

Код МРНТИ 38.33.17

\*Б.Б. Ағалиева<sup>1</sup>, Б.Б. Амралинова<sup>2</sup>, О.В. Фролова<sup>1</sup>, А.А. Рагданова<sup>1</sup><sup>1</sup>Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан),  
<sup>2</sup>Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

## ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ КӨЛДЕРІНІҢ ГЕОХИМИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Аннотация.** Зерттеудің мақсаты – сирек металдар мен басқа да пайдалы қазбалардың түрлерінің минералдануын анықтау үшін көл суларының және түбі шөгінділерінің химиялық құрамын зерттеу. Облыста жүргізілген экспедициялық зерттеулер нәтижесінде өзен-көлдердің гидрохимиялық құрамы негізгі көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде: рН, калий, натрий, магний, аммоний, нитрит, нитрат, фосфат, кремний, алюминий, мыс минералдануы, темір, қорғасын, мырыш, никель, кадмий, марганец және сирек металдар. Негізгі зерттеу объектілері ретінде Шығыс Қазақстан облысындағы Бурабай, Делбегетей және Шаған-Шар учаскелеріндегі минералданған (тұздылығы 1 г/л жоғары) көлдер алынды.

**Түйінді сөздер:** тұзды көлдер, көлдер геохимиясы, макрокомпонентті құрам, Шығыс Қазақстан, минералдандыру, жіктеу, граниттер, грейзендер, гидротермалиттер, сирек металдар, перспективаларды бағалау, гидрогеохимия.

### Geochemistry of surface waters of lakes in East Kazakhstan

**Abstract.** The purpose of the study is to study the chemical composition of lake waters and bottom sediments to determine the mineralization of rare metals and other types of minerals. As a result of expeditionary research in the region, the hydrochemical composition of rivers and lakes was determined according to the main indicators, including: pH, mineralization of potassium, sodium, magnesium, ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, silicon, aluminum, copper, iron, lead, zinc, nickel, cadmium, manganese and rare metals. Mineralized (salinity above 1 g/l) lakes within the Burabay, Delbegetey and Shagan-Shar sites located in the East Kazakhstan region were taken as the main objects of study.

**Key words:** salt lakes, geochemistry of lakes, macro-component composition, East Kazakhstan, mineralization, classification, granites, greysens, hydrothermalites, rare metals, assessment of prospects, hydrogeochemistry.

### Геохимия поверхностных вод озер Восточного Казахстана

**Аннотация.** Целью исследования является изучение химического состава озерных вод и донных отложений для определения минерализации редких металлов и других видов полезных ископаемых. В результате проведенных экспедиционных исследований на территории района определен гидрохимический состав рек и озер по основным показателям, в числе которых: pH, минерализация ионов калия, натрия, магния, аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, кремния, алюминия, меди, железа, свинца, цинка, никеля, кадмия, марганца и редких металлов. В качестве основных объектов исследования были взяты минерализованные (соленость выше 1 г/л) озера в пределах участков Бурабай, Дельбегетей и Шаган-Шар, расположенных в Восточно-Казахстанской области.

**Ключевые слова:** соленые озера, геохимия озер, макрокомпонентный состав, Восточный Казахстан, минерализация, классификация, граниты, грейзены, гидротермалиты, редкие металлы, оценка перспектив, гидрогеохимия.

### Кіріспе

Соңғы жылдары әр түрлі шағын жүйелердің, өзен-көлдердің геохимиялық ерекшеліктерін қарастыратын ғылыми зерттеулер көбейіп келеді. Кейбір ғалымдар тіпті тұзды көлдерде байқалатын биологиялық, химиялық, физикалық процестер мен гидроминералды ресурстар және оларды одан әрі пайдалануды зерттейтін жеке ғылымды – сталинологияны бөліп көрсетуді ұсынады. Бұл ерекше қызығушылық Шығыс Қазақстанның аз зерттелген тұщы көлдердің әртүрлі химиялық құрамымен ғана емес, сонымен қатар оларда кристалданатын минералдардың әртүрлілігімен де ерекшеленеді. Мұнда минералданған көлдердің 3 түрі шоғырланған: хлоридті, сульфатты және содалы түрлері.

Зерттеудеге практикалық қызығушылық көлдердің құрамындағы Li, U, Sr, B, Br, J және F сияқты химиялық элементтердің шоғырлануы және осы уақытқа дейін толығымен зерттелмегені болып табылады.

