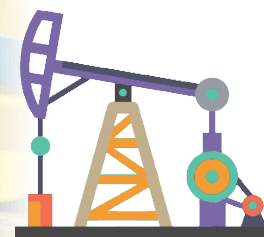


Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности



DOI 10.52209/1609-1825_2023_2_90

ӘЖ 550.46

Шығыс Қазақстанның тұзды көлдерінің геохимиясы

¹*АҒАЛИЕВА Бақытгүл Болатқанқызы, докторант, agalieva_00@mail.ru,

²АМРАЛИНОВА Бакытжан Базарбековна, PhD, институт директоры, bakytzhan_80@mail.ru,

¹МАТАЙБАЕВА Индира Едылевна, PhD, қауымдастырылған профессор, indi.mataybaeva@mail.ru,

¹ФРОЛОВА Ольга Вячеславовна, PhD, аға оқытушы, geolog1984@mail.ru,

¹«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

²«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің негізгі мақсаты – Бурабай, Делбегетей және Шаған-Шар учаскелеріндегі (Шығыс Қазақстан) тұзды көлдердің химиялық құрамын анықтау. Зерттеу жүргізу үшін, талдамалық зерттеулер үшін үлгілер іріктеліп алынды, сондай-ақ Бурабай, Делбегетей және Шаған-Шар учаскелері шегіндегі көлдердің геометризациясы мен байланыстырылуы және судың, түптік шөгінділердің, раптар сынамаларын іріктеу бойынша далалық іздестірулер жүргізілді. 44 су сынамасы, 66 раптардың және түптік шөгінділер алынды. Негізгі катион натрий болып табылады, оның құрамында 50,28-ден 2539,04 мг/л-ге дейін, орташа мәні 798,9 мг/л-ге тең (60 мг-экв %). Екіншісінің-салыстырмалы құрамы 25 мг-экв % кальций, ал магний 15 мг-экв % құрайды [1]. Шаған-Шар учаскесінде көлдердің тек сульфатты түрі ғана ерекшеленеді. Сульфатты типіне жататын көлдердің химиялық құрамы бойынша барлық 11 көл салыстырмалы түрде төмен минералданумен сипатталады, рН орташа алғанда 7,4-тен 8,8-ге дейін өзгереді және тұщы суларға жатады. Гидрокарбонаттардың жоғары мәні 7Ш көлінде 2976 мг/л байқалады, орташа алғанда сульфат иондарының үлесі 46 мг-экв % құрайды. Шығыс Қазақстанның зерттелген көлдерінің суларында тұздылықтың артуы суда сульфаттар мен хлоридтердің жиналуына байланысты емес, ал құрамы тұздылыққа пропорционалды түрде өсетіні анықталды.

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

Зерттеудің өзектілігі. Алекиннің жіктелуіне сәйкес тұзды көлдер 3 негізгі түрге бөлінеді: карбонатты, сульфатты және хлоридті, сондай-ақ қосымша қышқыл түріне. Кейбір жағдайларда карбонатты түрін содалы деп атайды. Сульфатты түрі натрийлі және магнийлі қосалқы түрлеріне бөлінген (Валяжко, 1952, 1962) [1,2]. Осы жіктеулердің негізінде негізгі катиондар мен аниондардың әр түрлі қатынасы жатыр.

Бұл жіктеулер көлдерді химиялық құрамы жағынан да, олардың қалыптасуының негізгі процестері мен геохимиялық маңызы бар элементтерді салыстыруға мүмкіндік береді.

