

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНОГО МАССИВА ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР

Г. М. Кыргызбаева,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан;*

М. Д. Исагазы, Жиландинский рудник, г. Сатпаев, Республика Казахстан;

Д. М. Кыргызбаева, А. Ж. Санатова,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: В статье приведены результаты изучения прочностных свойств горных пород Жиландинских групп месторождений. Методы математической статистики и корреляционного анализа дали возможность обобщить данные физико-механические свойства горных пород и получить графоаналитические зависимости между прочностными свойствами горных пород и глубиной их залегания в недрах. Научно обоснована возможность прогнозирования прочностных свойств пород.

Ключевые слова: месторождение, структура, устойчивость бортов карьера, глубина карьеров, промышленная безопасность.

Для цитирования: Кыргызбаева Г. М., Исагазы М. Д., Кыргызбаева Д. М., Санатова А. Ж. Исследование физико-механических свойств горного массива при освоении недр // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 29-34. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_29_34.

INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE MOUNTAIN MASSIF DURING THE DEVELOPMENT OF THE SUBSOIL

G. M. Kyrgyzbayeva, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

M. D. Isagazy, Zhylandinsky mine, Satbayev, Republic of Kazakhstan;

D. M. Kirgizbaeva, A. Zh. Sanatova, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The article presents the results of studying the strength properties of rocks of the Zhilandinsky groups of deposits. The methods of mathematical statistics and correlation analysis made it possible to generalize the data of the physical and mechanical properties of rocks and to obtain graph-analytical dependences between the strength properties of rocks and the depth of their occurrence in the subsurface. The possibility of predicting the strength properties of rocks is scientifically substantiated.

Keywords: deposit, structure, stability of quarry sides, depth of quarries, industrial safety.

For citation: Kyrgyzbayeva G.M., Isagazy M.D., Kirgizbaeva D.M., Sanatova A.Zh. Investigation of the physical and mechanical properties of the mountain massif during the development of the subsoil. Surveying and subsoil use. 2024;(2):29-34. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_29_34.

Для современного этапа развития открытых разработок месторождений полезных ископаемых характерны увеличение глубины карьеров, сроков службы откосов уступов и бортов карьеров, рост объемов вскрыши, интенсификация и концентрация горных работ, сложность инженерных, геологических и гидрогеологических условий разработки месторождений, низкое содержание полезных компонентов в руде [1-3].

Современные карьеры требуют углубленного изучения и надежного обоснования параметров устойчивых откосов уступов и бортов, ведения заоткосных работ на проектных контурах, а также постоянного инструментального контроля происходящих в прибортовых массивах геомеханических

процессов с целью своевременного прогноза различного рода деформаций. Увеличение глубины и объемов ведения открытых горных работ, ухудшение геологических и горнотехнических условий разработки месторождений определяют качественно новый подход к обеспечению устойчивости карьерных откосов [4-7].

Цель исследования: комплексный мониторинг состояния горных пород, обеспечивающий промышленную и экологическую безопасность в регионе Центрального Казахстана.

Объект исследований

В настоящее время самыми перспективными зонами являются Жаман-Айбат и Жиландинская группа месторождений (рис. 1).



Рис. 1. Обзорная карта района Жиландинской группы месторождений

Fig. 1. Overview map of the area of the Zhilandskaya group of deposits

В Жиландинскую группу входят месторождения: Итауз, Сарыоба, Кипшақпай, Карашошак, расположенные вдоль северного борта Джезказганской синклинали, разрабатываются Жиландинским рудником ТОО «Корпорация Казакмыс» [4-7].

Мощность промышленных руд колеблется от 0,1 до 20 м и в среднем составляет для месторождения Восточная Сарыоба (также и Западная Сарыоба, и Кипшақпай) 3-8 м. В рудном поле выявлено 11 рудных залежей, в составе которых разведано 109 рудных тел. Наиболее крупные залежи при-

Месторождение Сарыоба расположено в Улытауской области в 30-35 км к северу от рудника Жезказган. Оно включает два месторождения: Восточная и Западная Сарыоба (ВСО и ЗСО). Рудное поле месторождения ВСО имеет широтное распространение с протяженностью: по простиранию рудных тел — более 3,5 км, по падению — до 3,0 км. Направление падения рудных тел — юго-западное по азимуту около 215°, углы падения — от 0 до 25° в центре и северо-восточной части месторождения с глубиной залегания до 430 метров, до 40-80° — в юго-западной и в южной части месторождения с глубиной залегания до 786 м.

