

Код МРНТИ 38.17.15:38.17.17

С.Е. Раис<sup>1</sup>, Н.Т. Пак<sup>2</sup>, \*М.К. Кембаев<sup>1</sup>, А. Қ. Амантаев<sup>1</sup><sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),<sup>2</sup>Институт геологии им. М.М. Адышева НАН КР (г. Бишкек, Кыргызстан)

## ГЕОЛОГИЯ ГРАНИТОВ ЖЕЛЬТАУСКОГО ИНТРУЗИВНОГО МАССИВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

**Аннотация.** Шу-Илеский рудный пояс представляет собой одну из уникальных геологических структур Центральной Азии, где развиты гранитоидные породы различного состава и возраста, включая Жельтауский массив. Эти породы играют ключевую роль как источник строительных материалов, что требует детального изучения их генезиса и свойств. В статье представлены результаты исследований геологических процессов, которые привели к формированию гранитоидов Шу-Илеского рудного пояса, и их влияние на физико-механические свойства пород, используемых в строительной индустрии. Проанализированы ключевые параметры, такие как прочность, пористость и устойчивость к воздействию внешних факторов, что позволяет сделать выводы о пригодности этих гранитоидов для различных типов строительных материалов.

**Ключевые слова:** Шу-Илеский рудный пояс, Жельтауский массив, гранитоиды, геологические процессы, строительные материалы, физико-механические свойства.

### Жельтау интрузия массиві гранитінің геологиясы және оны құрылыс индустриясында қолдану перспективалары

**Аннотация.** Шу-Иле рудалық белдеуі Орталық Азиядағы бірегей геологиялық құрылымдардың бірі болып табылады, онда әртүрлі құрамы мен жасындағы гранитоидты жыныстар кеңінен таралған, соның ішінде Жельтау массиві. Бұл жыныстар құрылыс материалдарының көзі ретінде маңызды рөл атқарады, сондықтан олардың генезисі мен қасиеттерін егжей-тегжейлі зерттеу қажет. Мақалада Шу-Иле рудалық белдеуіндегі гранитоидтардың қалыптасуына әкелген геологиялық процестер және олардың құрылыс индустриясында қолданылатын жыныстардың физика-механикалық қасиеттеріне әсері туралы зерттеу нәтижелері ұсынылады. Мықтылық, кеуектілік және сыртқы факторларға төзімділік сияқты негізгі параметрлер талданды, бұл осы гранитоидтардың түрлі құрылыс материалдарына жарамдылығы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** Шу-Иле рудалық белдеуі, Жельтау массиві, гранитоидтар, геологиялық процестер, құрылыс материалдары, физика-механикалық қасиеттер.

### Geology of the Jeltau intrusive massif granites and prospects of their application in the construction industry

**Abstract.** The Chu-Ili ore belt represents one of the unique geological structures of Central Asia, where granitoid rocks of varying compositions and ages are developed including Jeltau massive. These rocks play a key role as a source of construction materials, which requires detailed studies of their genesis and properties. This article presents the results of research on the geological processes that led to the formation of the granitoids in the Chu-Ili ore belt and their impact on the physical and mechanical properties of the rocks used in the construction industry. Key parameters such as strength, porosity, and resistance to external factors are analyzed, allowing conclusions to be drawn regarding the suitability of these granitoids for various types of building materials.

**Key words:** Chu-Ili ore belt, Jeltau massive, granitoids, geological processes, construction materials, physical and mechanical properties.

