

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2021, №5, Том 13 / 2021, No 5, Vol 13 <https://esj.today/issue-5-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/19NZVN521.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Амралинова, Б. Б. Формирование и геохимические особенности поверхностных вод озер Шаган-Чарского участка (Восточный Казахстан) / Б. Б. Амралинова, О. В. Фролова, И. Е. Матайбаева, Б. Б. Агалиева, Н. А. Зимановская // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/19NZVN521.pdf>

**For citation:**

Amralinova B.B., Frolova O.V., Mataibaeva I.E., Agaliyeva B.B., Zimznovskaya N.A. Formation and geochemical features of the surface waters of the lakes of the Shagan-Charsky section (East Kazakhstan). *The Eurasian Scientific Journal*, 13(5): 19NZVN521. Available at: <https://esj.today/PDF/19NZVN521.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

*В рамках реализации проекта АР08052707 «Проведение гидрохимических исследований озер Восточного Казахстана с целью выявления в них минерализации редких металлов», МОН РК*

**Амралинова Бакытжан Базарбековна**

НАО «Казахстанский Национальный научно-исследовательский университет имени К.И. Сатпаева»,  
Алматы, Республика Казахстан  
Директор института управления проектами  
PhD

E-mail: bakytzhan\_80@mail.ru

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57194348109>

**Фролова Ольга Вячеславовна**

ТОО ПСК «Инженерные решения», Усть-Каменогорск, Республика Казахстан  
Ведущий инженер-геолог  
PhD

E-mail: geolog1984@mail.ru

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57195674035>

**Матайбаева Индира Едылиевна**

НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», Усть-Каменогорск, Республика Казахстан  
Школа наук о Земле  
Заместитель декана  
PhD

E-mail: indi.mataybaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-7591>

**Агалиева Бакытгуль Болатканкыз**

НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», Усть-Каменогорск, Республика Казахстан  
Школа наук о Земле  
Преподаватель

E-mail: agalieva\_00@mail.ru

**Зимановская Наталья Александровна**

НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», Усть-Каменогорск, Республика Казахстан  
Школа наук о Земле  
Старший научный сотрудник  
PhD

E-mail: nata\_zim@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9881-690X>

## Формирование и геохимические особенности поверхностных вод озёр Шаган-Чарского участка (Восточный Казахстан)

**Аннотация.** Наиболее полное исследование водных объектов на территории Восточного Казахстана проводилось преимущественно во второй половине 20-го столетия. За этот период был накоплен обширный материал системных данных. Но значительная часть озёр до настоящего времени остается неизученной, в связи со сложностью географических условий распространения, недостаточности и неэффективности работы по сбору и систематизации данных, а как следствие и анализу дальнейшего использования имеющихся озерных ресурсов. В данной статье рассматриваются геохимические особенности элементного состава озёр и перспективы редкометалльной рудоносности Шаган-Чарского участка Восточного Казахстана. В орографическом отношении район располагается на юго-западных склонах Калбинского хребта. Водовмещающими породами являются линзообразно переслаивающиеся супеси, глинистые пески, иногда с примесью гравия глинисто-илистые отложения, мощностью до 3 м. Озерные отложения сильно засолены. Приводится минералого-геохимическая характеристика гранитных массивов Шаган-Чарского участка. Авторами установлено, что особенности геохимического состава зависят от множества факторов. Дается обоснование перспектив Брусиловской группы проявлений на выявление редкометалльного оруденения (Sn, W, Zr, Nb и др.).

**Ключевые слова:** гидрогеохимия; озёрные воды; минерализация; гранитные массивы; геохимический состав; редкие металлы

### Введение

Целью исследований является изучение химического состава озерных вод, солевых рассолов, рапы и донных отложений для выявления минерализации редких металлов и других видов полезных ископаемых. На территории Восточного Казахстана насчитывается более 48000 естественных озёр [1], из которых около 90 % являются малыми с площадью менее 1 км<sup>2</sup>. Систематическое исследование водных объектов проводилось преимущественно в 1950–1980 гг. За эти годы был накоплен обширный материал натуральных данных. Но значительная часть озёр до настоящего времени остается неизученной, ввиду особенностей географических условий распространения, недостаточности и неэффективности работы по сбору и систематизации данных, а затем и анализу дальнейшего использования имеющихся озерных ресурсов.<sup>1</sup>

Территория Казахстана в зависимости от определенного набора микроэлементов имеет различные геохимические типы озёр. Выделяются следующие типы геохимических типов:

- сульфатно-хлоридные;
- хлоридно-сульфатные;
- содово-сульфатные<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Жумангалиева З.М. Озерный фонд Казахстана // Диссертация на соискание учёной степени кандидата географических наук. — Санкт-Петербург, 2015. — 159 с.