Рудные тела на месторождении Восточная Сарыоба (как и всех месторождений Жиландинской группы) представлены пластовыми, округлыми и ленточными залежами с весьма изменчивой мощностью и неравномерным распределением полезных компонентов.

Таблица 1 / Table 1

Классификация инженерно-геологических комплексов горных пород по условию устойчивости бортов карьеров Казахстана на основе положений ВНИМИ

Classification of engineering-geological complexes of rocks according to the condition of stability of the sides of quarries in Kazakhstan based on the provisions of VNIMI

Группа	Характеристика комплексов по условиям сложности залегания пород		
	1-я подгруппа (простые)	2-я подгруппа (средней сложности)	3-я подгруппа (сложные)
I группа (комплексы крепких скальных пород, прочность в образце $\sigma_{сж} > 80$ МПа)	Горизонтальное, пологое и наклонное залегание; выдержанность пород по мощности и простиранию; разрывные нарушения	Наклонное и крутое залегание; серия зон дробления и разрывных нарушений, иногда со значительным перемещением пород	Наклонное и крутое залегание, интенсивная складчатость; развитие дизъюнктивных нарушений, значительное количество тектонических трещин большого протяжения
	Месторождения: Саякское меднорудное; Атасуйское железорудное	Месторождения: меднорудные Коунрадское, Николаевское; Железорудное Кентобе	Месторождения: меднорудные Жеказганское, Шемонаихинское; Золоторудное Васильковское
II группа (комплексы измененных скальных и полускальных пород со средней прочностью в образце $\sigma_{сж} > 8-80$ МПа)	Спокойное горизонтальное или пологое залегание, слабая изменчивость пород и секущая трещиноватость	Горизонтальное, пологое, наклонное и крутое залегание, осложненное рядом пликтивных и дизъюнктивных нарушений	Наклонное и крутое залегание, частое чередование пород, широкое развитие сплошных трещин
	Месторождение: меднорудное Каратасское	Месторождения: меднорудные Космурын, Акбастау; золоторудное Варваринское; железорудное Соколовское, Сарбайское	Месторождения: Марганцевое Ушкатын; золоторудные Пустынное, полиметаллические Акжальское, Чиганакское; железорудное Качарское; меднорудное Итауз
III группа (комплексы слабых пород, прочность в образце $\sigma_{сж} < 8$ МПа)	Горизонтальное и пологое залегание, слабая фациальная изменчивость пород, простые гидрогеологические условия	Горизонтальное и пологое залегание, значительная фациальная изменчивость, довольно сложные гидрогеологические условия	Горизонтальное, пологое и крутое залегание, сильная фациальная изменчивость, развитие дизъюнктивных нарушений, сложные гидрогеологические условия
	Месторождения: золоторудное Абыз; Акжальское полиметаллическое; Угольные: Шубаркольское, Экибастузское	Месторождения: марганцевые Камыс, Тур; угольные: Куучекинское, Молодежное, Каражиринское, Майкубенское; нерудное Алексеевское	Месторождения: меднорудное Итауз

урочены к таскудукскому горизонту. Простираение их северо-восточное, протяженность — до 3 200 м, мощность — от 0,5 до 17 м, размер по падению — до 1 400 м [7-9].

Приведенный выше анализ геологического строения месторождений полезных ископаемых Казахстана, а их более 40 наименований, по их основным показателям:

- ✧ типы слагающих пород;
- ✧ происхождение (генезис);
- ✧ пределы прочности пород;
- ✧ наличие крупных тектонических нарушений;
- ✧ мощность рыхлых отложений;
- ✧ мощность коры выветривания;
- ✧ мощность рудного тела и обводненность.

Сотрудниками ВНИМИ [10] разработана классификация горных пород по их устойчивости в бортах карьеров, осно-

ванная на учете прочности пород в образце, характера и степени трещиноватости, выветриваемости (стойкости) и растворимости, склонности к разуплотнению и набуханию, а также к пластическим деформациям (ползучести). В этой классификации в зависимости от прочностных свойств все горные породы разделены на группы. При этом границей между крепкими и средней крепости породами принято $G_{сж}$ в образце, равное 80 МПа (табл. 1).

