., Yun A.B., et al. A new technological policy for integrated subsoil development in the conditions of depleting mineral reserves and resources. *Mining Journal*. 2019; 4: 11-15. (In Russ.). <https://doi.org/10.17580/gzh.2019.04.02>.
5. Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Инновационные методы проведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах: монография. Алматы, 2015: 266.
Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B., Kyrgyzbaeva G.M. Innovative methods for conducting integrated monitoring at geodynamic test sites (monograph). Almaty, 2015: 266. (In Russ.).
6. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. Москва, 1975: 378.
Fisenko G.L. Stability of Open Pit Slopes and Waste Dumps. Moscow, 1975: 378. (In Russ.).
7. Певзнер М.Е., Иофис М.А., Попов В.Н. Геомеханика. Москва, 2005: 347.
Pevzner M.E., Iofis M.A., Popov V.N. Geomechanics. Moscow, 2005: 347. (In Russ.).
8. Машанов А.Ж., Певзнер М.Е., Бекбасаров Ш.С. Устойчивость уступов и бортов карьеров бассейна Каратау. Алма-Ата, 1981: 120.
Mashanov A.Zh., Pevzner M.E., Bekbasarov Sh.S. Stability of Benches and Pit Slopes in the Karatau Basin. Alma-Ata, 1981: 120. (In Russ.).
9. Низаметдинова Ф.К. Управление устойчивостью техногенных горных сооружений: монография. Караганда, 2014: 657.
Nizametdinova F.K. Management of the Stability of Technogenic Mining Structures: Monograph. Karaganda, 2014: 657. (In Russ.).
10. Nurpeisova M. B., Rysbekov K.B., Kasymkhanova Kh.M., et al. Comprehensive monitoring of geodynamic polygon of deposits in central Kazakhstan. *Collection of works the 18th International Congress for Mine Surveying in Xuzhou* (China from October 24th till October 29th 2023). 2023: 11-19.
11. Рафаилович М.С. Васильковское штоковерковое месторождение золота: геологическая позиция, минералого-геохимическая зональность, прогнозно-поисковая модель. *Геология и охрана недр*. 2006; 4: 34-41.
Rafailovich M.S. The Vasilkovskoye Stockwork Gold Deposit: Geological Setting, Mineralogical and Geochemical Zonation, and Predictive Exploration Model. *Geology and Subsurface Protection*. 2006; 4: 34-41. (In Russ.).
12. Хайков В.Т. Маркшейдерские работы на карьере АО «Алтынтау Кокшетау». *Горный журнал Казахстана*. 2011; 11: 14-16.
Khaikov V.T. Mine Surveying Operations at the Altyntau Kokshetau Open Pit Mine. *Mining Journal of Kazakhstan*. 2011; 11: 14-16. (In Russ.).
13. Patent K36246-Б. Method of consolidating the slope of a quarry (authors: Bek A.A. Donenbayeva N.S., Nurpeisova M.B., Aitkazinova Sh.K., Nukarbekova Zh.M., Derbisov K.N) UNIV KAZA NAT RES TECH. № patent Derwent 2024-C48648.
Патент K36246-Б. Способ укрепления откосов карьера (изобретатели: Бек А.А. Доненбаева Н.С., Нурпеисова М.Б., Айтказинова Ш.К., Нукарбекова Ж.М. Дербисов К.Н. Патенообладатель: КазННТУ имени К. И. Сатпаева. Регистрационный номер Derwent 2024-C48648. (In Russ.).
14. Patent RK No. 35898. Seismoacoustic method for predicting the SSS of an array" Inventors: Nurpeisova M.B., Bitimbaev M.Zh., Rysbekov K.B., Kyrgyzbaeva G.M. Successor in title UNIV KAZANAT RES TECH. Publ.14.10.2022. Derwent Primary Accession Number2024-B08861.
Патент РК № 35898. «Сейсмоакустический способ прогнозирования напряженно-деформированного состояния массива». (Изобретатели: Нурпеисова М.Б., Битимбаев М.Ж., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Патентообладатель: КазННТУ имени К. И. Сатпаева (Satbayev University). Оpubл. 14.10.2022. Регистрационный номер Derwent: 2024-B08861. (In Russ.).
15. Nurpeisova M.B., Menayakov K.T., Ormambekov Ye., et al. Integrated monitoring and modeling of slope stability in structurally complex rock mass. *Eurasian mining*. 2025; 1: 46-50. <https://doi.org/10.17580/em.2025.01.08>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ABOUT THE AUTHORS

Маржан Байсановна Нурпеисова –

д-р техн. наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University), г. Алматы, Республика Казахстан;
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>;
 e-mail: marzhan-nurpeissova@rambler.ru

Marzhan B. Nurpeisova –

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Department of Mine Surveying and Geodesy, Kazakh National Research Technical University K. I. Satpayev (Satbayev University), Almaty, Republic of Kazakhstan; <https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>;
 e-mail: marzhan-nurpeissova@rambler.ru

Сергей Ришатович Гречухин –

главный геотехник АО «Алтынтау Кокшетау»,
 г. Кокшетау, Республика Казахстан;
<https://orcid.org/0009-0007-3240-0702>

Sergey R. Grechukhin – Chief Geotechnical Engineer, AO “Altyntau Kokshetau”, Kokshetau, Republic of Kazakhstan; <https://orcid.org/0009-0007-3240-0702>

Роман Владимирович Шульц –

д-р техн. наук, профессор, научный сотрудник Университета нефти и минералов имени короля Фахда (KFUPM), г. Дахран, Королевство Саудовская Аравия;
<https://orcid.org/0000-0003-2581-517X>

Roman V. Shults -

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Research Scientist, King Fahd University of Petroleum and Minerals (KFUPM), Dhahran, Saudi Arabia; <https://orcid.org/0000-0003-2581-517X>

Ержан Жумагалиевич Ормамбеков –

докторант, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University), г. Алматы, Республика Казахстан;
<https://orcid.org/0009-0001-2248-7214>

Erzhan Zh. Ormambekov -

PhD Doctoral Student, Kazakh National Research Technical University K. I. Satpayev (Satbayev University), Almaty, Republic of Kazakhstan; <https://orcid.org/0009-0001-2248-7214>

Айман Аскаркызы Бек –

старший преподаватель, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University), г. Алматы, Республика Казахстан; <https://orcid.org/0000-0003-1671-297X>

Aiman A. Bek –

PhD, Senior lecturer, Kazakh National Research Technical University K. I. Satpayev (Satbayev University), Almaty, Republic of Kazakhstan; <https://orcid.org/0000-0003-1671-297X>

Критерии авторства:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей.

Contribution:

The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

Конфликт интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest:

The authors declare no conflict of interest.

Информация о статье

Поступила в редакцию: 15.07.2026
 Поступила после рецензирования: 03.08.2026
 Принята к публикации: 07.08.2026

Article info

Received: 15.07.2026
 Revised: 03.08.2026
 Accepted: 07.08.2026