<sup>2</sup> Поверхностные водоёмы Республики Казахстан [Электронный ресурс] // URL: <https://en.ppt-online.org/206727>.

Помимо испарения, большое влияние на состав вод оказывает их взаимодействие с горными породами данных участков.

Локально-водоносный горизонт современных озерных отложений развит в озерных котловинах, имеющих значительное распространение на территории листа М-44-XXI (рис. 1). Шаган-Чарский участок расположен в Жарминском и Кокпектинском районах Восточно-Казахстанской области.

В орографическом отношении район располагается на юго-западных склонах Калбинского хребта, который в свою очередь располагается на левобережье р. Иртыш в виде широкой полосы северо-западного простирания и представляет собой западное продолжение Алтайских гор.

Калбинский хребет представлен невысокой, хотя и широкой грядой с пологими склонами, сильно расчлененными системой врезанных в нее верховьев притоков реки Иртыш — р. Шар, Шаган, Кызылсу и др. [4].

Водовмещающими породами являются линзообразно переслаивающиеся супеси, глинистые пески, иногда с примесью гравия глинисто-илистые отложения, мощностью до 3 м. Озерные отложения сильно засолены и часто содержат кристаллический гипс [5]. Водообильность пород слабая, дебиты отдельных водопунктов не превышают 0,2 л/сек., глубина залегания подземных вод колеблется от 0,5 до 2,9 м.

Минерализация вод разнообразна и изменяется от 2,45 до 90,6 г/дм<sup>3</sup>.

По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, реже хлоридные натриевые, рН — 8,3. Общая жесткость — до 63,5 мг-эquiv/дм<sup>3</sup>.

Питание горизонта происходит, в основном, за счет талых вод, так как весной замкнутые озерные котловины служат местом накопления стоковых вод. Эти воды весной образуют неглубокие, но довольно большие по площади озера (Шолактерек, Ащиколь, Тузколь, Каскабулакколь и др.). К лету большинство озер обычно пересыхают в результате интенсивного испарения. По режиму воды лимнических отложений относятся к застойным из-за плохих условий разгрузки, происходящей преимущественно путем испарения.