Это объясняется тем, что если у пород $G_{сж} > 80$ МПа, то углы наклона бортов при их средней глубине 200-300 м зависят только от залегания элементов поверхностей ослаблений и не зависят от прочности пород в образце. Границы между породами полускальными (средней прочности) и связанными глинистыми (слабыми) приняты $G_{сж} = 8$ МПа из тех соображений, что породы меньшей прочности имеют

Таблица 2 / Table 2

Физико-механические свойства горных пород месторождения Сарыоба
Physical and mechanical properties of rocks of the Sary oba deposit

Глубина залегания пород, м	Наименование породы	Прочность, МПа		Плотность γ , г/мм ³	Сцепление МПа	Угол внутреннего трения ρ , град.	Крепость пород, f
		сжатие, $\sigma_{сж}$	растяжение, σ_r				
51,0	Массив известняка	110	13,0	2,60	25	30	7,6
53,0	Серые песчаники	112	13,6	2,60	27	30	7,8
53,5	Алевриты	126	14,0	2,62	30,4	30	7,7
54,0	Известняки	128	14,2	2,62	36,5	30	7,9
84,0	Известняки	135	14,3	2,67	36,8	31	8,3
112,0	Песчаники	135	2,68	38,8	31	32	8,6
115,6	Красные известняки	137	16,8	2,65	42,7	32	8,2
153,0	Массив известняка	139	15,5	2,71	34	31	8,2
155,0	Серые известняки	174,0	16,0	2,67	46,8	31	8,8
170,8	Массив известняка	143	15,8	2,72	34,8	31	9,0
201,0	Серые известняки	151,3	16,2	2,69	40,0	32	9,1
221,0	Известняки	158,1	16,5	2,69	42,0	32	9,1
248,1	Серо-красные известняки	154,5	12,3	2,70	43,5	33	9,2
258,5	Алевриты	157,6	14,0	2,70	45,0	33	9,1
260,8	Алевриты	163,1	14,5	2,71	45,2	34	9,0
265,3	Песчаники	166,1	15,2	2,71	46,0	34	9,0
310,5	Конгломераты	173,1	17,2	2,72	46,0	34	9,1
315,8	Известняки	172,6	17,0	2,73	47,2	35	9,1
345,2	Алевриты	170,0	16,0	2,73	47,5	35	9,1
345,5	Известняки	171,4	16,8	2,71	47,0	36	9,2
355,0	Известняки	172,1	17,0	2,72	47,5	35	9,4
355,4	Песчаники	173,5	17,2	2,72	48,5	36	9,3
425,1	Красные известняки	174,5	17,3	2,73	48,8	36	9,5
425,7	Массив известняка	175,1	17,5	2,73	48,7	37	9,6
505,2	Серые известняки	178,0	16,4	2,73	49,2	37	9,8
505,6	Массив известняка	180,1	16,5	2,74	49,5	38	9,9
545,0	Серые известняки	171,4	16,8	2,74	49,8	38	10,0
545,5	Известняки	175,1	17,0	2,74	50,0	39	10,1
550,1	Серо-красные известняки	186,1	17,5	2,75	50,5	38	10,0
550,5	Известняки	183,4	17,2	2,75	50,0	38	10,2