### Введение

Гранитоиды являются одним из наиболее распространенных магматических комплексов. Они широко используются в строительной отрасли, благодаря высокой прочности, долговечности и устойчивости к атмосферным воздействиям. Шу-Илеский рудный пояс, расположенный в южной части Казахстана, представляет собой уникальный регион, где гранитоидные интрузии имеют большое распространение и промышленное значение [1]. Однако для эффективного применения гранитов в строительстве необходимо глубокое понимание геологических процессов, повлиявших на формирование их петрографического состава и физико-механических свойств. Целью данной работы является изучение геологии гранитов Жельтауского массива Шу-Илеского пояса, анализ их трещиноватости и физико-механических свойств для использования в различных видах строительства [2–4]. Для этих целей нами были проведены полевые маршруты с изучением интенсивности трещиноватости и с отбором штучных проб с Жельтауского интрузивного массива.

В целом, совокупность минералогических, текстурных и структурных особенностей, подтвержденная физико-механическими испытаниями, позволяет отнести гранитоиды Жельтауского массива к перспективным материалам для монолитного и декоративного строительства, при этом их применение соответствует повышенным требованиям к прочности и долговечности.

### Методы исследования

#### Геологические процессы формирования гранитоидов Шу-Илеского рудного пояса

#### Тектоническая обстановка и магматизм

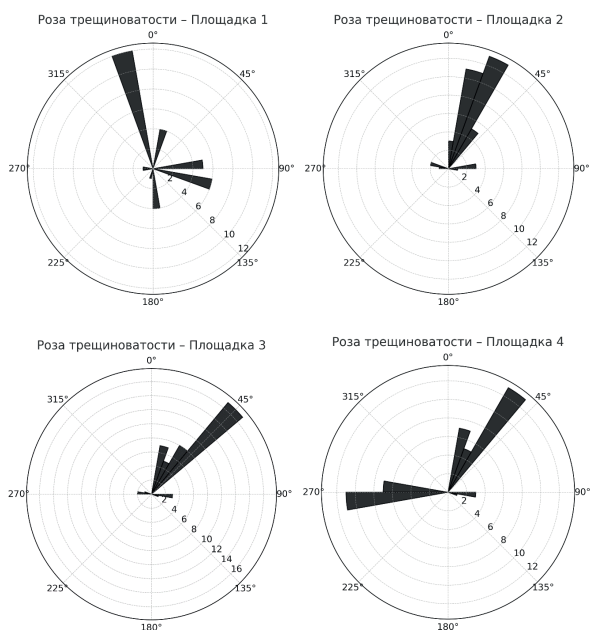
Шу-Илеский рудный пояс является частью Среднеазиатского складчатого пояса, который был сформирован в результате сложных тектонических процессов, связанных с коллизией и субдукцией древних литосферных плит. Основной этап магматизма, приведший к образованию гранитоидов, происходил в течение позднего палеозоя – раннего мезозоя. В результате различных тектонических режимов – от активной континентальной окраины до коллизии – образовались гранитоидные интрузии, включающие тоналиты, гранодиориты, граниты и диориты.

Гранитоиды Жельтауского интрузивного массива представляют собой продукт дифференцированной магматической активности, которая происходила на фоне активного орогенеза. Формирование данных пород связано с плавлением базальтового слоя континентальной коры под воздействием нарастающих тектонических напряжений. В результате этого процесса происходило выделение богатых кремнеземом магм, которые постепенно кристаллизовались, образуя гранитоидные интрузии.

#### Изучение трещиноватости

По элементам залегания и морфологическим признакам на гранитном массиве выделено семь систем трещин, из которых с I по VI системы – крутопадающие, и VII – пологий.

Блокообразующими из этих систем трещин были приняты: по 3 и 4 площадкам – системы IV и V. Морфология этих систем трещин – прямолинейные, тонкие, сомкнутые или заполненные глинистым материалом, иногда отмечается их прерывистость по простиранию. Стенки трещин чаще ровные, реже мелкоступенчатые. Седьмая система (VII), будучи пологой и слабо выраженной в пространстве, не отображена на диаграмме, но подтверждена визуальными наблюдениями (рис. 1).