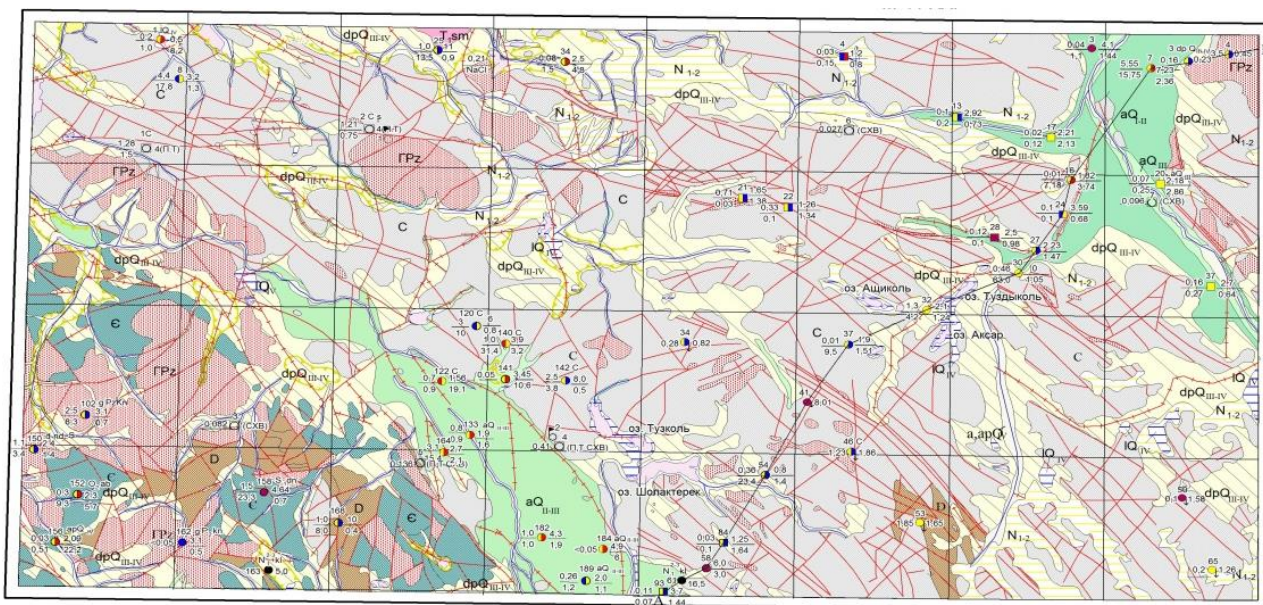


Рисунок 1. Схематическая гидрогеологическая карта листа М-44-XXI и М-44-XXI

Из-за высокой минерализации воды озерных отложений не могут быть использованы для водоснабжения.<sup>3</sup>

При гидрохимическом изучении вод озер выявлено, что согласно классификации Курнакова-Валяшко [7] исследуемые озера относятся к сульфатным (табл. 1).

В ходе полевых экспедиционных исследований 2021 года была проведена оценка гидрохимического состояния водных объектов.

### Методы

На первом этапе исследований озер Шаган-Чарского участка были проведены полевые экспедиционные работы. В ходе которых были отобраны пробы воды, донные отложения, а также пробы рапы с 11 озер для дальнейших аналитических исследований.

Привязка точек опробования осуществлялась с помощью GPS-навигатора GARMIN. Для составления база данных использовалось специальное программное приложение для Android смартфона — Field Move Clino, которое позволяет заполнять цифровой блокнот для полевых наблюдений и пользоваться фотоаппаратом для съёмки точек отбора и образцов. Также были проведена аэрофотосъёмка, использовался беспилотный летательный аппарат DJI Mavic. Квадрокоптер DJI Mavic это не большой, но высокотехнологичный беспилотный летательный аппарат с 24 высокопроизводительными вычислительными ядрами, новейшей системой передачи сигнала на расстояние до 7 км, 5 видеодатчиками и камерой 4К, стабилизируемой 3-осевым механическим подвесом. Всё это даёт возможность получать геопривязанные высококачественные аэрофотоснимки. Аэрофотосъёмка производилась в автоматическом режиме с составлением полётного задания в программе Pix4Dcaptur. После получения исходных данных в виде геопривязанных аэрофотоснимков с помощью программы Agisoft PhotoScan создаётся цифровая модель рельефа. Затем создаётся карта высот и в заключении строится ортофотоплан и цифровая модель местности.

