

Код МРНТИ 87.23.91

\*Д.Б. Муратханов, И.К. Рахметов

Товарищество с ограниченной ответственностью «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина» (г. Алматы, Казахстан)

## ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТОРАНГАЛЫКСКОГО ЗАЛИВА С ПРОВЕДЕНИЕМ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ

**Аннотация.** В статье приводятся результаты исследования, проведенного с целью изучения современного состояния и проведения мониторинга в районе залива Торангалык. Рекогносцировка на местности позволила оценить достоверность инженерно-геологической информации, накопленной о районе и конкретизировать аспекты, отсутствующие в ней. Были проведены работы по рекогносцировочному, экологическому и гидрогеологическому обследованию с выполнением гидрохимического опробования в наблюдательных точках. В состав эколого-гидрогеологических исследований входят: описание геологического строения, геоморфологии и гидрогеологических условий участка; оценка современного экологического состояния участка; оценка геологических рисков; прогнозы изменения режима подземных вод; отслеживание динамики изменения геологической среды под влиянием техногенных воздействий.

**Ключевые слова:** рекогносцировочный маршрут, пруд-накопитель, микроэлементы, техногенные воздействия, переработка, добыча, концентрация, гидрогеологический район.

### Торангалық шығанағының гидрохимиялық сынамаға жүргізумен экологиялық-гидрогеологиялық жағдайы

**Аңдатпа.** Мақалада Торангалық шығанағы аймағындағы қазіргі жағдайды зерделеу және мониторингтік зерттеулер жүргізу мақсатында жүргізілген зерттеу нәтижелері сипатталған. Бақылау пункттерінде гидрохимиялық сынамамен барлау, экологиялық және гидрогеологиялық зерттеулер бойынша жұмыстар жүргізілді. Жердегі барлау аудан туралы жинақталған инженерлік-геологиялық ақпараттың сенімділігін бағалауға және ондағы жетіспейтін тұстарды нақтылауға мүмкіндік берді. Экологиялық және гидрогеологиялық зерттеулердің құрамына: учаскенің геологиялық құрылымын, геоморфологиясын және гидрогеологиялық жағдайын сипаттау; зерттеу нысанының қазіргі экологиялық жағдайын бағалау; геологиялық тәуекелдерді бағалау; жер асты сулары режимінің өзгерістерінің болжамдары; техногендік әсерлердің әсерінен геологиялық ортаның өзгеру динамикасын қадағалау.

**Түйінді сөздер:** барлау жолы, қоймалық тоған, микроэлементтер, антропогендік әсерлер, өңдеу, алу, концентрация, гидрогеологиялық аймақ.

### Ecological and hydrogeological condition of the Torangalyk Bay with hydrochemical testing

**Abstract.** The article describes the results of a study conducted to study the current state and conduct monitoring studies in the Torangalyk Bay area. Works were carried out on reconnaissance, environmental and hydrogeological surveys with hydrochemical testing at observation points. Reconnaissance on the ground made it possible to assess the reliability of engineering and geological information accumulated about the area and to specify the aspects that are missing in it. The composition of ecological and hydrogeological studies includes: description of the geological structure, geomorphology and hydrogeological conditions of the site; assessment of the current ecological state of the research site; assessment of geological risks; forecasts of changes in the groundwater regime; tracking the dynamics of changes in the geological environment under the influence of man-made impacts.

**Key words:** reconnaissance route, storage pond, microelements, macrocomponents, anthropogenic impacts, processing, extraction, concentration, hydrogeological area, dynamics of change.

### Введение

Балхашская промышленная площадка расположена на северо-западном побережье оз. Балхаш и примыкает непосредственно к заливу Торангалык на запад от г. Балхаш, в южной части Центрально-Казахстанского мелкосопочника (рис. 1). Любой эксплуатируемый разрабатываемый участок горных работ логично рассматривать как особо сложную природно-техногенную систему, характеристики которой определяются всей совокупностью взаимосвязанных естественных и антропогенных факторов, обусловленных влиянием естественной среды и эксплуатацией инженерных сооружений. Характеристики изменений окружающей среды

невозможна без соответствующего мониторинга подземных вод<sup>1</sup>.

### Особенности исследуемого района

**Климат** района резко континентальный и засушливый. В холодный период года район подвержен обычно воздействию континентальных воздушных масс Сибирского антициклона, что обуславливает преимущественно морозную погоду.