**Рис. 1. Роза трещиноватости гранитов Жельтауского массива.**

**Сурет 1. Жельтау массивінің гранитінің жарықшақтылық раушаны.**

**Figure 1. The fracture pattern of the granites of the Jeltau massif.**

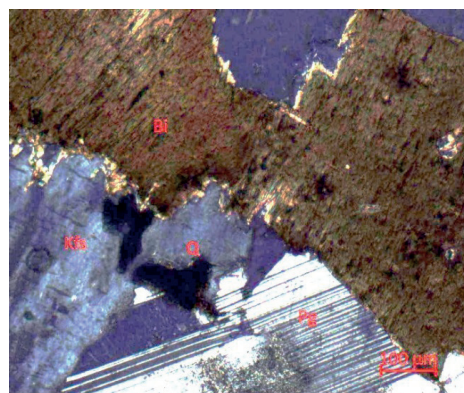
Подводя итог по анализу трещиноватости гранитов Жельтауского интрузивного массива, следует отметить, что характер трещиноватости гранитов является благоприятным для добычи блочного камня.

**Результаты**

**Минеральный состав и текстура гранитоидов**

Минеральный состав гранитоидов Жельтауского массива варьируется от бедных на мафические минералы до обогащенных калием и натрием типов. Основные минералы включают кварц, полевые шпаты (плагиоклаз, микроклин), биотит и амфиболы. Текстурные особенности гранитоидов, такие как зернистость и ориентация минералов, свидетельствуют о нескольких стадиях кристаллизации магмы и возможных постмагматических изменениях под воздействием региональных тектонических процессов (рис. 2–4).

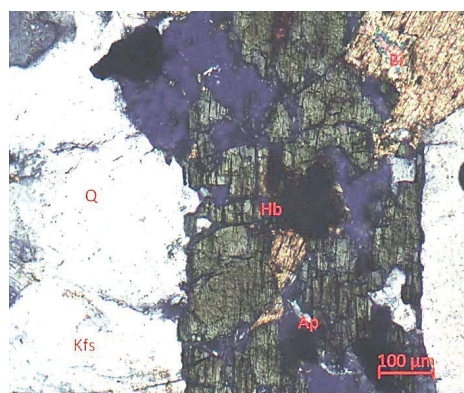
Цвет пород светло-серо-розовый, текстура массивная, структура полнокристаллическая, равномернозернистая, крупнозернистая. Микроструктура гипидиоморфнозернистая, гранитная, местами пойкилитовая.



**Рис. 2. Биотит-роговообманковый гранит в скрещенных николях, 10X.**

**Сурет 2. Айқасқан николядағы биотит-мүйіздалдамша гранит, 10X.**

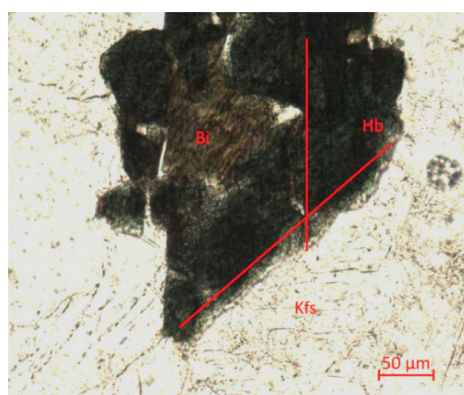
**Figure 2. Biotite-hornblende granite in crossed nichols, 10X.**



**Рис. 3. Биотит-роговообманковый гранит в скрещенных николях, 10X.**

**Сурет 3. Айқасқан николядағы биотит-мүйіздалдамша гранит, 10X.**

**Figure 3. Biotite-hornblende granite in crossed nichols, 10X.**



**Рис. 4. Биотит-роговообманковый гранит в скрещенных николях, угол между направлениями спайности, по которому развивается биотит, 20X.**

**Сурет 4. Қиылысқан николядердегі биотит-мүйіздалдамша гранит, биотит дамидың бөліну бағыттары арасындағы бұрыш, 20X.**

**Figure 4. Biotite-hornblende granite in crossed nichols, the angle between cleavage directions along which biotite develops, 20X.**

Минеральный состав: главными минералами пород являются кварц (30%), калиевый полевой шпат (КПШ) (30%), плагиоклаз альбит (30%). Второстепенными минералами является биотит и амфибол, а также акцессорные минералы – рудные минералы, циркон.