Таблица 1

Основные химические параметры озер Шаган-Чарского участка

Показатель	Ед. измерения	1 проба	2 проба	3 проба	4 проба	5 проба	6 проба	7 проба	8 проба	9 проба	10 проба	11 проба
Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	0,9	0,3	0,6	0,5	2,0	0,6	1,2	1,6	2,0	0,4	0,1
Аммоний	мг/дм <sup>3</sup>	2,31	0,23	1,80	1,74	2,06	1,15	1,77	2,66	2,14	1,90	3,71
Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0,007	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Гидрокарб	мг/дм <sup>3</sup>	18,3	106,75	606,95	24,4	140,3	381,25	64,05	125,05	39,7	274,5	478,85
Жесткость	мг/дм <sup>3</sup>	950	9	31	290	150	19	110	350	165	35,5	19,5
Карбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	15	33	54	36	< 8	96	42	81	42	72	99
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	57,6	86,4	240	48	62,4	576	2976	1020	33,6	432	67,2
Железо	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,05	0,6	0,3	< 0,05	< 0,05	0,9	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1	0,7
Фториды	мг/дм <sup>3</sup>	0,32	0,24	1,79	1,06	0,11	1,27	0,20	< 0,05	0,55	< 0,05	< 0,05
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	14,9	31,9	16,3	7,8	15,6	15,6	16,3	10,6	17,2	11,3	18,4
Щелочность	мг/дм <sup>3</sup>	0,7	4,0	11,5	1,2	2,3	9,5	2,3	5,0	1,2	6,9	11,2
pH	ед. pH	7,6	8,7	8,1	8,8	7,4	8,8	8,6	7,9	8,8	8,6	8,6
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	6613,3	40,08	120,24	1603,2	661,32	180,36	581,16	1302,6	1663,32	120,24	60,12
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	7539,2	85,12	304	2553,6	1422,72	121,6	984,96	3465,6	997,12	802,56	200,64
Натрий	мг/дм <sup>3</sup>	1730,5	49,4	170,5	1088,4	645	800,6	169,7	1300,6	955,4	234,1	300,6
Калий	мг/дм <sup>3</sup>	9,4	7,2	7,9	10,5	11,3	10,4	7,3	6,4	9,3	8,5	7,0

<sup>3</sup> Колпакова М.Н. Геохимия соленых озер Западной Монголии // Диссертация на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. — Томск, 2014. — 178 с.

С помощью полученных результатов, в камеральных условиях, есть возможность производить любые измерения, например, площадь и объём обследуемого объекта, включая труднодоступные и опасные для жизни и здоровья места. Используя возможности программы Agisoft PhotoScan можно получить профиль рельефа.

Аналитические исследования отобранных проб проведены в лаборатории инженерного Центра опережающего развития «VERITAS» ВКТУ им. Д. Серикбаева методами ICP-MS спектрометрии.

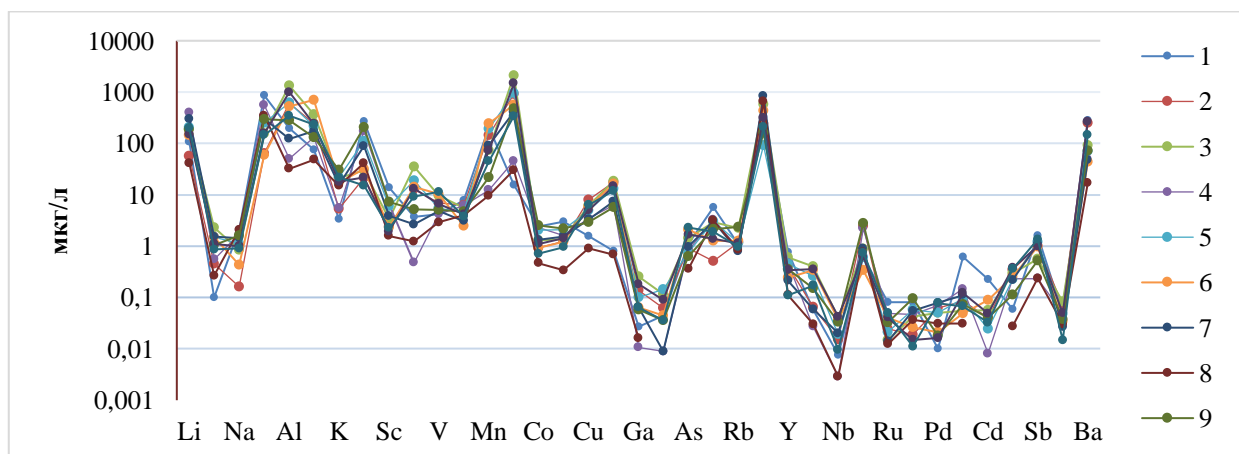
При проведении экспедиционных исследований гидрохимический состав определялся по более чем 20 основным показателям, в том числе: рН, минерализация, содержание калия, натрия, магния, ионов аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, кремния, алюминия, меди, железа, свинца, цинка, никеля, кадмия, марганца и редких металлов.