Бурабай учаскесінің зерттелетін аумағында авторлар содалы көлдерінің екі геохимиялық түрін анықтады, оларға $\text{pH} \geq 9,0$ және сульфатты көлдер жатады, егер $\text{pH} < 9,0$ болса, аниондар арасында сульфат басым болады. Көлдің әрбір түрі бойынша деректер 1-кестеде келтірілген. Тұздылығы бойынша зерттелетін көл сулары аз мөлшердегі тұзды сулардан тұщы суларға дейін өзгереді, минералдануы 0,1-ден 4,5 г/л-ге дейін. Бұл ретте 6 көлдің минералдылығы 1,2-2,3 г/л-ден тұзды суларға жатады, 3 көлдің минералдылығы 0,1 г/л тұщы суларға, 4 көл минералдылығы салыстырмалы түрде жоғары 0,5-тен 0,8 г/л-ге дейінгі суларға және 2 көл минералдылығы 4,5 г/л тұзды суларға жатады. Зерттелген көлдерде pH мөлшері 8,14-тен 9,27-ге дейін өзгереді. Бұл ретте Бурабай учаскесіндегі зерттелген 15 көлдің ішінде 8 көл (1, 6-10, 13 және 14) сода типіне, II типке (сульфат аниондарының басым болуы) және сульфатты типіне 7 көл (2-5, 11, 12 және 15) жатады, бұл учаскеде хлоридті типтер жоқ [3].

Делбегетей аймағында көлдердің тек бір геохимиялық түрі ерекшеленеді – бұл сульфатты көлдер, барлық 7 көлдің $\text{pH} < 9,0$ және сульфат анионы басым. Делбегетей учаскесінің көлдері бойынша деректер 2-кестеде келтірілген. Табиғи сулардың минералдануы мен жіктелуі бойынша осы ауданның 3 көлі 1,6-дан 2,9 г/л-ге дейінгі тұзды көлдерге жатады және 4 көл 0,1-ден 0,2 г/л-ге дейінгі минералдануы бар тұщы көлдерге жатады, зерттелетін көлдердің pH мәні 8,24-тен 8,67-ге дейін өзгереді. Тиісінше, 1-ден 7-ге дейінгі көлдер көлдердің сульфаттық түріне жатады, осы аймақта содалы және хлоридті көлдердің түрлері жоқ.

Шаған-Шар учаскесінің аумағында көлдердің бір геохимиялық түрі – сульфат, зерттелетін көлдердің pH 7,4-тен 8,8-ге дейін өзгереді және сульфат анионы басым болады. Шаған-Шар учаскесінің көлдері бойынша деректер 3-кестеде келтірілген. Минералдану жіктемесі бойынша осы ауданның барлық көлдері 0,2-0,5 г/л шегінде минералдануы бар тұщы суларға жатады [1,2].

Зерттеу әдістемесі. Мәтін бойынша бұрын зерттелген көлдердің ішінде үш учаске бойынша көлдердің екі түрі анықталды: Бурабай, Делбегетей және Шаған-Шар.

Бурабай учаскесінде көлдердің 2 түрі бөлінген

– сульфатты және содалы. 6В және 7В көлдерінің содалы түріне жататын көлдердің химиялық құрамы гидрокарбонаттардың басым болуымен және жоғары сілтілігімен ерекшеленеді (24-25 мг/дм³). Ал 4Б және 5Б көлдеріндегі сульфатты көлдердің арасында гидрокарбонаттар мен сілтіліктің жоғары мәні байқалады (14-15 мг/дм³). Көлдердің екі тобы судың салыстырмалы түрде төмен минералдануымен (0,1-ден 4,5 г/л-ге дейін) және pH (8,1-ден 9,2-ге дейін) бөлінеді. Орташа алғанда, сульфат иондарының үлесіне 47 мг-экв % келеді (1-сурет).

Көлдердің сульфаттық түрі жалпы HCO_3 бойынша орташа мәні – 476,7 мг/л (немесе 75 мг-экв %) құрайды. Аз минералданған көлде 12 HCO_3 мөлшері – 390,6 мг/л немесе (96 мг-экв %), ал SO_2 – 11,9 (3 мг-экв %) мөлшерінде. Тұзды көлдің ерекшелігі 15 жоғары минералдану және сульфат иондарының жоғары мәні 4797,9 мг/л (немесе 93 мг-экв %) және натрий 3207,64 мг/л (немесе 87 мг-экв %) және салыстырмалы түрде төмен карбонатты компонентті құрамды болып келеді (115,9 мг/л немесе 2 мг-экв %). Бұл түрдегі негізгі катион натрий болып табылады, құрамында 67,6-дан 3207,4 мг/л-ге дейін, сынаманың орташа мәні 612,6 мг/л (65 мг-экв %). Екіншісінің – салыстырмалы құрамы 16 мг-экв % магний, кальций 19 мг-экв % құрайды.