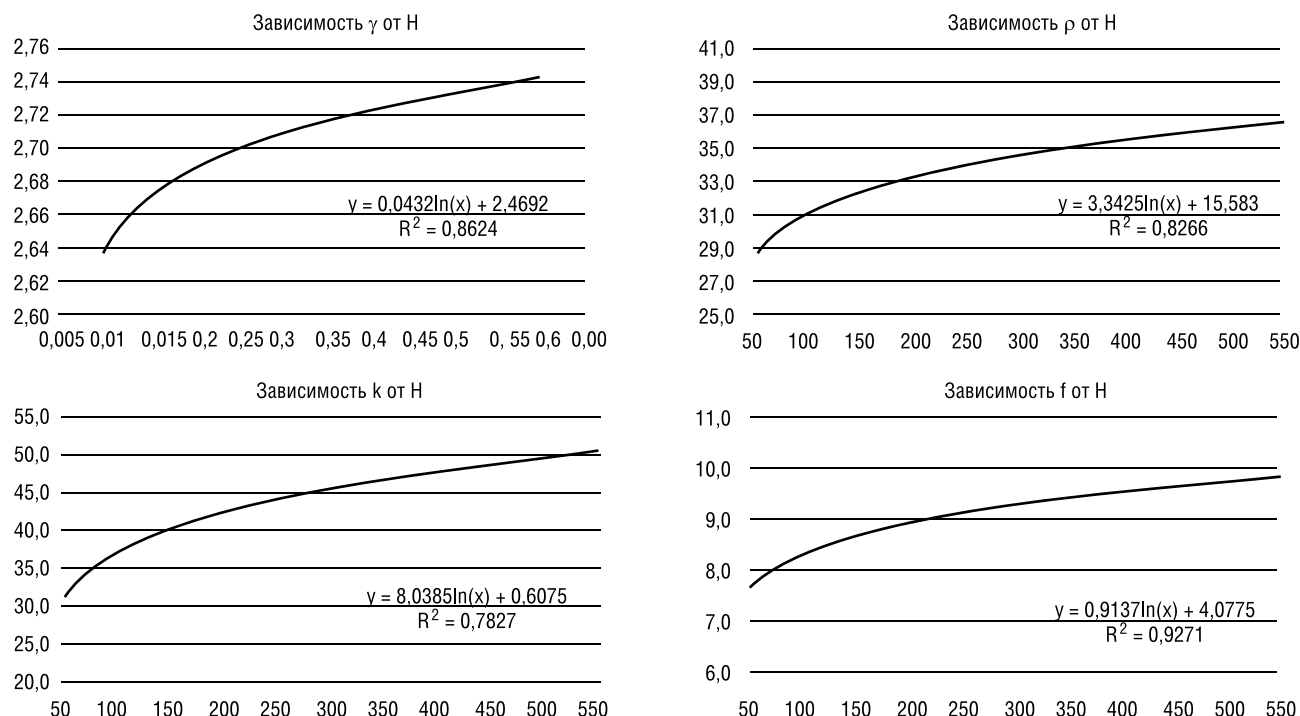


Рис. 2. Зависимость прочностных свойств массивных известняков с глубиной их залегания
Fig. 2. Dependence of the strength properties of massive limestones with the depth of their occurrence

заметную склонность к набуханию при снижении в них напряжений и наличии подтока воды и подвергаются пластическим деформациям при глубине карьеров более 200 м. На основании наших ранних исследований прочностных свойств горных пород по месторождениям Казахстана обобщены результаты по их физико-механическим свойствам [11-13].

Материал и методы исследований

Отбор проб горных пород, в том числе и полезного ископаемого, производился с целью лабораторного определения показателей физико-механических свойств, существенно влияющих на процесс сдвижения. На практике в основном используется лабораторный способ исследований физико-механических свойств горных пород на образцах, изготовленных из кернов геологоразведочных скважин, а при наличии горных выработок (канавы, шурфы, стволы, квершлагги и т. д.) пробы отбирают из пород в виде монолитов.

Испытания физико-механических свойств горных пород проводились в лаборатории Satbayev University, результаты приведены в таблице 2 [14-16].

Результаты исследований

Анализ результатов изучения ФМС пород позволил установить графоаналитические зависимости прочностных свойств пород массива с глубиной их залегания и оператив-

но вносить изменения в погоризонтные расчеты устойчивости горных выработок (рис. 2).

Кривые изменения свойств пород проведены по усредненным показателям по глубине через 50 м. Анализ данных также показывает, что прочностные свойства пород с глубиной их залегания заметно меняются. Оценка и надежность определения зависимостей произведены по формулам математической статистики [17]. На основе проведенных исследований получено свидетельство на производство науки «Прогнозирование ФМС горных пород» [18].