Кварц по показателю преломления минерал, относится к IV группе, в шлифе бесцветен. Легко отличается от других минералов своей неправильной формой. Двупреломление низкое, цвет интерференции белый, спайность отсутствует. По кварцу вторичные минералы не образуются. Кварц в шлифе в подавляющем количестве встречается в основной массе и в промежутках между другими минералами породы, размеры его колеблются от 10 мкм до 1 мм.

КПШ по показателям преломления относятся ко II группе, двупреломление низкое, в шлифах цвет интерференции не выше серого, калинатровые шпаты образуются при различных температурах, и калиевый полевой шпат в породе представлен в основном в виде микроклина с альбит-периклиновыми сложными двойниками. В ортоклазах, которых отмечается небольшое количество, развивается пелитизация, в параллельных николях такие кристаллы как будто припыленные.

Плагиоклаз представлен минералом альбитом с тонкими полисинтетическими двойниками, кристаллы удлиненные призматические, по показателю преломления, т. е. по оптическим явлениям в одном николе, такие как рельеф, шагреньевая поверхность, полоска Бекке относится ко II группе (по Лодочникову), в шлифах бесцветны, имеют низкие цвета интерференции, наблюдаются двойники. Цвета интерференции даже в различных сечениях выше белого не встречаются. Полисинтетические двойники в скрещенных николях наблюдаются как параллельные между собой индивиды. Соседние индивиды, направления осей индикатрисы которых имеют различные наименования, имеют и различные углы погасания. В этом плагиоклазе углы погасания определяются как 10–12°. В этой породе плагиоклазы образуют правильные призмы, размеры в основном 100 мкм в основной массе и около более 2 мм в порфириновых выделениях.

Амфибол образует гипидиоморфные кристаллы преимущественно удлиненной призматической формы с отношением ширины к длине примерно равным 1:3. Продольные границы таких зерен обычно ровные, а поперечные – волнистые, зубчатые. Реже встречаются разрезы изометричной формы с неровными границами. Длина кристаллов данного минерала колеблется от 0,4 мм до 1,3 мм, преобладают зерна длиной около 1 мм. Минерал окрашен в зеленые тона и плеохроирует от желтовато-зеленого до буро-зеленого цвета. Зерна исследуемого минерала обладают совершенной спайностью в двух направлениях под углом 56° в поперечных разрезах. Оптический рельеф минерала средний положительный, т. е. его показатели преломления находятся в пределах 1,6–1,7. Максимальная интерференционная окраска минерала красная I порядка, т. е. его сила двулучепреломления  $N_g - N_p = 0,019$ . Минерал имеет косое погасание под углом 21° и положительное удлинение.

Биотит отмечается в шлифе до 10%, цвет минерала в параллельных николях зеленоватый, с включением мел-

ких зерен рудного минерала с темной каемкой вокруг кристаллов, циркона, апатита и сфена. Плеохроизм биотита ясный от зеленоватого до почти бесцветного, по показателям преломления он относится к IV–V группам. Двупреломление и показатели преломления изменчивы и зависят от количества железа, входящего в состав биотита. При возрастании содержания железа растут и показатели преломления, и величины двупреломления. Данный биотит близок к IV группе, имеет высокие цвета интерференции, совершенную спайность.