**Атмосферные осадки.** Средняя годовая сумма атмосферных осадков на северном побережье озера колеблется в пределах 126-143 мм. Количество осадков зимне-весеннего периода (с ноября по март месяц) изменяется от 11 до 17 мм. На территории Северного Прибалхашья и на самом озере

преобладают ветры северо-восточного направления: 35% на метеостанции Балхаш (рис. 2, 3) и 30% на метеостанции Алгазы остров. Наиболее редки потоки северо-западного и юго-восточного направлений (4-5% от общего числа случаев).

**Рельеф.** Рассматриваемая территория относится к северной части Прибалхашской равнины. Северное Прибалхашье представляет собой южную окраину Казахского мелкосопочника. Средняя высота 400-500 м. Рельеф преимущественно равнинный с отдельными сопками, холмами, увалами, пересеченными долинами сухих логов и пересыхающих рек. Техногенные формы рельефа, получившие широкое развитие севернее береговой зоны залива Торангалык, представлены

<sup>1</sup>Смоляр В.А., Мустафаев С.Т. Гидрогеология бассейна озера Балхаш. – Алматы: Гылым, 2007. – 352 с.

гидроотвалами хвостового хозяйства обогатительной фабрики, грунтовыми карьерами и т.д. Необходимо отметить наличие на хвостохранилище эоловых форм рельефа<sup>2</sup> [1].

**Гидрография.** Гидрографическая сеть района принадлежит бассейну замкнутого бессточного озера Балхаш и расположена на южном склоне главного Центрально-Казахстанского водораздела. Озеро Балхаш – крупный бессточный бассейн континентального типа, расположенный в наиболее низкой части Балхашской впадины на высоте 340 м. Озеро представляет собой длинный и узкий водоем с площадью акватории 15500 км<sup>2</sup>. Уровень воды озера Балхаш, как и других бессточных озер полуаридной зоны, испытывает многолетние крупномасштабные и вековые циклические колебания, обусловленные колебаниями климата.

**Побережье озера Балхаш.** Аккумулятивный дельтовый берег низкий и пологий. Береговая полоса, шириной в 1-5 км, заболочена и заросла камышом. Вдоль береговой линии тянется с перерывом современный береговой вал. Высота его 2-3 м, ширина незначительная (15-25 мм). Далее за береговым валом следуют отложения первой и второй озерных террас. Ширина первой озерной террасы достигает 1,8 км, второй 1,2 км [2].

### Гидрогеологические условия района работ

Специфическими особенностями подземных вод района работ являются: полустойкий водный режим, обуславливающий повышенную степень минерализации, слабая дренированность территории и почти повсеместно – сульфатный тип минерализации. Вместе с тем, на этом фоне выделяется крупный высокопроизводительный водоносный горизонт, содержащий высококачественные подземные воды с низкой минерализацией. В пределах исследованной территории подземные воды связаны почти со всеми развитыми в районе

литолого-стратиграфическими комплексами пород. В соответствии с геологическим строением в районе выделяются два типа подземных вод; в рыхлых кайнозойских и в плотных палеозойских образованиях. Описание водоносных горизонтов и комплексов приводится в порядке их стратиграфической принадлежности, сверху вниз [2, 3].

**Водоносный четвертичный озерно-аллювиальный, делювиально-пролювиальный горизонт ( $aldpQ$ )** приурочен к песчано-гравийным и гравийно-галечным линзам и прослоям, залегающим среди супесей и глин. Уровень грунтовых вод залегает преимущественно на глубинах от 0,5 м до 1,1 м. Водообильность горизонта невысокая – дебиты скважин не превышают 0,5 л/с, преимущественно изменяясь от сотых до десятых долей литра в секунду. По химическому составу воды преимущественно сульфатные натриевые с величиной общей минерализации от 5 г/л до 46,4 г/л.

**Водоносный горизонт аллювиальных верхнеплиоценовых – современных отложений ( $alN_2^3Q_{IV}$ ).** Аллювиальные и озерные верхнеплиоценовые-современные отложения распространены вдоль северного и южного побережья оз. Балхаш, а также под озером. Скважинами вскрыты по побережью озера сверху мелкозернистые пески мощностью 1,0-8,5 м, ниже наблюдается типичное переслаивание песков, гравия, глин<sup>3</sup>.