Делбегетей учаскесінде көлдердің сульфатты түрі бөлінген. 1D, 2D және 3D көлдерінің сульфаттық түріне жататын көлдердің химиялық құрамы салыстырмалы түрде жоғары минералдануымен ерекшеленеді (сәйкесінше 1,6, 2,6 және 2,8 г/л) және pH орташа алғанда 8,2-ден 8,7-ге дейін өзгереді. Гидрокарбонаттардың жоғары мандері жоғарыда аталған көлдерде де байқалады (сәйкесінше 2628,3; 3387,9 және 3625,9 мг/дм³). Орташа алғанда, сульфат иондарының үлесіне 47 мг-экв % келеді (2-сурет).

Жалпы HCO_3 орташа мәні бойынша – 1525,5 мг/л (немесе 25 мг-экв %) құрайды. 5Д минералданған көлде құрамында HCO_3 бар – 112,4 мг/л немесе (51 мг-экв %), ал SO_2 – 112,4 (39 мг-экв %) мөлшерінде. Cl үлесіне-орта есеппен 29 мг-экв % немесе 1100,6 мг/л келеді [4].

Негізгі катион натрий болып табылады, оның құрамында 50,28-ден 2539,04 мг/л-ге дейін, орташа мәні 798,9 мг/л-ге тең (60 мг-экв %). Екіншісі-салыстырмалы құрамы 25 мг-экв % кальций, ал магний 15 мг-экв % құрайды.

Шаған-Шар учаскесінде көлдердің тек сульфатты түрі ғана ерекшеленеді. Сульфатты типіне жататын көлдердің химиялық құрамы бойынша барлық 11 көл салыстырмалы түрде төмен минералданумен сипатталады, pH орташа алғанда 7,4-тен 8,8-ге дейін өзгереді және тұщы суларға жатады [1,5,6]. Гидрокарбонаттардың жоғары мәні 7Ш көлінде 2976 мг/л байқалады, орташа алғанда сульфат иондарының үлесіне 46 мг-экв % келеді (3-сурет).

Бұл түрдегі негізгі катион магний болып табылады, құрамында 85,1-ден 7539,2 мг/л-ге дейін,

сынаманың орташа мәні 1679,7 мг/л (52 мг-экв %). Екіншісі-салыстырмалы құрамы 41 мг-экв % кальций, натрий үлесіне 7 мг-экв % келеді.

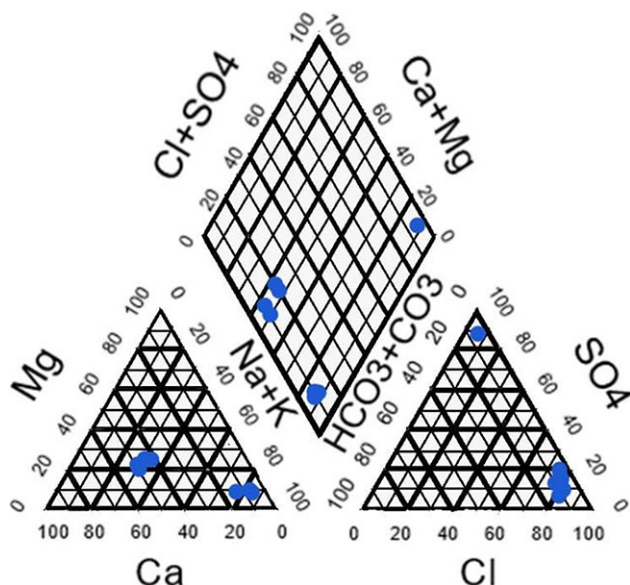
4-суретте мәтін бойынша үш зерттелетін объект бойынша Пайпердің жиынтық диаграммасы келтірілген.