Выводы

1. В статье приведены результаты научных исследований состояний устойчивости откосов в ряде карьеров Казахстана.
2. Приведены основные сведения об объектах исследований в виде краткой горно-геологической характеристики месторождений, выполнена классификация горных пород по их устойчивости в бортах карьеров.
3. Методы математической статистики и корреляционно-го анализа позволили обобщить данные физико-механических свойств горных пород и получить графоаналитические зависимости между прочностными свойствами горных пород и глубиной их залегания в недрах. Научно обоснована возможность прогнозирования прочностных свойств горных пород. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. К обоснованию условий и параметров формирования горнотехнических систем при строительстве и эксплуатации комплекса циклично-поточной геотехнологии в глубоких карьерах / В. С. Федотенко, А. В. Власов, С. Я. Кливер, А. Г. Шадронов // Горная промышленность. - 2020. - № 5. - С. 102-107. - DOI: 10.30686/1609-9192-2020-5-102-107.
2. Рыльникова, М. В. Влияние фактора распределения ценных компонентов в массиве месторождения «Светлинское» на структуру производственной мощности золотодобывающего предприятия АО «ЮЖУРАЛЗОЛОТО» / М. В. Рыльникова, К. И. Струков, Н. А. Федотенко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2022. - № 2. - С. 375-387. - DOI: 10.46689/2218-5194-2022-2-1-375-386.

3. Касымканова, Х. М. Изучение структурных особенностей массива горных пород / Х. М. Касымканова, Д. М. Киргизбаева, Н. А. Федотенко // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 1(117). - С. 8-11.
4. Отработка месторождения Восточная Сары-Оба производительностью 2 млн. тонн в год: Проект, фонды ГПИ. - Жезказган, 2004.
5. Горный отвод Жиландинской группы месторождений: Проект, заказ П 17-01/19, фонды ГПИ. - Жезказган, 2018.
6. Геолого-геофизические поисковые критерии выявления медного оруденения Жезказганского типа в Центральном Казахстане: Проект. - Жезказган, 2018 г.
7. Рыльникова, М. В. Восполнение выбывающих мощностей рудников на стадии доработки балансовых запасов месторождения — условие экологически сбалансированного развития Жезказганского региона / М. В. Рыльникова, А. Б. Юн, И. В. Терентьева // Маркшейдерский вестник. - 2016. - № 5. - С. 6-10.
8. Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region / M. B. Nurpeisova, M. Zh. Bitimbayev, K. B. Rysbekov, R. Shults // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences. - 2020. - Vol. 6. - P. 194-202.
9. Кульдеев, Е. И. Освоение недр и экологическая безопасность / Е. И. Кульдеев, Г. М. Киргизбаева, М. Б. Нурпеисова. - Дюссельдорф: LAP Lambert Academic Publishing House, 2021. - 233 с.
10. Фисенко, Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов / Г. Л. Фисенко. - М.: Недра, 1965. - 378 с.
11. Напряжения и деформации в массивах горных пород при разработке полезных ископаемых / К. Н. Трубецкой. А. Т. Айруни [и др.]. - М.: ИПКОН РАН, 1998. - 188 с.
12. Киргизбаева, Г. М. Комплексный мониторинг деформационных процессов земной поверхности при освоении недр / Г. М. Киргизбаева. - Алматы: КазННТУ, 2023. - 250 с.
13. Михайлова, Н. Н. Тектонические и техногенные землетрясения в Центральном Казахстане / Н. Н. Михайлова, А. Н. Узбеков // Известия НАН РК. Серия «Геология и технические науки». - 2018. - № 3. - С. 137-145.
14. Highly efficient monitoring procedure for deformation prediction in copper ore mining / M. Nurpeisova, A. M. Abenov, N. A. Miletchenko, G. Zh. Dosetova // Eurasian mining. - 2023. - № 1. - P. 19-24.
15. «Green» economy in mining. New Developments in Mining Engineering 2015 / S. Bektassarov, S. Soltabaeva, A. Daurenbekova, A. Ormanbekova // Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. - 2015. - P. 431-434.
16. Бек, А. А. Изучение прочностных свойств горных пород на руднике Акжал с целью укрепления ослабленных участков / А. А. Бек, Н. С. Доненбаева, М. Б. Нурпеисова // Молодой ученый. - 2020. - № 33 (323). - С. 20-25.
17. Рыжов, П. А. Математическая статистика в горном деле / П. А. Рыжов. - М.: Высшая школа, 1993. - 286 с.
18. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 19300 на произведение науки от 12 июля 2021 г. Авторы: Киргизбаева Г. М. и Нурпеисова М. Б.