### Материалдар және зерттеу әдістері

Негізгі зерттеу объектілеріне жекеше сипаттама жасайық. Делбегетей

учаскесі. Қарастырылып отырған учаске Батыс Қалба металлогендік аймағында ерекшеленеді, солтүстік-батыс бағыттағы Семей – Буран-Бурғын гранитоидтық белдеуінің құрамына кіретін аттас гранит массивінің эндо-және экзо-контактілік аймақтарын қамтиды. Грейзенді және кварцты қалайы кен орындарының (Қызылжал, Шерлово, Аркат және т.б.) дамуымен, сондай-ақ кунуш кешенінің дайқаларына (Юбилейный Октябрь) салынған сульфидтілігі жоғары қалайы кендерінің (минералданған аймақтар типі) пайда болуымен сипатталады. Бұл кен орындарын ежелгі кен қазушылар жасаған, ал қазіргі уақытта старатель артелі Изумруд кенінің пайда болуын жасады [1].

Тектоникалық тұрғыдан алғанда, Дельбегетей массиві ендік, меридиандық және солтүстік-батыс тереңдік ақауларының қиылысу түйінімен шектелген, олардың активтенуі гранит балқымаларының бірнеше рет келуімен және интрузивті аймақтың граниттері мен жыныстарының метасоматикалық қайта құрылуымен бірге жүрді [2].

### Бурабай учаскесі

Геологиялық құрылымға граниттермен сынған жоғарғы девон – төменгі тас көмір қабаттарының шөгінділері және әр түрлі жастағы және генезистегі төрттік шөгінділер қатысады. Қимада құмтастар, тақтатастар басым, оларда қазіргі төрттік аллювиалды шөгінділер жатыр, олар құмды агрегаты бар қиыршықтас тастармен ұсынылған.

Жарықшақты сулар Күршім өзенінің оң жақ сол жағалауында дамыған және эффузивті – шөгінді жыныстардың жарықшақты аймағына орайластырылған. Аймақтың қалыңдығы 20-дан 60 м-ге дейін өзгереді, жыныстардың су сыйымдылығы төмен. Таралу қашықтығына және су ұтқырлығының төмен болуына байланысты Бурабай ауылын сумен жабдықтауға практикалық қызығушылық жоқ. Күршім өзенінің алқабы қазіргі заманғы аллювиалды Сулы горизонттың кең алаңдық дамуымен сипатталады, ол жоғары сүзу қасиеттері мен су ұтқырлығына ие. Көкжиекті коректендірудің негізгі көзі Күршім өзенінің жерүсті сулары болып табылады, түсіру төменгі орналасқан көкжиектерге жүзеге асырылады [2].

Өткен жылдардағы талдау нәтижелері бойынша 100 ұңғымамен ашылған жерасты сулары мынадай сипаттамаларға ие: құрғақ қалдық жыл мезгілдері бойынша 7Б-тен 454 мг/дм<sup>3</sup>-ге дейін өзгереді, судың кермектігі – 1,45-5,8 мг. экв./дм<sup>3</sup>, РН-7,36-7,98 химиялық құрамы аниондар бойынша гидрокарбонатты, катиондар бойынша кальцийлі, тотығуы 0,48-0,8 мг/дм<sup>3</sup>. Бейорганикалық заттардың концентрациясы ауыз су мақсаттары үшін ШРК-дан төмен, жалпы альфа және бета радиоактивтілігі бойынша радиоактивті заттардың мөлшері нормативтік мәндерден төмен. Органикалық заттардың мөлшері ШРК-дан аз.

Органолептикалық көрсеткіштер бойынша судың сапасы қанағаттанарлық, иіссіз, түссіз және дәмсіз. Микробиологиялық көрсеткіштер бойынша жұмыс кезінде зарарсыздандыру қажет<sup>1</sup>.

**Шаған-Шар участкесі**

Шаған-Шар участкесі Шығыс Қазақстан облысының Жарма және Көкпекті аудандарында орналасқан.

Орографиялық тұрғыдан алғанда, аудан Қалба жотасының оңтүстік-батыс беткейлерінде орналасқан, ол өз кезегінде Ертіс өзенінің сол жағалауында солтүстік-батыс кең жолақты түрінде орналасқан және Алтай тауларының батыс жалғасы болып табылады.

Қалба жотасы Ертіс өзенінің жоғарғы ағысы – Шар, Шаған, Қызылсу және т. б. жүйесімен қатты бөлінген, жұмсақ беткейлері бар кең жотамен ұсынылған.

Қалбаның батыс бөлігінің орографиясы ұсақ шоқыларға тән ерекшеліктермен сипатталады. Мұнда жыра тәріздес құламалармен бөлінген шоқылардың төмен топтары үстем болып келеді, шоқылардың дөңгелек, жұмсақ пішіндері, жайпақ беткейлері бар, Оңтүстікке қарай біртіндеп жазық, тегіс Зайсан ойпатына өтеді.

Жұмыс ауданының өзен желісі Ертіс өзенінің бассейніне жатады. Шар өзені (Ертіс өзенінің сол саласы) кең, бірақ нақты тау аңғарлары

бар кішігірім сулардан басталады. Тау сілемдерін кесіп өту кезінде өзендер жылдам ағысқа ие, құламалармен бірге жүреді<sup>2</sup>.