**Подземные воды вулканогенно-осадочной турнейской-среднекаменноугольной зоны открытой трещиноватости ( $C_1t-C_2$ ).** Данные образования значительно распространены в центральной части изучаемой территории. Представлены они альбитофирами, дацитовыми порфирами и песчаниками, алевролитами, туфопесчаниками с линзами известняков и конгломератов. Все породы обладают довольно хорошо развитой трещиноватостью, однако трещины нередко бывают заполнены глинистыми продуктами

выветривания или залечены кварцем и кальцитом.

**Подземные воды зоны открытой трещиноватости фаменских отложений ( $D_3fm$ ).** Породы фаменского яруса не имеют широкого распространения для территории объекта изучения. Они обнажаются небольшими блоками по всей площади и представлены песчаниками, алевролитами, реже покровами эффузивов с редкими линзами известняков. Породы с поверхности выветрены, трещиноваты. Трещины, секущие породы, чаще бывают заполнены продуктами выветривания. Или залечены кварцем и кальцитом, реже – открыты. Ширина трещин – 0,001-0,12 м. Ориентированы они в различных направлениях.

**Насыпные техногенные образования ( $tQ_{IV}$ )** сформировались в процессе эксплуатации хвостовых и шламовых хозяйств. Они представлены намывными грунтами. Первое десятилетие эксплуатации обогатительной фабрики хвосты сбрасывались непосредственно в залив Торангалык [4].

### Результаты лабораторных исследований

**Рекогносцировочное обследование участка.** Для забора проб в наблюдательных точках, представленных мониторинговыми скважинами, проводились замер

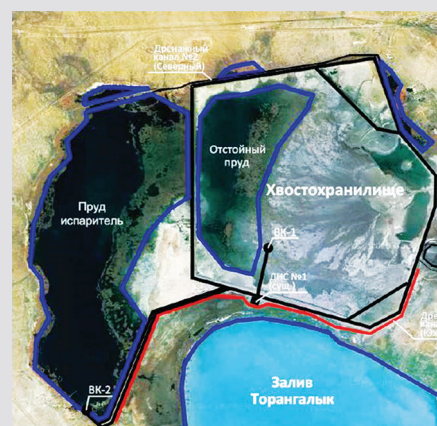


Рис. 1. Обзорная карта района работ.

Сурет 1. Зерттеу аймағының картасы.

Figure 1. Survey area map.

<sup>2</sup>Жирков В. Реконструкция дренажного канала №1 с устройством вертикального дренажа на хвостохранилище цеха складирования хвостов Балхашской обогатительной фабрики: рабочий проект. – Караганда: ТОО НИЦ «Биосфера Казахстан», 2016.

<sup>3</sup>Жирков В. Отчет по мониторингу подземных вод. – Караганда: ТОО НИЦ «Биосфера Казахстан», 2019.

уровня и прокачка с последующим отбором и передачей проб на лабораторные исследования. Отбор проб производился из хвостохранилища, пруда-накопителя и оз. Балхаш. По результатам рекогносцировочного обследования были определены точки отбора проб по признакам фактического или потенциального влияния. Участок исследований расположен в юго-западной части г. Балхаш, административно отнесен к Карагандинской области, на северном берегу оз. Балхаш (46° северной широты), в промышленной зоне Балхашской обогатительной фабрики, площадью порядка 35 км<sup>2</sup> [5]. Кроме того, в результате

обследования проведена экологическая оценка степени загрязнения участка путем исследования поверхностных вод и растительного покрова на наличие явных признаков загрязнений.

Отбор проб поверхностных и подземных вод. Для всех проб был выполнен сокращенный химический анализ воды, а также оценка содержания металлов в воде.

Всего в пределах залива Торанглык произведен отбор проб: фильтрационных вод дренажного канала хвостохранилища (10 проб в 5 наблюдательных точках); осветленной оборотной воды хвостового хозяйства (пруд-испаритель – 1 точка, 2 пробы); воды пруда-отстойника

(1 точка, 2 пробы); поверхностная вода оз. Балхаш (5 точек, 10 проб), из наблюдательных скважин (14 шт. – 28 проб).

По проведенным работам, в числе которых рекогносцировочное, гидрогеологическое и экологическое обследование территории исследований с гидрохимическим опробованием из точек наблюдения (поверхностные воды озера Балхаш, мониторинговые скважины, хвостохранилище, пруд-накопитель, дренажные каналы), проведена оценка влияния хвостового хозяйства на состояние подземных и поверхностных вод.