Циркон характерен для кислых и щелочных горных пород, он часто кристаллизуется в призматическом и дипирамидальном габитусе. В шлифах встречается в поперечном сечении в виде четырехугольников, в виде ромбов, в поперечном сечении он бывает в виде квадратов или восьмиугольников. По показателям преломления он относится к VII группе. В шлифах бесцветен, иногда бывает красноватым или буроватым. Ему характерен прямой угол погасания, положительное удлинение и высокий цвет интерференции. Кроме того, вокруг зерен циркона часто возникают темные зоны радиоактивного распада в биотите, горнбленде.

Рудный минерал отмечается в 3–4 зернах кубического габитуса, поблизости от биотитов или даже в них.

Микротекстурные исследования показывают, что большинство гранитоидов характеризуются крупнозернистой структурой с хорошо выраженными магматическими текстурами. Это указывает на их медленное кристаллизующееся происхождение на глубине, что способствует формированию устойчивых к внешним воздействиям пород.

Геологические условия формирования и петрографический состав горных пород являются определяющими их свойств, состояния и играют важную роль при выборе направления практического применения [5–11].

#### **Влияние геологических процессов на свойства строительных материалов из гранитоидов**

Для изучения физико-механических свойств были проведены лабораторные исследования в ТОО «ЦЛ «Геоаналитика» (таблица 1).

#### **Физико-механические свойства гранитоидов**

Гранитоиды Жельтауского массива демонстрируют высокие показатели прочности, что делает их идеальными кандидатами для использования в качестве строительного камня. Прочностные характеристики зависят от их минералогического состава и степени трещиноватости, которая обусловлена как тектоническими процессами, так и постмагматическими изменениями. Средняя прочность на сжатие составляет 40–50 МПа, что делает гранитоиды пригодными для использования в тяжелых строительных конструкциях, таких как мосты, дороги и здания.

#### **Устойчивость к внешним воздействиям**

Один из ключевых факторов, влияющих на долговечность строительных материалов, это их устойчивость к воздействиям окружающей среды, таким как замораживание и оттаивание, атмосферная эрозия и химические воздействия. Гранитоиды Жельтауского массива демонстрируют отличную морозостойкость и низкую пористость, что делает их устойчивыми к изменяющимся климатическим условиям. Эти свойства обусловлены высокой плот-

Таблица 1

*Результаты сокращенного комплекса физико-механических испытаний гранитов участка «Жельтау-2»*

*Кесте 1*

*«Жельтау-2» бөлікшесі гранитін физикалық-механикалық сынаудың қысқартылған кешенінің нәтижелері*

*Table 1*

*Results of the shortened complex of physico-mechanical tests of samples of the «Jeltau-2» site*

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Среднее ± SD	n
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2.65	2.68	2.66	2.66 ± 0.015	3
Водопоглощение, %	0.52	0.58	0.55	0.55 ± 0.03	3
Прочность на сжатие, МПа	49.0	50.5	48.5	49.3 ± 1.0	3

*Примечание:* прочность переведена из кгс/см<sup>2</sup> в мегапаскали (1 кгс/см<sup>2</sup> = 0.09807 МПа)

ностью и низкой водопоглощаемостью пород, которая в среднем составляет 0.55%.

#### **Технологические особенности обработки гранитоидов**

Гранитоиды, благодаря своей кристаллической структуре и однородности, легко поддаются механической обработке, что позволяет использовать их в производстве высококачественных облицовочных материалов и строительных блоков. Дополнительным преимуществом является их эстетический внешний вид, обусловленный наличием различных цветовых оттенков, что делает гранитоиды популярным материалом в декоративной архитектуре.

#### **Потенциальное применение гранитоидов в строительной отрасли**

С учетом высоких физико-механических свойств и устойчивости гранитоидов Шу-Илеского рудного пояса, можно выделить несколько основных направлений их применения в строительстве:

- *Дорожное строительство:* гранитоиды могут использоваться для производства асфальтобетона, гравийных покрытий, а также в качестве строительного щебня.

- *Возведение монолитных конструкций:* высокая прочность и низкая пористость делают гранитоиды идеальными для использования в массивных бетонных сооружениях и конструкциях.