Қорытынды

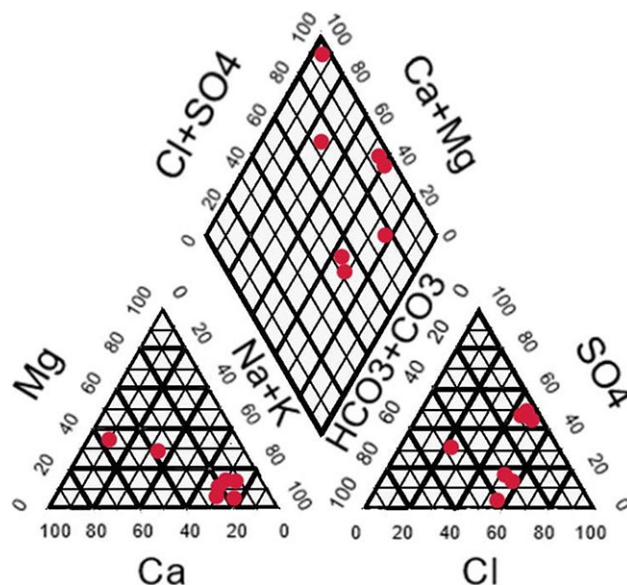
Жоғарыда айтылған көлдердің химиялық құрамы мен тұздылығы ерекшеленетін көлдердің кеңістіктік орналасуы белгілі бір заңдылыққа ие емес, көбінесе әр түрлі құрамы мен минералда-

нуы бар көлдер бір-бірінен қысқа қашықтықта орналасқан, сонымен қатар құрғақ климатта локализацияланған және жер үсті ағындары жоқ деп қорытынды жасауға болады.

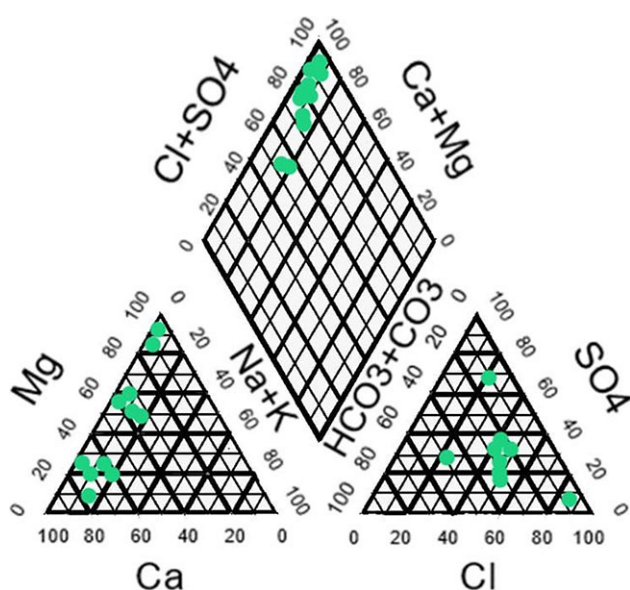
Сондай-ақ, Шығыс Қазақстанда зерттелген көлдердің суларында тұздылықтың артуы суда сульфаттар мен хлоридтердің жиналуына байланысты емес, ал құрамындағы тұздылық пропорционалды түрде артатыны анықталды [7]. Осыған байланысты, бұл жалпы идеяларға қайшы келеді және осы мәселені одан әрі зерттеуді талап етеді.



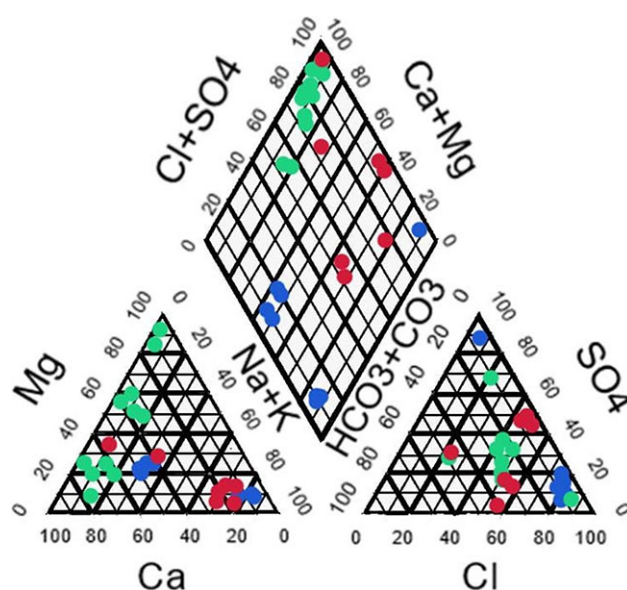
1-сурет – Бұрабай учаскесі бойынша сульфат типтерінің макрокомпоненттік құрамы бойынша деректерді енгізудің Пайпер диаграммасы