REFERENCES

1. Fedotenko VS, Vlasov AV, Kliver SYa, Shadrinov AG. To substantiate the conditions and parameters of the formation of mining engineering systems during the construction and operation of a complex of cyclic flow geotechnology in deep quarries. *Mining Industry*. 2020;5:102-107. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-5-102-107 (In Russ.).
2. Rylnikova MV, Strukov KI, Fedotenko NA. The influence of the distribution factor of valuable components in the Svetlinskoye deposit array on the structure of the production capacity of the YUZHURALZOLOTO gold mining enterprise. *Proceedings of Tula State University. Earth Sciences*. 2022;2:375-387. DOI: 10.46689/2218-5194-2022-2-1-375-386 (In Russ.).
3. Kasymkanova HM, Kirgizbayeva DM, Fedotenko NA. The study of structural features of the rock mass. *Surveying and subsoil use*. 2022;1(117):8-11 (In Russ.).
4. Project «Development of the Vostochnaya Sary-Oba deposit with a capacity of 2 million tons per year», funds of the GPI. Zhezkazgan;2004 (In Russ.).
5. «Mining branch of the Zhilandsky group of deposits», order P 17-01/19, funds of the GPI. Zhezkazgan;2018 (In Russ.).
6. Project «Geological and geophysical search criteria for identifying copper mineralization of the Zhezkazgan type in Central Kazakhstan». Zhezkazgan; 2018 (In Russ.).
7. Rylnikova MV, Yun AB, Terentyeva IV. Replenishment of the retiring capacities of mines at the stage of completion of the balance reserves of the deposit — a condition for the ecologically balanced development of the Zhezkazgan region. *Surveying Bulletin*. 2016;5:6-10 (In Russ.).
8. Nurpeisova MB, Bitimbayev MZh, Rysbekov KB, et al. Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences*. 2020;6:194-202.
9. Kuldeev EI, Kirgizbaeva GM, Nurpeisova MB. Subsoil development and environmental safety. Dyussel'dorf: LAP Lambert Academic Publishing House;2021 (In Russ.).
10. Fisenko GL. Stability of the sides of quarries and dumps. Moscow;1965 (In Russ.).
11. Trubetskoy KN, Ayruni AT, et al. Stresses and deformations in rock massifs during the development of minerals. Moscow;1998 (In Russ.).
12. Kirgizbaeva GM. Comprehensive monitoring of deformation processes of the Earth's surface during the development of the subsoil. Almaty:KazNITU, 2023 (In Russ.).
13. Mikhailova NN, Uzbekov AN. Tectonic and technogenic earthquakes in Central Kazakhstan. *News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A series of geology and technical sciences*. 2018;3:137-45 (In Russ.).
14. Nurpeisova M, Abenov AM, Miletchenko NA, et al. Highly efficient monitoring procedure for deformation prediction in copper ore mining. *Eurasian mining*. 2023;1:19-24.
15. Bektassarov S, Soltabaeva S, Daurenbekova A, et al. (2015). «Green» economy in mining. New Developments in Mining Engineering 2015. *Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*;2015:431-434.

16. Bek AA, Donenbayeva NS, Nurpeisova MB. Studying the strength properties of rocks at the Akzhal mine in order to strengthen weakened areas. *Young Scientist*. 2020;33 (323):20-5 (In Russ.).
17. Ryzhov PA. Mathematical statistics in mining. Moscow;1993 (In Russ.).
18. Certificate of entry into the State register of rights to objects protected by copyright No. 19300 for a work of science dated July 12, 2021. Authors: G. M. Kyrgyzbayeva and M. B. Nurpeisova (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Кыргызбаева Гүлдана Мейрамбековна:
кандидат технических наук,
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: g.kyrgyzbayeva@satbayev.university,
<https://orcid.org/0000-0002-4869-0587>



Киргизбаева Динара Мейрамбековна:
доктор PhD,
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-8869-5497>



Исагазы Мадияр Дуисенбекулы:
начальник технического отдела,
Жыландиский рудник,
г. Сатпаев, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0002-1748-8834>



Санатова Алия Жолгасовна:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/009-0009-0904-3991>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kyrgyzbayeva Guldana Meirambekovna:
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: g.kyrgyzbayeva@satbayev.university,
<https://orcid.org/0000-0002-4869-0587>

Kirgizbaeva Dinara Meirambekovna:
PhD,
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-8869-5497>

Isagazy Madiyar Duysenbekuly:
Head of the Technical Department,
Zhylandisky mine,
Satbayev, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0002-1748-8834>

Sanatova Aliya Jolgasovna:
master's student,
Department Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/009-0009-0904-3991>

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.