- *Облицовка зданий:* эстетические и физические качества гранитоидов позволяют их использовать в архитектуре и дизайне зданий.

#### **Обсуждение**

Физико-механические характеристики гранитоидов Жельтауского массива находятся в прямой зависимости от их петрографических особенностей. Низкий уровень водопоглощения и высокая плотность указывают на однородную, плотную структуру с малым количеством пор. Крупнозернистая структура и полнокристаллическая текстура обеспечивают высокие прочностные показатели, что делает данные породы пригодными для использования в строительстве.

Трещиноватость играет ключевую роль в формировании прочности. Наиболее благоприятными являются

участки с развитием сомкнутых, прямолинейных трещин, что способствует получению крупных блоков. Однако наличие прерывистых трещин с заполнением глинистым материалом может локально снижать прочность.

Сравнение с гранитами Восточно-Казахстанского региона показывает, что значения плотности (2.64–2.68 г/см<sup>3</sup>) и прочности (45–55 МПа) аналогичны, однако водопоглощение у Жельтауских пород ниже, что может быть связано с меньшей микротрещиноватостью.

Согласно нормативам ГОСТ 9479-2011 и EN 12371, предел прочности более 40 МПа и водопоглощение менее 0.6% позволяют отнести исследуемые гранитоиды к высококачественным строительным материалам. Отдельные отклонения в прочности между образцами могут быть обусловлены различиями в текстуре и содержании вторичных минералов.

Таким образом, результаты подтверждают высокую пригодность гранитоидов Жельтауского массива для различных направлений строительства и рекомендуют их к дальнейшему промышленному использованию.

#### **Заключение**

Гранитоиды Жельтауского массива представляют собой уникальный природный ресурс с отличными строительными характеристиками. Геологические процессы их формирования, включая магматические и постмагматические изменения, способствовали созданию пород с высокой прочностью, долговечностью и устойчивостью к внешним факторам. В результате гранитоиды этого региона имеют значительный потенциал для применения в различных областях строительства, что делает их важным объектом для дальнейшего изучения и разработки.