Поверхностные воды оз. Балхаш. Результаты лабораторных исследований поверхностных вод оз. Балхаш свидетельствуют о типичном для данного региона составе поверхностных источников. По содержанию макрокомпонентов величина водородного показателя рН варьирует в пределах 8,30-8,59 и является слабощелочной в отношении состояния кислотно-щелочного баланса. По химическому составу воды хлоридно-сульфатные магниевые-натриевые с величиной минерализации от 1,6 г/л до 2,1 г/л.

Содержание микрокомпонентов: железо – 0,2-6,67 мг/л (превышение в 1-22,3 ед. ПДК); кадмий – 0,0037-0,0178 мг/л (превышение в 3,7-17,8 ед. ПДК); марганец – 0,01-0,03 мг/л (при ПДК, равном 0,1); медь – 0,01-0,03 мг/л (при ПДК, равном 1,0); свинец – 0,04-0,21 мг/л (превышение в 1,3-7,0 ед. ПДК); цинк – 0,01-0,04 мг/л (при ПДК, равном 5,0); мышьяк и селен не превышают 0,01; цианиды – менее 0,005 [4, 5].

Фильтрационные воды дренажного канала. Результаты геохимического опробования отобранных в пяти точках по линии дренажного канала образцов свидетельствуют о нейтральных водах с величиной содержания рН 7,32-7,7. Минерализация в пробах воды варьирует в диапазоне 5,1-11,48 г/л; по анионно-катионному составу вода хлоридно-сульфатная магниевые-кальциевые-натриевые. Содержание микрокомпонентов: железо – 0,1-2,5 мг/л (превышение в 8,33 ед. ПДК); кадмий – 0,01-0,03 мг/л

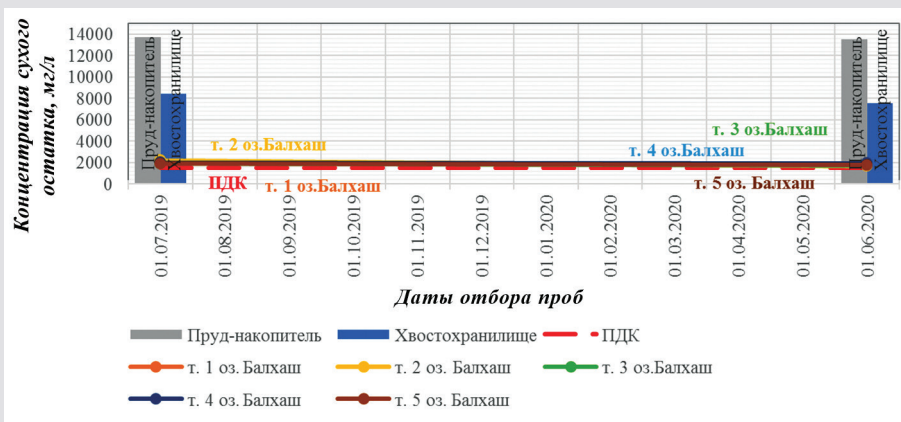


Рис. 2. Величина сухого остатка и водородного показателя в пробах воды из озера Балхаш.

Сурет 2. Балқаш көлінен алынған су үлгілеріндегі құрғақ қалдық пен сутегі мәні.

Figure 2. The value of dry residue and hydrogen in water samples from Lake Balkhash.



Рис. 3. Величина содержания основных макрокомпонентов в пробах воды из озера Балхаш.

Сурет 3. Балқаш көлінің су үлгілеріндегі негізгі макрокомпоненттер құрамының мәні.

Figure 3. The value of the content of the main macrocomponents in water samples from Lake Balkhash.

(превышение в 10,0-30,0 ед. ПДК); марганец – 0,67-4,81 мг/л (превышение в 6,7-48,1 ед. ПДК); медь – 0,01-0,1 мг/л (при ПДК, равном 1,0); свинец – 0,09-0,27 мг/л (превышение в 3,0-9,0 ед. ПДК); цинк – 0,03-0,5 мг/л (при ПДК, равном 5,0); мышьяк и селен не превышают 0,01; цианиды – менее 0,005.