### Результаты

Содержание микрокомпонентов в исследуемых озерах представлены на графике (рис. 2). Исходя из данных графика наблюдается насыщение проб следующими компонентами как литий, калий, марганец, железо и др. Общая картина по результатам проведенных исследований показывает, что существенных отличий в озерах нет. По классификации О.А. Алекина<sup>4</sup> озера 2, 3, 5, 9–11 относятся к гидрокарбонатному классу, группы кальция первого типа, которые образуются в процессе химического выщелачивания изверженных пород или при обменных процессах ионов кальция и магния на ион натрия. Чаще всего они маломинерализованные.

Озера 1, 4, 6 и 7 по этой же классификации относятся к сульфатному классу, группы натрия второго типа, что говорит о том, что они являются смешанными, а также их химический состав генетически связан не только с осадочными породами, но и продуктами выветривания изверженных пород. Щелочная реакция среды колеблется в пределах 1–11 мг/дм<sup>3</sup>

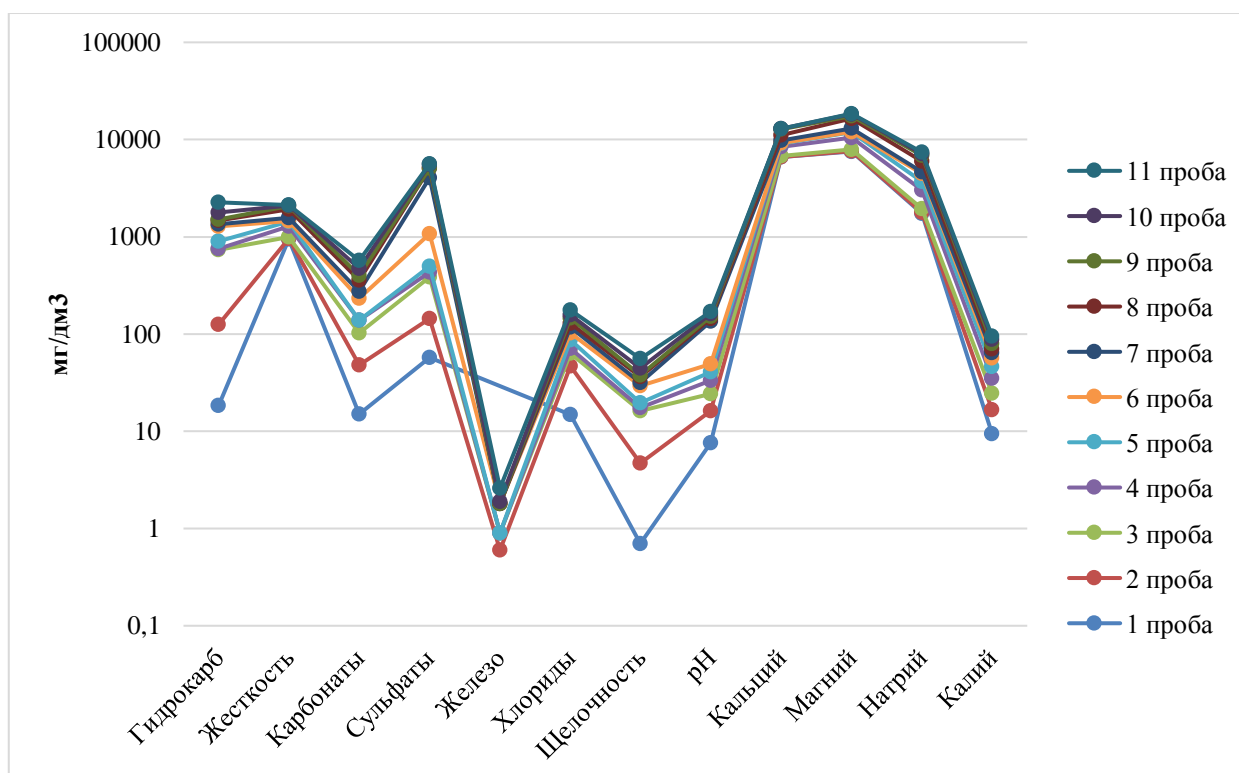
Воды всех 11 озера (нумерация проб соответствует порядковому номеру озера) относятся к очень жестким, следовательно, выявлены высокие показания кальция, натрия и магния (рис. 3).