Жұмыс ауданының аумағы Зайсан герцин геосинклиналының орталық бөлігінде орналасқан және ішінара чар антиклинорийін қамтиды.

Девон, көмір, неоген және төрттік жүйелердің шөгінділері геологиялық құрылымға қатысады.

Гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық бақылаулар участканы өнеркәсіптік игеру жағдайларын алдын ала бағалау және оны әзірлеуді жобалау үшін бастапқы деректерді алу мақсатында жүргізілді.

Шашырау жұмыстарын жүргізу барысында:

- шөгінділердің сулылығы (ұңғылау күніне белгіленген деңгейдегі жер асты суларының пайда болу тереңдігі). Бақылау соққылы-механикалық бұрғылау ұңғымаларында «шартылдақтың» көмегімен, ашық тау-кен қазбаларында (траншеяларда) өлшеу таспасымен жүргізілді;

- судың сапасы-толық химиялық талдауға сынама алу арқылы;

- тау жыныстарының тұрақтылығы-атмосфералық агенттердің әсерінен жер үсті қазбаларының (траншеялардың) қабырғаларында олардың мінез-құлқын бақылау бойынша; қабырғалардың құлау (құлау) құбылыстары, олардың пайда болу

себептері, сулы шөгінділермен қазу кезінде жүзгіштердің болуы және т. б. байқалды.

Судың минералдануы әр түрлі және 2,45-тен 90,6 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін өзгереді. Зерттелетін учаскедегі көлдердің гидрохимиялық құрамы бірнеше көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде сирек кездесетін металдар [3].

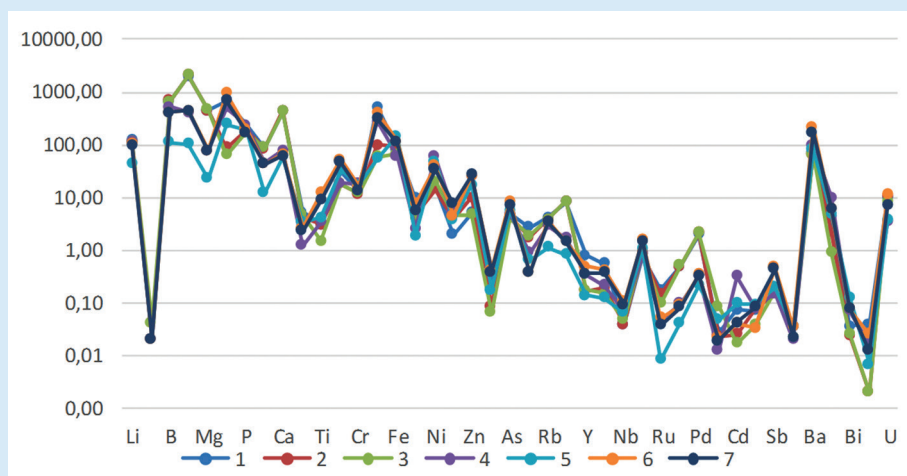
**Нәтижелері және оларды талқылау**

Зерттеудің мақсаты сирек металдардың және пайдалы қазбалардың басқа түрлерінің минералдануын анықтау үшін көл суларының, тұзды тұздардың, рапаның және түптік шөгінділердің химиялық құрамын зерттеу болып табылады.

**Делбегетей участкесі**

Экспедициялық зерттеулер жүргізу кезінде гидрохимиялық құрам 20-дан астам негізгі көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде: РН, минералдану, калий, натрий, магний, аммоний иондары, нитриттер, нитраттар, фосфаттар, кремний, алюминий, мыс, темір, қорғасын, мырыш, никель, кадмий, марганец және сирек металдар.

Логарифмдік масштабтағы микрокомпоненттердің таралу қисықтары көлдердегі микрокомпоненттер құрамының жалпы синхронды өзгеруін көрсетеді. Микрокомпоненттердің абсолютті құрамының



**Сурет 1. Делбегетей массиві көлдерінің микроқұрамдары.  
Figure 1. Microstructures of the lakes of the Delbegetey massif.  
Рис. 1. Микроструктуры озер Дельбегетейского массива.**

<sup>1</sup>Соляник В.П., Караваева Г.С., Алексеев В.В. және т. б. Шығыс Қазақстан облысы, 2014-2016 жылдары М-45-XXV, XXXI парақтарындағы ГДП-200 Зайсан сериясын геологиялық зерттеу нәтижелері туралы есеп. – Кітап 1. – 291 б. (орыс тілінде)

<sup>2</sup>Алексеев А.Г., Кузьмин Ю.В., Введенский Р.В. «Геологиялық құрылымы және пайдалы қазбалары М-44-93-В және М-44-105-а (1964-65 жылдардағы жұмыстар бойынша Никитин ГСП-ның соңғы есебі)». Есеп МГ Каз.КСРО. – Өскемен, 1966. – 352 б. (орыс тілінде)