*Воды пруда-накопителя.* Результаты лабораторных исследований проб воды из пруда-накопителя показывают рН, равный 7,68-8,07, и относятся к нейтральному типу. Величина минерализации проб воды находится в значениях 13,93-22,7 г/л, по анионно-катионному составу воды пруда-накопителя хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые. В образцах воды выявлено следующее содержание микрокомпонентов: железо – 0,1-0,3 мг/л (при ПДК, равном 0,3 мг/л); кадмий – 0,00066-0,027 мг/л (превышение в 27,0 ед. ПДК); марганец – 0,04-0,1 мг/л (ПДК 0,1 мг/л); медь – 0,02-0,08 мг/л (при ПДК, равном 1,0 мг/л); свинец – 0,001-0,23 мг/л (превышение ПДК в 7,6 ед.); цинк – 0,08-0,7 мг/л (при ПДК, равном 5,0); мышьяк – 0,01 мг/л; селен – не более 0,0024-0,03 (превышение в 3 ед. ПДК); цианиды – менее 0,005 [6].

*Воды хвостохранилища.* Результаты геохимического опробования образцов вод из хвостохранилища свидетельствуют о наличии нейтральных по типу вод; величина рН – в значениях 7,43-7,72. Минерализация вод хвостохранилища находится в пределах 7,5-8,59 г/л, по анионно-катионному составу воды хвостохранилища относятся к хлоридно-сульфатным кальциево-натриевым. Содержание микрокомпонентов: железо – 0,35-0,75 мг/л (превышение в 0,8-2,5 ед. ПДК); кадмий – 0,02-0,09 мг/л (превышение в 20,0-90,0 ед. ПДК); марганец – 2,35-23,2 мг/л (превышение ПДК 23,5-232 ед.); медь – 0,05-0,32 мг/л (при ПДК, равном 1,0 мг/л); свинец – 0,06-0,29 мг/л (превышение в 2,0-9,6 ед. ПДК); цинк – 0,06-0,15 мг/л

(при ПДК, равном 5,0); мышьяк – 0,01 мг/л; селен не превышает 0,002-0,005 (при ПДК 0,01); цианиды – менее 0,005 [7].

*Мониторинговые скважины.* Лабораторные исследования мониторинговых скважин показали достаточно широкий диапазон значений рН по мониторинговой области от 3,15 по скв. №66-12 до 9,85 по скв. №30-ФОН. Среднее значение рН по скважинам 6,9. Воды кислые в пробах из скважин №66-12, №50-12; щелочные в пробах из скважины №30-ФОН (8,45-9,85), скважины №26 (8,65-9,68); слабощелочные в скважине №58-12 (8,1-8,37). Остальные пробы подземных вод свидетельствуют о нейтральных водах по кислотно-щелочному балансу [8, 9].

Минерализация подземных вод варьирует в пределах от 6,0 г/л до 16,09 г/л. В среднем значение минерализации подземных вод находится в пределах 9-10 г/л. По соотношению анионно-катионного состава подземные воды можно отнести к хлоридно-сульфатным магниево-кальциево-натриевым для большинства скважин. Результаты геохимического опробования по скважине №50-12, которая показала содержание *Fe* 2500 мг/л, было решено исключить из общей статистики исследований, так как водоприток при проведении про-качки практически отсутствовал, что свидетельствует о заилинии фильтров, и, как следствие, об отсутствии возможности получения достоверных результатов<sup>4</sup>.

Анализ мониторинга подземных вод показал содержание микрокомпонентов:

▪ железа – 0,05-170,0 мг/л; среднее значение по содержанию железа в пробах подземных вод – 68,24 мг/л (превышение 227,4 ед.);

▪ кадмия – 0,00014-0,0384 мг/л (максимальное превышение в 38,4 ед. ПДК по скв. №59-12); превышение значений концентрации кадмия в пробах подземных вод отмечено практически по всем скважинам и составляет

в среднем 0,01 мг/л (превышение в 10,7 ед. ПДК);

▪ марганца – 0,0068-15,96 мг/л (максимальное превышение в 159,6 ед. ПДК по скв. № 66-12); фоновое превышение значений марганца на период наблюдений составило 1,48 мг/л (превышение в 14,8 ед. ПДК);

▪ меди – 0,00014-0,05 мг/л (при ПДК, равном 1,0 мг/л); превышений по данному микрокомпоненту по результатам геохимических опробований не выявлено;

▪ свинца – 0,00013-0,32 мг/л (максимальное превышение в 10,86 ед. ПДК по скв. №68-12); среднее значение превышений в пробах подземных вод составило 0,07 мг/л (2,39 ед. ПДК);

▪ цинка – 0,004-0,77 мг/л (при ПДК, равном 5,0 мг/л); превышения содержания цинка в пробах подземных вод по результатам мониторинговых исследований не было обнаружено;

▪ мышьяка < 0,005-0,01 мг/л (при ПДК, равном 0,05 мг/л); превышения содержания мышьяка в пробах подземных вод по результатам геохимических опробований не выявлено;

▪ селен – не превышает 0,002-0,01 мг/л (при ПДК 0,01 мг/л), превышения концентраций селена в пробах подземных вод не обнаружено;

▪ цианиды – менее 0,005 мг/л по результатам опробований из всех скважин.