2-сурет – Делбегетей учаскесі бойынша сульфат типтерінің макрокомпоненттік құрамы бойынша деректерді енгізудің Пайпер диаграммасы



3-сурет – Шаған-Шар учаскесі бойынша сульфат типтерінің макрокомпоненттік құрамы бойынша деректерді енгізудің Пайпер диаграммасы



4-сурет – Зерттелген үш учаске бойынша сульфат типтерінің макрокомпоненттік құрамы бойынша деректерді енгізудің Пайпер диаграммасы

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алекин О.А. Гидрогеохимия негіздері. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 б.
2. Валяшко М.Г. Тұзды көлдердің жіктелісі / М.Г. Валяшко // ВНИИГ еңбектері. – 1952. – Шығ. 23. – Б. 3-13.
3. Борзенко С.В. Диссертация. Шығыс Забайкальедағы тұзды көлдердің геохимиясы: геология-минералогия ғылымдарының докторы ғылыми дәрежесін алу үшін: 25.00.09 / С.В. Борзенко. – Чита, 2018. – 90 б.
4. Үлкен Алтай (геология және металлогения). К.2. Металлогения // Щерба Г.Н., Беспяев Х.А., Дьячков Б.А., және т.б. Алматы: ҒЗО «Ғылым», 2003. – 304 б.
5. Лопатников В.В., Изох Э.П., Ермолов П.В. және т.б. Шығыс Қазақстанның Қалба-Нарым аймағының магматизмі мен кенділігі. М., 1982. – 248 б.
6. Kuibida M.X., D'yachkov B.A., Vladimirov A.G., Kruk N.N., Khromykh S.V., Kotler P.D., Rudnev S.N., Kruk E.A., Kuibida Y.V., Oitseva T.A. Contrasting Granite Magmatism in the Kalba Fold Belt (Eastern Kazakhstan): Evidence for Late Paleozoic Postorogenic Events // Journal of Asian Earth Sciences, no. 175, 2019, pp. 178-198 (импакт-фактор).
7. Кравченко М.М. және т.б. Титан өндірісінің шикізат базасын нығайту және дамыту перспективалары (Шығыс Қазақстан) // Пермь мемлекеттік ғылыми-зерттеу университетінің хабаршысы. – 2016. – Шығ. 1(30). – Б. 78-87.

Геохимия соленых озер Восточного Казахстана

¹*АГАЛИЕВА Бакытгуль Болаткановна, докторант, agalieva_00@mail.ru,

²АМРАЛИНОВА Бакытжан Базарбековна, PhD, директор институтыма, bakytzhan_80@mail.ru,

¹МАТАЙБАЕВА Индира Едылевна, PhD, ассоциированный профессор, indi.mataybaeva@mail.ru,

¹ФРОЛОВА Ольга Вячеславовна, PhD, старший преподаватель, geolog1984@mail.ru,

¹НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протожанова, 69,

²НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Основной целью данного исследования является определение химического состава соленых озер на участках Бурабай, Дельбегетей и Чаган-Шар (Восточный Казахстан). Для проведения исследований были отобраны образцы для аналитических исследований, а также проведены полевые изыскания по геометризации и связыванию озер в пределах Боровского, Дельбегетейского и Чаган-Шарского участков и отбору проб воды, донных отложений, Рапов. Отобрано 44 пробы воды, 66 Рапов и донных отложений. Основным катионом является натрий, который содержит от 50,28 до 2539,04 мг/л, среднее значение которого равно 798,9 мг/л (60 мг-экв %). Второе – относительное содержание кальция составляет 25 мг-экв %, а магния – 15 мг-экв % [1]. На участке Чаган-Шар выделяется только сульфатный вид озер. По химическому составу озер сульфатного типа все 11 озер характеризуются относительно низкой минерализацией, pH варьируется в среднем от 7,4 до 8,8 и относится к пресным водам. Высокие значения гидрокарбонатов наблюдаются в озере 7ш 2976 мг/л, в среднем доля сульфатных ионов составляет 46 мг-экв %. Установлено, что повышение солености в водах исследуемых озер Восточного Казахстана не связано с накоплением в воде сульфатов и хлоридов, а содержание увеличивается пропорционально солености.