1–11 — номера проб (соответствуют порядковому номеру озера)

**Рисунок 2.** Содержание микрокомпонентов в озерах Шага-Чарского участка

<sup>4</sup> Классификация вод по их химическому составу [Электронный ресурс] // URL: <http://abratsev.ru/hydrosphere/classific.html>.



**Рисунок 3.** Химический состав вод озер Шаган-Чарского участка

Исследуемая площадь характеризуется редкометальной и редкоземельной минерализацией [9]. Проявления молибдена в пределах изучаемых листов представлены в основном геохимическими ореолами рассеяния интенсивностью от 0,001 до 0,004 % и выше.

### Молибден

Известны отдельные пункты молибденовой минерализации. Один из них (М-44-XX-I-3-13) представлен кварцевой жиллой в мраморизованных известняках аркалыкской свиты, содержание молибдена в ней достигает 0,2 %, серебра — 2 г/т. Второй (М-44-XX-II-2-13) — приурочен к зоне заохренных пород в пределах лав андезитов майтюбинской серии с содержанием молибдена 0,05 %. Третий (М-44-XX-IV-1-5) — расположен в пределах гранитного интрузива Догалан. Минерализация приурочена к зоне окварцевания мощностью до 20 м и протяженностью 100 м. Содержание молибдена не превышает 0,03 %. Повышенное содержание молибдена известно в кварцевых жилах среди песчано-алевролитовых пород в восточном экзоконтакте массива Акбиик.

### Олово

Проявления олова приурочены к гранитному массиву Дельбегетей. Здесь выявлено три ореола рассеяния олова интенсивностью до 0,005 % (АГП XXI-3) и проявление.

Проявление Кара-Чеку (М-44-XXI-I-4, 4) выявлено при проведении редакционных работ масштаба 1: 200 000 (1964), изучалось Кашеевым В.Ф. в 1971 г.

На площади участка известно два типа редкометального оруденения — пегматитовый и грейзеновый.

Пегматитовое проявление расположено в южном экзоконтакте массива Дельбегетей на границе с песчано-алевролитовыми породами таубинской свиты. Пегматитовая жила имеет протяженность до 150 м, сложена крупными блоками серого кварца, микроклина, мусковита, скоплениями шерла и содержит пустоты с друзами мориона и лимонитовой массой, встречается касситерит, колумбит. Пегматиты не представляют практического интереса из-за низких содержаний редких металлов.

Зона оловоносных грейзенов расположена в 200–250 м к югу от экзоконтакта гранитов и приурочена к ядерной части антиклинальной складки, сложенной песчано-сланцевыми породами таубинской свиты и осложненной трещинными срываами. Рудоносные зоны имеют протяженность от 150 до 300 м. Рудные тела в них расположены кулисами. Оловянная минерализация (олово в количестве 0,008–0,025 %) содержится в зоне грейзенизированных пород до глубины 510 м, которые отрабатывались еще в бронзовом веке.

Рудные тела представляют собой штокверковые зоны среди ороговикованных алевролитов с общим крутым падением (75–80°) на северо-восток. Породы пронизаны мелкой сеткой кварц-топазовых прожилков мощностью 2–5 см с мелкими кристаллами касситерита (до 1–2 мм). Отмечаются также флюорит, турмалин, пирит, гидроокислы железа. На поверхности мощность рудного штокверка достигает 33,5 м, на глубине 12 м рассечками из шурфов мощность устанавливается в 10–15 м. Содержание олова (на интервал 10 м) составило около 0,01 %. В отвалах древних выработок концентрация олова достигает 0,1 %.

На глубину рудоносность не доизучена.

По оценке Кашеева В.Ф. прогнозные ресурсы олова на глубину 200 м при общей протяженности рудных тел 1150 м, средней мощности 5 м и средним содержанием олова 0,1 % составили 3000 т.

### Висмут

Проявление висмута (М-44-XX-II-3-2) выявлено Ащисуйской ПСП (Веренцов и др., 1973) в южном экзоконтакте гранитоидного массива Коконь на границе с эффузивными и пирокластическими дацитовыми и риолитовыми образованиями салдырминской свиты. На участке развиты также дайки гранитного состава северо-восточного простирания. Залегание пород осложнено разрывами субширотного и северо-восточного направлений.