#### Заключение

По результатам гидрохимического опробования отобранные образцы вод были направлены в аккредитованную химическую лабораторию института, где были получены результаты лабораторных исследований на содержание основных макро- и микрокомпонентов (сокращенный химический анализ) и тяжелых металлов. Результаты лабораторных исследований позволили оценить фактическое состояние поверхностных и подземных вод на исследуемой территории на текущий период.

<sup>4</sup>Смоляр В.А., Бузов Б.В. и др. *Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние): справочник.* – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. – 596 с.

Кроме того, было проведено сравнение результатов геохимического опробования с результатами ранее проведенных мониторинговых исследований. На основании выполненных работ требуется создание дополнительных створов наблюдательных скважин по направлению движения подземных вод от дренажного канала до оз. Балхаш. Для уточнения фактического распространения загрязняющих

веществ необходим мониторинг донных отложений в прибрежной части оз. Балхаш. Для обеспечения водопритока в ствол скважин и ведения качественного мониторинга подземных вод на объекте необходимо произвести чистку фильтровой части ранее пробуренных мониторинговых скважин. Анализ и обобщение материалов ранее выполненных работ, а также обработка данных рекогносцировочного

обследования и результатов химико-аналитических работ позволили определить, что, если не произойдет изменения гидрогеологических условий в течение 10 лет, то загрязняющие вещества из хвостохранилища попадут в оз. Балхаш. Сооружения дренажных скважин в районе пруда-накопителя не требуется, поскольку ореол загрязнения не достигнет оз. Балхаш в течение прогнозного периода.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Tilekova Zh.T., Oshakbaev M.T., Khaustov A.P. Оценка геоэкологического состояния Прибалхашья. // География и природные ресурсы. – 2016. – С. 79-86 (на английском языке)
2. Mukhamedzhanov M.A., Rakhimov T. A., Rakhmetov I.K., Muratkhanov D.B. Рекомендации по предотвращению, устранению и смягчению негативного воздействия климатических изменений на подземные воды Казахстана. // 20-я Международная междисциплинарная научная геоконференция SGEM. – София (Болгария), 2020. – Т. 20. – Изд. 1.1. – С. 707-714 (на английском языке)
3. Mukhamedzhanov M.A., Rakhimov T.A., Rakhmetov I.K., Muratkhanov D. Проблема обеспечения питьевой водой населения Мангистауской и Западно-Казахстанской областей. // 20-я Международная междисциплинарная научная геоконференция SGEM. – София (Болгария), 2020. – Т. 20. – Изд. 1.1. – С. 693-700 (на английском языке)
4. Mukhamedzhanov M.A., Arystanbaev Ya.U., Kazanbaeva L. M., Nurgazyeva A.A., Rakhmetov I.K. Подземные питьевые воды Казахстана и проблемы их загрязнения. // Международная междисциплинарная научная геоконференция SGEM. – София (Болгария), 2018. – Т. 18. – Изд. 1.2. – С. 743-750 (на английском языке)
5. MacKinnon B.D., Sagin J., Baulch H.M., Lindenschmidt K.-E., Jardine T.D. Влияние гидрологической связности на зимнюю лимнологию в пойменных озерах дельты реки Саскачеван, Саскачеван. // Канадский журнал рыболовства и водных наук. – 2016. – Т. 73. – №1. – С. 140-152 (на английском языке)
6. Yapiyev V., Sagintayev Z., Verhoef A., Kassymbekova A., Baigaliyeva M., Zhumabayev D., Malgazhdar D., Abudanash D., Ongdas N., Jumassultanova S. Изменяющийся круговорот воды: Национальный природный парк «Бурабай», Северный Казахстан. // WIREs Water. – 2017. – Вып. 4. – С. e1227 (на английском языке)
7. Jawadi H.A., Sagin J., Snow D.D. Детальная оценка качества подземных вод в бассейне Кабула, Афганистан, и их пригодности для будущего развития. // Вода. – 2020. – №12(10). – С. 2890 (на английском языке)
8. Issayeva L., Togizov K., Duczmal-Czernikiewicz A., Kurtmangazhina M., Muratkhanov D. Рудоконтролирующие факторы как основа выделения перспективных участков в пределах Сырымбетского редкометального месторождения, Северный Казахстан. // Разработка месторождений полезных ископаемых. – 2022. – Т. 16. – №2. – С. 14-21 (на английском языке)
9. Abid M., Abid Z., Sagin J., Murtaza R., Sarbassov D., Shabbir M. Перспективы плавучей фотоэлектрической технологии и ее внедрение в странах Центральной и Южной Азии. // Международный журнал экологических наук и технологий. – 2019. – Т. 16. – С. 1755-1762 (на английском языке)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Tilekova Zh.T., Oshakbaev M.T., Khaustov A.P. Балқаш өңірінің геоэкологиялық жағдайын бағалау. // География және табиғи ресурстар. – 2016. – Б. 79-86 (ағылшын тілінде)