таралу графигін талдау кезінде барлық сынамадар натрий, кальций, марганец, темір, магний және бариймен байытылғаны анықталды.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде көл суларының жалпы гидрохимиялық құрамы О.А. Алекиннің классификациясы бойынша 1-3 айтарлықтай айырмашылыққа ие емес екендігі анықталды [3]. Сульфат класына, екінші типтегі натрий тобына жатады:

**II.  $HCO_3^- < Ca^{2+} + Mg^{2+} < HCO_3^- + SO_4^{2-}$ .**

II типті сулар аралас болып келеді. Олардың құрамы генетикалық тұрғыдан шөгінді жыныстармен, магмалық жыныстармен және шөгінділердің өнімдерімен де байланысты болуы мүмкін. Бұл түрге көптеген өзендердің, көлдердің суы және аз – орташа минералдануы бар жер асты сулары жатады.

4-7 көл суларының гидрохимиялық құрамы айтарлықтай ерекшеленеді және О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес гидрокарбонат класына, бірінші типтегі кальций тобына жатады<sup>3</sup>:

**I.  $HCO_3^- > Ca^{2+} + Mg^{2+}$ .**

I типті сулар магмалық тау жыныстарын химиялық сілтілеу процесінде немесе натрий ионына кальций мен магний иондарының метаболикалық процестерінде түзіледі. Көбінесе олар аз минералданған, ағынсыз көлдердің суларын қоспағанда. Сонымен қатар, көл суы ортаның қышқыл реакциясымен сипатталады (орташа pH = 3,9).

Зерттелген объектілердің көпшілігінде «жалпы қаттылық» көрсеткіші бойынша 1-3 объектілердің жер үсті сулары өте қатты су санатына жатады (12 мг-экв/л-ден астам), ал 4-7 объектілердің сулары орташа қаттылық санатына жатады (4-8 мг-экв/л). Жер үсті суларының аниондық құрамы бойынша гетерогенділігі және олардың гидрокарбонатты және хлоридті сыныптарға жататындығы анықталды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері көптеген су объектілерінің жер үсті суларының құрамында сульфаттардың, хлоридтердің басымдығын анықтады<sup>3,4</sup> (2 сурет) [3].

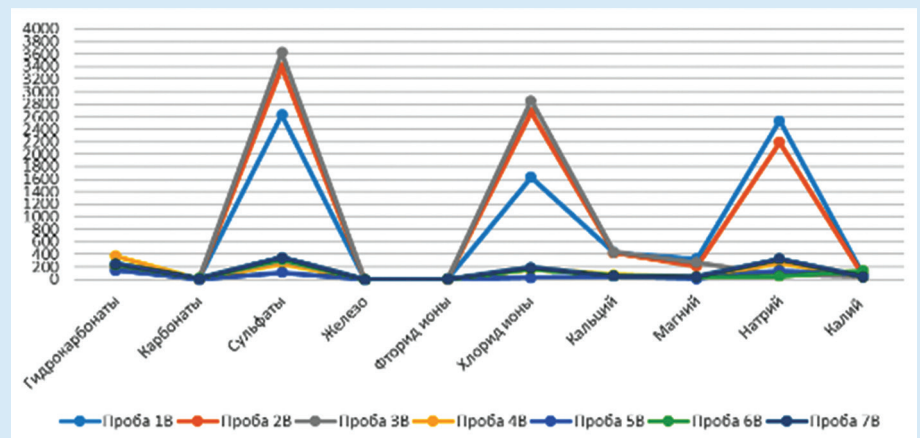
Талдау нәтижелері натрий иондарының концентрациясы 0,05-тен 2,5 г/дм<sup>3</sup> аралығында болатындығын көрсетті.

**Бурабай учаскесі.** Гидрографиялық желінің үлкен ұзындығы және аумақтың тығыздығы көптеген зерттеушілердің назарын аударады. Су объектілерінің химиялық құрамын қалыптастыру шарттары көптеген табиғи факторларға (климаттық ерекшеліктер, рельефтің ерекшеліктері, су алмасудың қарқындылығы, геохимиялық ортаның сипаты) байланысты

қоршаған ортаның табиғи жағдайларына өз түзетулерін енгізеді.

Бурабай массиві шегіндегі аудан көптеген көлдері мен батпақтары бар жақсы және біркелкі дамыған гидрографиялық желімен сипатталады.