Таким образом, с точки зрения висмутовой минерализации, участок представляется бесперспективным.

### Ниобий

Ниобиевая минерализация на площади проявлена только в связи с гранитоидами кандыгатайского комплекса северо-западнее Аршалинского массива и в пределах Догаланского массива.

Проявление Нактыколь (М-44-XX-II-1-8) выявлено Н.А. Севрюгиным в 1957 г. в экзоконтактовой части Аршалинского массива в тектонической зоне среди измененных песчаников чингизтауской свиты. По спектральному анализу содержание ниобия составило 0,03 %. На участке проводились детальные работы (Денисенко, 1981) с литогеохимической съемкой, геофизическими, горными и буровыми работами. Выявлены лишь слабоаномальные ореолы свинца, цинка, молибдена и отдельные точки в коренных породах с содержаниями свинца (0,08 %), меди (0,05 %), цинка (до 0,02 %), хрома (0,025 %). Редкометальной минерализации не обнаружено.

Догаланские проявления (М-44-XX-IV-2, 15, 16, 19) выявлены в 1956 г. М.М. Марфенковой и Я.П. Самсоновым в пределах интрузива Догалан. Авторами предполагалось, что выявленные здесь ореолы колумбита образуются за счет разрушения пегматитовых жил В.И. Титовым (1961), В.А. Нарсеевым (1963) доказывалось, что ореолы редкометалльных и редкоземельных минералов связаны, в основном, с фацией альбитизированных аляскитовых и лейкократовых гранитов. Мелкозернистые сильно альбитизированные граниты проявляются участками (до 40–60 м) среди слабо альбитизированных. По сравнению со среднезернистыми и слабо альбитизированными гранитами в сильно альбитизированных значительно уменьшается содержание ильменита, монацита, циркона и присутствует колумбит. В этих гранитах довольно равномерно распределены гнезда размером до одного сантиметра, выполненные кристаллами дымчатого кварца и микроклина. К ним же приурочены отдельные пластинки колумбита размером до 0,2×5 мм, а также темно-фиолетовые кристаллы флюорита. Альбитизация развита по сети густых трещин (раствороподводящих). В интенсивно альбитизированных, иногда амазонитизированных гранитах содержание колумбита достигает 510 г/т, а радиоактивного циркона — 540 г/т (в среднем 100 г/т).

По данным В.А. Нарсеева (1966) тантало-колумбит из апогранитов Догалан содержит 61–78 %  $Nb_2O_5$  и 0,6–3,6 %  $Ta_2O_5$ .

Граниты массива Догалан, особенно его альбитизированные разновидности фиксируются (Титов, 1968) по рыхлой металлометрии ореолами рассеяния иттрия — 0,005–0,008 %, олова — 0,0005–0,002 %, бериллия — 0,0005–0,001 %, висмута — 0,0005–0,001 %, молибдена — 0,0005–0,002 %, ниобия — до 0,0015 %.

В.И. Масловым, Ю.Г. Коротушенко в 2006 г. в юго-западной части массива Южный Койтас выявлен пункт минерализации ниобия (М-44-XX-I-4-9). В пегматитовой жиле мощностью от 2 до 3 м и длиной около 20 м с мориноподобным кварцем и голубым альбитом (клевеландитом) содержание ниобия составило 0,7 % по одной пробе.

### Цирконий

Минерализация циркония (М-44-XX-II-2-8,11) установлена в связи с гранитоидами жарминского комплекса в районе массива Акбиик.

В юго-восточной эндоконтактной части массива выявлены мелкие сближенные зонки метасоматитов субширотного направления. Протяженность зон до 25–30 м при мощности 20–30 см. Содержание в них циркония до 1 %, свинца до 0,08 %, меди до 0,01 %, бериллия до 0,002 %, вольфрама до 0,006 %, висмута до 0,001 %, иттрия до 0,015 %.

### Редкие земли — иттриевая группа

Проявления этой группы выявлены Н.А. Севрюгиным в 1964 г.

Брусиловские проявления (М-44-XX-I-3-1, 2, 3, 5) приурочены к кислым эффузивам семейтауской свиты. Установлено содержание иттрия от следов до 0,02 %, иттербия — 0,003–0,005 %, свинца до 0,01 %, следы ниобия, олова, молибдена.