2. Mukhamedzhanov M.A., Rakhimov T. A., Rakhmetov I.K., Muratkhanov D.B. Қазақстандағы жер асты суларына теріс әсер ететін климаттық өзгерістердің алдын алу, жою және жұмсарту бойынша ұсыныстар. // SGEM 20-шы халықаралық пәнаралық ғылыми геоконференция. – София (Болгария), 2020. – Т. 20. – Басылым 1.1. – Б. 707-714 (ағылшын тілінде)
3. Mukhamedzhanov M.A., Rakhimov T.A., Rakhmetov I.K., Muratkhanov D. Маңғыстау және Батыс Қазақстан облыстарының тұрғындарын ауыз сумен қамтамасыз ету мәселесі. // SGEM 20-шы халықаралық пәнаралық ғылыми геоконференция. – София (Болгария), 2020. – Т. 20. – Басылым 1.1. – Б. 693-700 (ағылшын тілінде)
4. Mukhamedzhanov M.A., Arystanbaev Ya.U., Kazanbaeva L. M., Nurgaziyeva A.A., Rakhmetov I.K. Қазақстанның жер асты ауыз суы және олардың ластану проблемалары. SGEM 18-шы халықаралық пәнаралық ғылыми геоконференция. – София (Болгария), 2018. – Т. 18. – Басылым 1.2. – Б. 743-750 (ағылшын тілінде)
5. MacKinnon B.D., Sagin J., Baulch H.M., Lindenschmidt K.-E., Jardine T.D. Гидрологиялық байланыстың Саскачеван атырауының жайылма көлдеріндегі қысқы лимнологияға әсері, Саскачеван. // Канадалық балық шаруашылығы және су ғылымдары журналы. – 2016. – Т. 73. – №1. – Б. 140-152 (ағылшын тілінде)
6. Yapiyev V., Sagintayev Z., Verhoef A., Kassymbekova A., Baigaliyeva M., Zhumabayev D., Malgazhdar D., Abudanash D., Ongdas N., Jumassultanova S. Су айналымының өзгеруі: Бурабай ұлттық табиғи саябағы, Солтүстік Қазақстан. // WIREs Water. – 2017. – Шығ. 4. – Б. e1227 (ағылшын тілінде)
7. Jawadi H.A., Sagin J., Snow D.D. Кабул бассейніндегі жер асты суларының сапасын егжей-тегжейлі бағалау, Ауғанстан, және болашақта суды игеру үшін жарамдылық. // Су. – 2020. – №12(10). – Б. 2890 (ағылшын тілінде)
8. Issayeva L., Togizov K., Duczmal-Czernikiewicz A., Kurmangazhina M., Muratkhanov D. Сырымбет сирек металдар кен орнында келешегі бар учаскелерді бөліп алудың негізі ретінде руданы бақылау факторлары, Солтүстік Қазақстан. // Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру – 2022. – Т. 16. – №2. – Б. 14-21 (ағылшын тілінде)
9. Abid M., Abid Z., Sagin J., Murtaza R., Sarbassov D., Shabbir M. Қалқымалы фотоэлектрлік технологияның болашағы және оны Орталық және Оңтүстік Азия елдерінде енгізу. Қоршаған ортаны қорғау ғылымы мен технологиясының халықаралық журналы. – 2019. – Т. 16. – Б. 1755-1762 (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. Tilekova Zh.T., Oshakbaev M.T., Khaustov A.P. Assessment of the geoecological state in the Balkhash region. // Geography and natural resources. – 2016. – P. 79-86 (in English)
2. Mukhamedzhanov M.A., Rakhimov T. A., Rakhmetov I.K., Muratkhanov D.B. Recommendations for prevention, elimination and mitigation of the negative impact of climate change on groundwater in Kazakhstan. // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – Sofia (Bulgaria), 2020. – Vol. 20. – Issue. 1.1. – P. 707-714 (in English)
3. Mukhamedzhanov M.A., Rakhimov T.A., Rakhmetov I.K., Muratkhanov D. Problem of drinking water supply to population of mangistau and west-kazakhstan regions. // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – Sofia (Bulgaria), 2020. – Vol. 20. – Issue. 1.1. – P. 693-700 (in English)
4. Mukhamedzhanov M.A., Arystanbaev Ya.U., Kazanbaeva L. M., Nurgaziyeva A.A., Rakhmetov I.K. Underground drinking water of Kazakhstan and problems of their contamination. // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – Sofia (Bulgaria), 2018. – Vol. 18. – Issue. 1.2. – P. 743-750 (in English)
5. MacKinnon B.D., Sagin J., Baulch H.M., Lindenschmidt K.-E., Jardine T.D. Influence of hydrological connectivity on winter limnology in floodplain lakes of the Saskatchewan River Delta, Saskatchewan. // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2016. – Vol. 73. – №1. – P. 140-152 (in English)
6. Yapiyev V., Sagintayev Z., Verhoef A., Kassymbekova A., Baigaliyeva M., Zhumabayev D., Malgazhdar D., Abudanash D., Ongdas N., Jumassultanova S. The changing water cycle: Burabay National Nature Park, Northern Kazakhstan. // WIREs Water. – 2017. – Vol. 4. – P. e1227 (in English)