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

Geochemistry of Salt Lakes of East Kazakhstan

¹*AGALIYEVA Bakytgul, Doctoral Student, agalieva_00@mail.ru,

²AMRALINOVA Bakytzhan, PhD, Director of Institute, bakytzhan_80@mail.ru,

¹MATAIBAYEVA Indira, PhD, Associate Professor, indi.mataybaeva@mail.ru,

¹FROLOVA Olga, PhD, Senior Lecturer, geolog1984@mail.ru,

¹NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

²NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

*corresponding author.

Abstract. The main purpose of this study is to determine the chemical composition of salt lakes in the borovoye, Delbegetei and Chagan-Shar sites (East Kazakhstan). For the study, samples were selected for analytical studies, as well as field surveys were conducted on the geometrization and linking of lakes within the borovoye, Delbegetei and Chagan-Shar sites and sampling of Water, bottom sediments, rapes. 44 water samples, 66 rapes and bottom sediments were taken.

The main cation is sodium, which contains from 50.28 to 2539.04 mg/l, with an average value of 798.9 mg/L (60 mg-EQ %). The relative composition of the second is 25 mg-EQ % of calcium, and magnesium is 15 mg-eq % [1]. Only the sulphate type of lakes differs in the ash-Shar section. According to the chemical composition of lakes of the sulphate type, all 11 lakes are characterized by relatively low mineralization, with an average pH range of 7.4 to 8.8 and belong to fresh-water. High values of hydrocarbonates are observed in Lake 7SH at 2976 mg/L, on average, the proportion of sulfate ions is 46 mg-EQ%. It was found that the increase in salinity in the waters of the studied lakes of East Kazakhstan is not due to the accumulation of sulfates and chlorides in the water, and the composition increases in proportion to the salinity.

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

REFERENCES

1. Alekin O.A. Osnovy gidrohimii. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. – 443 p.
2. Valjashko M.G. Klassifikacionnye priznaki soljanyh ozer / M.G. Valjashko // Trudy VNIIG. – 1952. – Vyp. 23. – pp. 3-13.
3. Borzenko S.V. Geohimija solenyh ozer Vostochnogo Zabajkal'ja: Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora geologo-mineralogicheskikh nauk: 25.00.09 / Borzenko S.V. – Chita, 2018. – 90 p.
4. Bol'shoj Altaj (geologija i metallogenija). Kn.2. Metallogenija // Shherba G.N., Bespaev H.A., D'jachkov B.A. i dr. Almaty: NIC «Gylym», 2003. – 304 p.
5. Lopatnikov V.V., Izoh Je.P., Ermolov P.V i dr. Magmatizm i rudonosnost' Kalba-Narymskoj zony Vostochnogo Kazakhstana. Moscow, 1982. – 248 p.
6. Kuibida M.X., D'yachkov B.A., Vladimirov A.G., Kruk N.N., Khromykh S.V., Kotler P.D., Rudnev S.N., Kruk E.A., Kuibida Y.V., Oitseva T.A. Contrasting Granite Magmatism in the Kalba Fold Belt (Eastern Kazakhstan): Evidence for Late Paleozoic Postorogenic Events // Journal of Asian Earth Sciences, no. 175, 2019, pp. 178-198 (impakt-faktor).
7. Kravchenko M.M. i dr. Perspektivy ukreplenija i razvitija syr'evoj bazy titanovogo proizvodstva (Vostochnyj Kazahstan) // Vestnik Permskogo gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo universiteta. – 2016. – Vyp. 1(30). – Pp. 78-87.