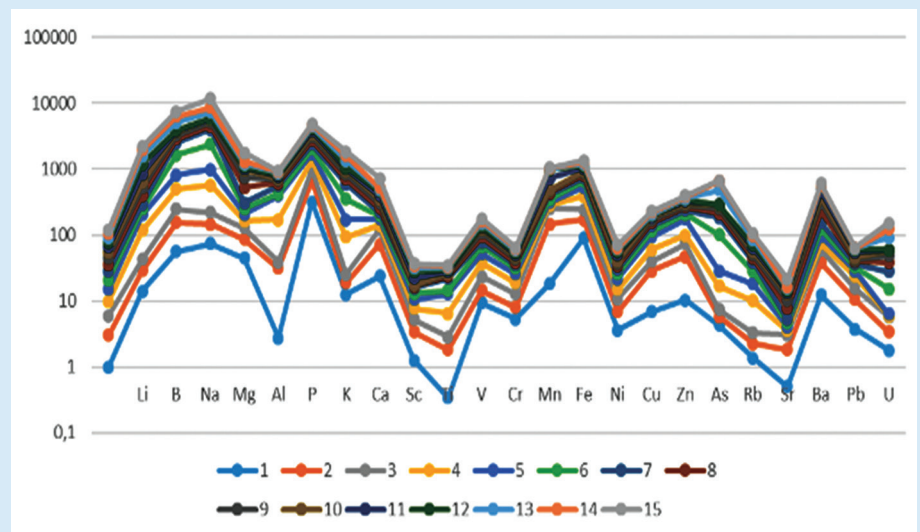
2020 жылғы экспедициялық зерттеулер барысында су объектілерінің гидрохимиялық жай-күйіне бағалау жүргізілді. Зерттеу барысында зерттелетін аумақта зерттеу аумағының геохимиялық келбетін анықтайтын негізгі параметрлер мен компоненттердің құрамы мен өзгеруін зерттеу



**Сурет 2. Делбегетей массивінің өзендерінің құрамы және физикалық қасиеттері.**

**Figure 2. Composition and physical properties of the rivers of the Delbegetey massif.**

**Рис. 2. Состав и физические свойства рек Дельбегетейского массива.**



**Сурет 3. Бурабай массивінің өзендерінің микрокомпоненттерінің құрамы.**

**Figure 3. Composition of micro-components of the rivers of the Burabai massif.**

**Рис. 3. Состав микрокомпонентов рек Бурабайского массива.**

<sup>3</sup>Алекин О.А. Гидрохимия негиздері. – Ленинград: Гидрометеорологиялық, 1953. – 296 б. (орыс тілінде)

<sup>4</sup>Борзенко С.В. Шығыс Забайкальдегі тұзды көлдердің геохимиясы. / Дисс... Геология және минералогия ғылымдарының докторлары: 25.00.09. – Чита, 2018. – 90 б. (орыс тілінде)

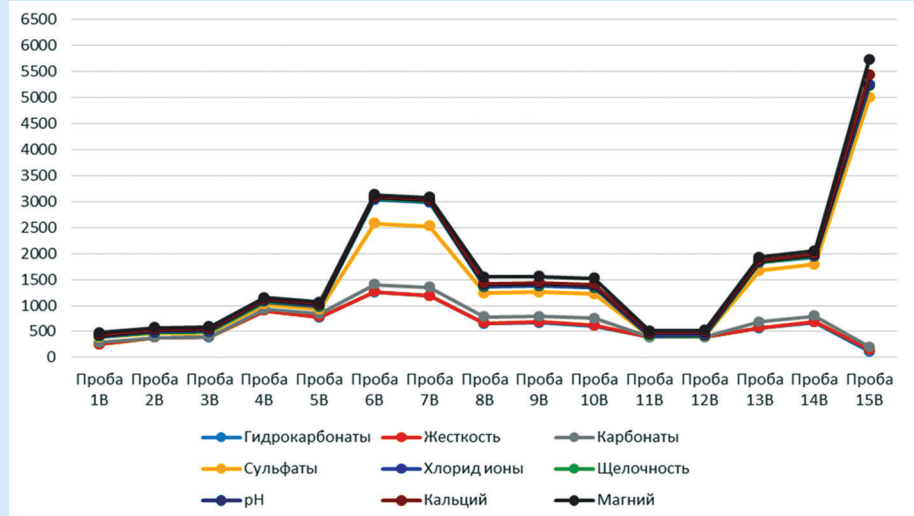
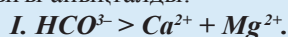
үшін негіз ретінде алынған 15 көл бөлінді. Зерттелетін аумақта жер үсті суларының гидрохимиялық құрамының қалыптасуы табиғи-климаттық жағдайлардың әсерінен жүреді.

Осы аудандағы көлдердің бірқатар ерекшеліктерін атап өткен жөн. Су қоймаларының батпақтануы жер үсті суларында Органикалық заттардың кең спектрінің – өсімдік қоқысының толық жойылмайтын өнімдерінің жиналуына ықпал етеді. Өз кезегінде өсімдік биомассасының ыдырауының аралық өнімдерінің табиғи суларда болуы қоршаған ортаның аздап қышқылдық реакциясын анықтайды, бұл органо-минеральды кешендердің құрамындағы бірқатар металдардың қозғалғыштығын арттырады. Мұның нәтижесі су объектілерінде балық шаруашылығы және ауыл шаруашылық – ауыз – су мақсатындағы су айдындарының сулары үшін белгіленген. Концентрацияларында (ШЖК), оның ішінде темір, алюминий, марганец, мыс, мырыш және сирек кездесетін металдардың асып кетуі мүмкіндігі бар.