#### **Благодарность**

*Данная статья финансировалась Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по проекту AP27511149 «Геолого-минералогические исследования гранитоидов Казахстана как источников редких металлов для восполнения их ресурсов».*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чу-Илийский рудный пояс. Полезные ископаемые. Нерудные полезные ископаемые: Алма-Ата, Наука, 1979. 152 с. (на русском языке)
2. Байбатша А.Б. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. Монография: Алматы, Ғылым, 2003. 320 с. (на русском языке)
3. Иванов В.И., Сидорова Н.А. Геология и минералогия гранитоидов Чу-Илийского рудного пояса: Алматы, КазНУ, 2018. 152 с. (на русском языке)
4. Jones B., Smith C. Петрология и геохимия Шу-Илеских гранитов: значение для их использования в строительстве // *Geological journal*. 2020. № 48 (2). С. 225–239 (на английском языке)
5. Baibatsha A., Mamanov Y., Bekbotayev A. Выделение перспективных месторождений руд на территориях Шу-Илеского пояса по материалам дистанционного зондирования // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 2016. С. 35–41 (на английском языке)
6. Об использовании данных дистанционного зондирования для изучения геологического строения и прогноза минеральных ресурсов Шу-Илеской сутуры / Baibatsha A. [и др.] // *Mining of Mineral Deposits*. 2024. № 18 (4). С. 56–70 (на английском языке)
7. Геомеханическая оценка месторождений полезных ископаемых на основе 3D-моделирования / Baibatsha A.B. [и др.] // *Eurasian Mining*. 2024. № 41 (1). С. 28–32 (на английском языке)
8. Baibatsha A., Otarova G., Shakirova G. Инновационные технологии прогнозирования минеральных ресурсов на исследуемых территориях // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 2019. № 19 (1.1). С. 271–278 (на английском языке)
9. Baibatsha A. Связь палеозоидов и месторождений полезных ископаемых Казахстана с палеозойским суперплюмом // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 2017. № 17 (1.1). С. 479–485 (на английском языке)
10. Байбатша А.Б. Плюм-тектоническая природа геологических структур и геодинамики территории Казахстана // *ГеоБайкал 2016*, Иркутск, 2016. С. 1–6 (на русском языке)
11. Богданов К.А., Беспалов В.А. Минералогия: Практикум по определению минералов в шлифах: Екатеринбург, УГГУ, 2011 (на русском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шу-Іле кен белдеуі. Пайдалы қазбалар. Кенді емес пайдалы қазбалар: Алматы, Ғылым, 1979. Б. 152 (орыс тілінде)
2. Байбатша А.Б. Геоинформатика негіздерімен пайдалы қазбалар кен орындарының инженерлік геологиясы. Монография: Алматы, Ғылым, 2003. Б. 320 (орыс тілінде)
3. Иванов В.И., Сидорова Н.А. Шу-Іле кен белдеуінің гранитоидтарының геологиясы және минералогиясы: Алматы: ҚазҰУ, 2018. Б. 152 (орыс тілінде)
4. Jones B., Smith C. Шу-Іле граниттерінің петрологиясы және геохимиясы: оларды құрылыста қолданудың маңызы // *Геологиялық журнал*. 2020. № 48 (2). Б. 225–239 (ағылшын тілінде)
5. Baibatsha A., Mamanov Y., Bekbotayev A. Материалдарды қашықтықтан зондау бойынша Шу-Іле белдеуінің учаскелеріне перспективалық кендерді бөлу // *Халықаралық Көпсалалы Ғылыми Геоконференция: SGEM*, 2016. Б. 35–41 (ағылшын тілінде)
6. Шу-Іле сутурасының геологиялық құрылымын зерттеу және минералды ресурстарын болжау үшін қашықтықтан зондау деректерін пайдалану туралы / Baibatsha A. [және т. б.] // *Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру*. 2024. № 18 (4). Б. 56–70 (ағылшын тілінде)
7. 3d модельдеу негізінде пайдалы қазбалар кен орындарын геомеханикалық бағалау / Baibatsha A.B. [және т. б.] // *Еуразиялық тау-кен өндірісі*. 2024. № 41 (1). Б. 28–32 (ағылшын тілінде)
8. Baibatsha A., Otarova G., Shakirova G. Қамтылған аумақтардағы минералды ресурстарды болжаудың инновациялық технологиялары // *Халықаралық Көпсалалы Ғылыми Геоконференция: SGEM*, 2019. № 19 (1.1). Б. 271–278 (ағылшын тілінде)
9. Baibatsha A. Қазақстанның палеозоидтар мен пайдалы қазбалар кен орындарының палеозой суперплюмімен байланысы // *Халықаралық Көпсалалы Ғылыми Геоконференция: SGEM*, 2017. № 17 (1.1). Б. 479–485 (ағылшын тілінде)
10. Байбатша А.Б. Қазақстан аумағының геологиялық құрылымдары мен геодинамикасының плюм-тектоникалық табиғаты // *ГеоБайкал 2016*. Иркутск, 2016. Б. 1–6 (орыс тілінде)
11. Богданов К.А., Беспалов В.А. Минералогия: шлифтердегі минералдарды анықтау бойынша практикум: Екатеринбург, УГГУ, 2011 (орыс тілінде)

## REFERENCES

1. Chu-Iliiskii rudnyi poyas. Poleznye iskopaemye. Nerudnye poleznye iskopaemye [The Chu-Ili ore belt. Minerals. Non-metallic minerals], Almaty, Nauka, 1979. 152 p. (in Russian)