Проявления Дюсенбай и Байтулек (М-44-XX-II, 1–3, 5) расположены в позднепермских гранитоидах Акбиикского массива. Минерализация связана со среднезернистыми



рибекитовыми гранитами с ксенолитами среднезернистых плагиогранитов. Содержание иттрия составило по четырем пробам 0,01–0,02 %, иттербия — 0,003–0,05 %, ниобия и олова — следы.<sup>5</sup>

Полученные в ходе исследований результаты по озерам 8–10 наблюдаются высокие содержания олова, циркония [11], что соответствует материалам предыдущих исследований территории на редкометалльное оруденение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Муравлев Г.Г. Малые озера Казахстана. Алма-Ата: Кайнар, 1973. 180 с.
2. В.А. Amralinova, O.V. Frolova, I.E. Mataibaeva, B.B. Agaliyeva, S.V. Khromykh. Mineralization of rare metals in the lakes of East Kazakhstan // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. — № 5. — 2021.
3. Агалиева Б.Б., Амралинова Б.Б., Фролова О.В., Матайбаева И.Е. Особенности геологического строения Шаган-Чарского участка (Западная Калба). Сборник научных статей по итогам VII международной научной конференции «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности», Казань, 2021. — С. 87–88.
4. Валяшко М.Г. Закономерности формирования месторождений солей. — М.: МГУ, 1962. — 398 с.
5. Dyachkov B., Omirserikov M., Zimanovskaya N. About metallogenic zoning of geological structures of the Great Altai. 6th St. Petersburg International Conference and Exhibition 2014 «Investing in the Future», 2014, — P. 534–538.
6. Амралинова Б.Б., Акылбаева А.Т., Агалиева Б.Б., Фролова О.В., Матайбаева И.Е. Геохимия поверхностных вод озер Бурабайского массива. Вестник ВКТУ, № 4, 2020. — С. 14–17.

---

<sup>5</sup> Отчет о результатах геологического доизучения масштаба 1:200 000 на площади листов М-44-XX, М-44-XXI (междуречье рек Чаган-Чар) по работам 2004–2007 гг.

**Amralinova Bakytzhan Bazarbekovna**

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan  
E-mail: bakytzhan\_80@mail.ru

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57194348109>

**Frolova Olga Vyacheslavovna**

Engineering Solutions, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan  
E-mail: geolog1984@mail.ru

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57195674035>

**Mataibaeva Indira Edylievna**

D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan  
E-mail: indi.mataybaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-7591>

**Agaliyeva Bakytgul Bolatkankyz**

D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan  
E-mail: agaliyeva\_00@mail.ru

**Zimznovskaya Natalya Aleksandrovna**

D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan  
E-mail: nata\_zim@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9881-690X>

## **Formation and geochemical features of the surface waters of the lakes of the Shagan-Charsky section (East Kazakhstan)**

**Abstract.** The most complete study of water bodies on the territory of East Kazakhstan was carried out mainly in the second half of the 20th century. During this period, extensive material of system data was accumulated. But a significant part of the lakes still remains unexplored, due to the complexity of the geographical conditions of distribution, the insufficiency and inefficiency of data collection and systematization, and as a consequence, the analysis of the further use of available lake resources. This article discusses the geochemical features of the elemental composition of lakes and the prospects of rare metal ore bearing in the Shagan-Charsky site of East Kazakhstan. Orographically, the district is located on the southwestern slopes of the Kalbinsky Ridge. The water-bearing rocks are lenticular interbedded sandy loams, clay sands, sometimes with an impurity of gravel clay-silty sediments, up to 3 m thick. Lacustrine sediments are highly saline. The mineralogical and geochemical characteristics of the granite massifs of the Shagan-Charsky site are given. The authors found that the features of the geochemical composition depend on many factors. The substantiation of the prospects of the Brusilov group of occurrences for the identification of rare-metal mineralization (Sn, W, Zr, Nb, etc.) is given.

**Keywords:** hydrogeochemistry, lake waters, mineralization, granite massifs, geochemical composition, rare metals