Көптеген әдебиеттерде әртүрлі сирек кездесетін элементтердің ауытқуларының пайда болуының көптеген себептері сипатталған [4-6].

Экспедициялық зерттеулер жүргізу кезінде гидрохимиялық құрамы 20-дан астам компонентті көрсетті. Олардың құрамы негізгі көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде: рН, минералдануы және сирек металдар болып табылды. Бурабай массивінің микрокомпоненттерінің құрамы 3-ші суретте келтірілген.

Логарифмдік масштабтағы микрокомпоненттердің таралу кисықтары көлдердегі микрокомпоненттер құрамының жалпы синхронды өзгеруін көрсетеді. Микрокомпоненттердің абсолютті құрамының таралу графигін талдау кезінде барлық сынамалар натрий, фосфор, темір, магний және бариймен байытылғаны анықталды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде 1-10, 13-15 көл суларының жалпы гидрохимиялық құрамы О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес гидрокарбонат класына, бірінші типтегі кальций тобына жата- тындығы анықталды:



Сурет 4. Бурабай массивінің өзендерінің құрамы мен физикалық қасиеттері.

Figure 4. Composition and physical properties of the rivers of the Burabai massif.

Рис. 4. Состав и физические свойства рек Бурабайского массива.

I типтегі көлдер вулканогендік тау жыныстарының химиялық шаймалдану кезінде және натрий иондарына кальций мен магний иондарының алмасу процестерінде пайда болады. Көбінесе олар аз минералданған көл суларында кездеседі.

Зерттелген көлдердің сулары О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес гидрокарбонат класына, бірінші типтегі кальций тобына жатады: мұндағы 11 және 12 көл суларының гидрохимиялық құрамы айтарлықтай ерекшеленеді және О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес сульфат класына, екінші типтегі натрий тобына жатады<sup>3</sup> [7]:



II типті сулар аралас. Олардың құрамы генетикалық тұрғыдан шөгінді жыныстармен де, магмалық жыныстардың шөгінді өнімдерімен де байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар, көл суы ортаның сілтілік реакциясымен сипатталады (орташа рН = 8,71).

Бұл жағдайда су объектілерінің минералдануы 05-тен 9 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін өзгереді. Сонымен қатар, «жалпы қаттылық» көрсеткіші бойынша зерттелген объектілердің көпшілігінде 1-5, 8, 9, 13-15 объектілерінің жер үсті сулары орташа қаттылық санатына жатады (4-8 мг-экв / л), ал 6, 7 және 10-12 объектілерінің сулары өте қатты су санатына жатады (12 мг-экв/л-ден астам). Жер үсті

суларының аниондық құрамы бойынша гетерогенділігі және олардың гидрокарбонатты және хлоридті сыныптарға жататындығы анықталды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері көптеген су объектілерінің жер үсті суларының катиондық құрамындағы натрий иондарының ба- сым екендігін анықтады (4 сурет).

Талдау нәтижелері сонымен қатар магний иондарының кон- центрациясы 0,3-тен 1,4 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін, ал кальций иондары 0,2-ден 0,5 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін болатындығын көрсетті. Зерттеу аумағының жер үсті суларындағы ең аз мөлшермен калий иондары (0,05-1,1 г/дм<sup>3</sup>) сипатталады. Сулардағы катиондардың құрамындағы аумақтық айыр- машылықтар әлсіз көрінеді.

Зерттелетін алаң Бурабай үйінді- сінің Қалба кешенінің бірінші фаза- сының гранодиориттерімен түйісуі- не орайластырылған. Мұнда сирек кездесетін екі күрделі аномалия тіркелген: Солтүстік (ауданы ша- мамен 12 км<sup>2</sup>) және Оңтүстік (ауда- ны шамамен 5 км<sup>2</sup>). Біріншісі ниобий 0,0008-0,002%, висмут 0,0002- 0,0005%, бериллий 0,0005-0,0008%, литий 0,0015-0,002%, қалайы 0,001- 0,0015% құрамымен сипатталады. Екіншісі бериллийдің 0,0005%, қалайы 0,001-0,0012% және бери- лийдің 0,002-0,008% галонымен біріктірілген 0,0003-0,0004% үш жергілікті диапазонынан тұрады<sup>2</sup>.

Өткен зерттеушілердің (Лопатников В.В., 1985 ж.) ұсынымдарын ескере отырып, сипатталған аймақтың ұсақ (аз контрастты болса да) едәуір қанықтылығы, сондай-ақ танталит-колумбит, касситерит және берилл минералдануының бірнеше нүктелерінің өрісінде орналасуы (жол бойындағы учаске) және Чердояқ қалайы-вольфрам кен орнының жақындығы, АГП (в)-24 сөзсіз практикалық қызығушылық тудырады.