2. Baibatsha A.B. *Inzhenernaya geologiya mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh s osnovami geoinformatiki. Monografiya [Engineering geology of mineral deposits with the basics of geoinformatics. The monograph]*, Almaty, Gylym, 2003. 320 p. (in Russian)
3. Ivanov V.I., Sidorova N.A. *Geologiya i mineralogiya granitoidov Chu-Iliiskogo rudnogo poyasa [Geology and mineralogy of granitoids of the Chu-Ili ore belt.]*, Almaty: KazNU, 2018. 152 p. (in Russian)
4. Jone B., Smith C. *Petrology and geochemistry of Chu-Ili granites: significance for their use in construction // Geological journal. 2020. No. 48 (2). 225–239 pp. (in English)*
5. Baibatsha A., Mamanov Y., Bekbotayev A. *Allocation of perspective ores on the areas Shu-Ile belt on the materials remote sensing // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 2016. 35–41 pp. (in English)*
6. *On the use of remote sensing data to study the geological structure and forecast mineral resources of the Shu-Ile suture / Baibatsha A. [et al.] // Mining of Mineral Deposits. 2024. No. 18 (4). 56–70 pp. (in English)*
7. *Geomechanical assessment of mineral deposits based on 3D modeling / Baibatsha A.B. // Eurasian Mining. 2024. No. 41 (1). 28–32 pp. (in English)*
8. Baibatsha A., Omarova G., Shakirova G. *Innovative technologies of mineral resources prediction on covered territories // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 2019. No. 19 (1.1). 271–278 pp. (in English)*
9. Baibatsha A. *Relationship of paleozooids and mineral deposits of Kazakhstan with the paleozoic superplume // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 2017. No. 17 (1.1). 479–485 pp. (in English)*
10. Baibatsha A.B. *Pljum-tektonicheskaja priroda geologicheskikh struktur i geodinamiki territorii Kazahstana [Plume-tectonic nature of geological structures and geodynamics of the territory of Kazakhstan], GeoBajkal 2016 [GeoBaikal 2016], Irkutsk, 2016. 1–6 pp. (in Russian)*
11. Bogdanov K. A., Bepalov V. A. *Mineralogiya: Praktikum po opredeleniyu mineralov v shlifakh [Mineralogy: A practical guide to the determination of minerals in rocks], Ekaterinburg, UGGU, 2011 (in Russian)*

**Сведения об авторах:**

**Раис С.Е.**, докторант кафедры «Геология», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [sayar.r@gmail.com](mailto:sayar.r@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0007-2386-1857>

**Пак Н.Т.**, канд. геол.-минер. наук, зав. лабораторией металлогении и рудообразования Института геологии им. М.М. Адышева НАН КР (г. Бишкек, Кыргызстан), [geol\\_kg@mail.ru](mailto:geol_kg@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-9961-0962>

**Кембаев М.К.**, доктор Ph.D, ассоциированный профессор кафедры «Геология», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [k.maksat@mail.ru](mailto:k.maksat@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5069-9399>

**Амантаев А.К.**, магистр, мл. научный сотрудник кафедры «Геология», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [abylay.amantayev99@gmail.com](mailto:abylay.amantayev99@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0001-9112-5882>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Раис С.Е.**, «Геология» кафедрасының докторанты, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Пак Н.Т.**, геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, Металлогения және рудажаралу зертханасының жетекшісі ҚР ҰҒА М.М. Адышев атындағы Геология институты (Бішкек қ., Қырғызстан)

**Кембаев М.К.**, Ph.D докторы, «Геология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Амантаев А.К.**, «Геология» кафедрасының магистры, кіші ғылыми қызметкер, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

**Rais S.E.**, Doctoral student of the Geology department, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Pak N.T.**, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Laboratory of Metallogeny and Ore Formation of the M.M. Adyshev Institute of Geology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic (Bishkek, Kyrgyzstan)

**Kembayev M.K.**, Ph.D, Associate Professor of the Geology department, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Amantayev A.K.**, Master, junior research assistant of the Geology department, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)