### Қорытынды

Зерттеу барысында 8-10 көлде-рі бойынша алынған нәтижелер литийдің жоғары мөлшерін 366,20 мкг/л, қалайының 0,047 мкг/л мөлшерін байқалады, бұл сирек металды кендену аумағын алдыңғы зерттеу материалдарына сәйкес келеді.

Суды зерттеу нәтижелері қазіргі кезеңде геохимиялық ерекшеліктердің қалыптасуы туралы барлық

сұрақтарға нақты жауап беруге мүмкіндік бермейді.

Сондай-ақ, Шығыс Қазақстанда зерттелген көлдердің суларында тұздылықтың артуы суда сульфаттар мен хлоридтердің жиналуына байланысты емес, ал құрамындағы тұздылық пропорционалды түрде артатыны анықталды [6]. Осыған байланысты, бұл жалпы идеяларға қайшы келеді және осы мәселені одан әрі зерттеуді талап етеді.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Dyachkov B., Zimanovskaya N., Mataibayeva I. Шығыс Қазақстанның сирек металдарының кен орындары: геологиялық жағдайы және болжамдық критерийлері. // Ашық геологиялық журнал. – 2013. – №3. – Б. 404-409 (ағылшын тілінде)
2. Дьячков Б.А., Матайбаева И.Е., Фролова О.В., Гавриленко О.Д. // Шығыс Қазақстанның сирек металл кен орындарының түрлері және оларды бағалау. // Тау-кен журналы. – 2017. – №8. – Б. 45-50 (орыс тілінде)
3. Амралинова Б.Б., Фролова О.В., Матайбаева И.Е., Ағалиева Б.Б., Зимановская Н.А. Шаған-Шар учаскесіндегі көлдердің жер үсті суларының қалыптасуы және геохимиялық ерекшеліктері (Шығыс Қазақстан). // Еуразия ғылымының хабаршысы. – 2021. – Т. 13. – №5. – Б. 1-10 (орыс тілінде)
4. Sultan K., Shazili N.A. Тропикалық жер үсті суларында, топырақта және Теренггану өзені бассейнінің шөгінділерінде сирек жер элементтері, Малайзия. // Сирек жерлер журналы. – 2009. – №6. – Б. 1072-1085 (ағылшын тілінде)
5. Kulaksiz S., Bau M. Антропогендік гадолиний мен сагалардағы табиғи сирек жер элементтерінің қарама-қарсы мінез-құлқы және гадолинийдің Солтүстік теңізге келуі. // Жер және планетарлық ғылым хаттары. – 2007. – №260. – Б. 361-371 (ағылшын тілінде)
6. Steinmann M., Stille P. Аралас базальт-гранит дренажды бассейнінің өзен суындағы сирек жер элементтерінің тасымалдануын және фракциялануын бақылау (Орталық массив, Франция). // Химиялық геология. – 2008. – №254. – Б. 1-18 (ағылшын тілінде)
7. Кравченко М.М., Дьячков Б.А., Суекбаев Е.С., Сапарғалиев Е.М., Азельханов А.Ж., Ойцева Т.А. Шығыс Қазақстанда титан өндірісінің шикізат базасын нығайту және дамыту перспективалары. // Пермь мемлекеттік ғылыми-зерттеу университетінің хабаршысы. – 2016. – Шығ. 1(30). – Б. 78-87 (орыс тілінде)

### REFERENCES

1. Dyachkov B., Zimanovskaya N., Mataibayeva I. Rare metal deposits of East Kazakhstan: geologic position and prognostic criteria. // Open Journal of Geology. – 2013. – №3. – С. 404-409 (in English)
2. Dyachkov B.A., Mataibayeva I.E., Frolova O.V., Gavrilenko O.D. Typy redkometall'nykh mestorozhdenij Vostochnogo Kazaxstana i ix ocenka [Types of rare metal deposits of East Kazakhstan and their assessment]. // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2017. – №8. – P. 45-50 (in Russian)
3. Amralinova B.B., Frolova O.V., Mataibayeva I.E., Agaliev B.B., Zimanovskaya N.A. Formirovanie i geokimicheskie osobennosti poverxnostnyx vod ozer na uchastke Shagan-Shar (Vostochnyj Kazaxstan) [Formation and geochemical features of surface waters of lakes in the Shagan-Shar section (East Kazakhstan)]. // Vestnik Evrazijskoj nauki = Bulletin of Eurasian Science. – 2021. – Vol. 13. – №5. – P. 1-10 (in Russian)
4. Sultan K., Shazili N.A. Rare earth elements in tropical surface water, soil and sediments of the Terengganu River Basin, Malaysia. // Journal of rare earths. – 2009. – №6. – P. 1072-1085 (ағылшын тілінде)
5. Kulaksiz S., Bau M. Contrasting behaviour of anthropogenic gadolinium and natural rare earth elements in estuaries and the gadolinium input into the North Sea. // Earth and Planetary Science Letters. – 2007. – №260. – P. 361-371 (ағылшын тілінде)
6. Steinmann M., Stille P. Controls on transport and fractionation of the rare earth elements in stream water of a mixed basaltic-granitic catchment basin (Massif Central, France). // Chemical Geology. – 2008. – №254. – P. 1-18 (ағылшын тілінде)

7. Kravchenko M.M., Dyachkov B.A., Suyekpaev E.S., Sapargaliev E.M., Azelkhanov A.Zh. *Perspektivy ukrepleniya i razvitiya syr'evoy bazy titanovogo proizvodstva v Vostochnom Kazaxstane [Prospects for strengthening and developing the raw material base of titanium production in East Kazakhstan]. // Vestnik Permskogo gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo universiteta = Bulletin of the Perm State Research University. – 2016. – Vol. 1(30). – P. 78-87 (in Russian)*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Dyachkov B., Zimanovskaya N., Mataibayeva I. *Месторождения редких металлов Восточного Казахстана: геологическое положение и прогностические критерии. // Открытый журнал геологии. – 2013. – №3. – С. 404-409 (на английском языке)*
2. Дьячков Б.А., Матайбаева И.Е., Фролова О.В., Гавриленко О.Д. *Типы редкометалльных месторождений Восточного Казахстана и их оценка. // Горный журнал. – 2017. – №8. – С. 45-50 (на русском языке)*
3. Амралинова Б.Б., Фролова О.В., Матайбаева И.Е., Агалиева Б.Б., Зимановская Н.А. *Формирование и геохимические особенности поверхностных вод озер на участке Шаган-Шар (Восточный Казахстан). // Вестник Евразийской науки. – 2021. – Т. 13. – №5. – С. 1-10 (на русском языке)*
4. Khawar Sultan, Noor Azhar Shazili. *Редкоземельные элементы в тропических поверхностных водах, почве и отложениях бассейна реки Теренггану, Малайзия. // Журнал редких земель. – 2009. – Вып. 27(6). – С. 1072-1078 (на английском языке)*
5. Kulaksiz S., Bau M. *Контрастное поведение антропогенного гадолиния и природных редкоземельных элементов в эстуариях и поступление гадолиния в Северное море. // Записки о Земле и планетологии. – 2007. – №260. – С. 361-371 (на английском языке)*
6. Steinmann M., Stille P. *Контроль за переносом и фракционированием редкоземельных элементов в речной воде смешанного базальтово-гранитного водосборного бассейна (Центральный массив, Франция) // Химическая геология. – 2008. – №254. – С. 1-18 (на английском языке)*
7. Кравченко М.М., Дьячков Б.А., Суйекпаев Е.С., Сапаргалиев Е.М., Азельханов А.Ж. *Перспективы укрепления и развития сырьевой базы титанового производства в Восточном Казахстане. // Вестник Пермского государственного научно-исследовательского университета. – 2016. – Вып. 1(30). – С. 78-87 (на русском языке)*

## Авторлар туралы мәліметтер:

**Агалиева Б.Б.**, докторант, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар мектебінің аға оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), [agaliyeva\\_00@mail.ru](mailto:agaliyeva_00@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-5682-8451>

**Амралинова Б.Б.**, PhD, Satbayev University, Жобаларды басқару институтының директоры (Алматы қ., Қазақстан), [bakytzhan\\_80@mail.ru](mailto:bakytzhan_80@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0716-5265>

**Фролова О.В.**, PhD, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар мектебінің аға оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), [geolog1984@mail.ru](mailto:geolog1984@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-9144-6291>

**Рагданова А.А.**, докторант, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар мектебінің оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), [altynai.2492@mail.ru](mailto:altynai.2492@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-9138-2213>

## Information about authors:

**Agaliyeva B.B.**, PhD Student, Senior Lecturer at the School of Earth and Environmental Sciences of the East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

**Amralinova B.B.**, PhD, Director at the Project Management Institute of the Satpayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Frolova O.V.**, PhD, Senior Lecturer at the School of Earth and Environmental Sciences of the East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

**Ragdanova A.A.**, PhD Student, Lecturer at the School of Earth and Environmental Sciences of the East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

## Сведения об авторах:

**Агалиева Б.Б.**, докторант, старший преподаватель Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

**Амралинова Б.Б.**, PhD, директор института управления проектами Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Фролова О.В.**, PhD, старший преподаватель Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

**Рагданова А.А.**, докторант, преподаватель Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

*Жұмыс АР08052707 «Сирек металдардың минералдануын анықтау мақсатында Шығыс Қазақстан көлдеріне гидрохимиялық зерттеулер жүргізу» мемлекеттік бюджеттік ғылыми-зерттеу жобасының шеңберінде орындалды.*