7. *Jawadi H.A., Sagin J., Snow D.D. Detailed Assessment of Groundwater Quality in the Kabul Basin, Afghanistan, and Suitability for Future Development. // Water. – 2020. – №12(10). – P. 2890. (in English)*
8. *Issayeva L., Togizov K., Duczmal-Czernikiewicz A., Kurmangazhina M., Muratkhanov D. Ore-controlling factors as the basis for singling out the prospective areas within the Syrymbet rare-metal deposit, Northern Kazakhstan. // Mining of Mineral Deposits – 2022. – Vol. 16. – Issue 2. – P. 14-21 (in English)*
9. *Abid M., Abid Z., Sagin J., Murtaza R., Sarbassov D., Shabbir M. Prospects of floating photovoltaic technology and its implementation in Central and South Asian Countries. // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2019. – Vol. 16. – P. 1755-1762 (in English)*

**Сведения об авторах:**

**Муратханов Д.Б.**, PhD докторант кафедры гидрогеологии, инженерной и нефтегазовой геологии Satbayev University (г. Алматы, Казахстан); младший научный сотрудник лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии Товарищества с ограниченной ответственностью «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина» (г. Алматы, Казахстан), *d.muratkhanov@satbayev.university*; <https://orcid.org/0000-0003-4825-7692>

**Рахметов И.К.**, младший научный сотрудник лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии Товарищества с ограниченной ответственностью «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина» (г. Алматы, Казахстан), *issa-92@mail.ru*; <https://orcid.org/0000-0002-6269-7734>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Мұратханов Д.Б.**, Satbayev University гидрогеология, инженерлік және мұнайгаз геология кафедрасының PhD докторанты (Алматы қ., Қазақстан); «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің өңірлік, гидрогеология және геоэкология зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

**Рахметов И.К.**, «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің өңірлік, аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

**Muratkhanov D.B.**, PhD Student at the Department of Hydrogeology, Engineering and Petroleum Geology of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan); Junior Researcher at the Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology of the Limited Liability Partnerships «Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin» (Almaty, Kazakhstan)

**Rakhmetov I.K.**, Junior Researcher at the Laboratory of Regional hydrogeology and geoecology of the Limited Liability Partnerships «Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin» (Almaty, Kazakhstan)

*Работа выполнена в рамках программы «Тепло-энергетический, минерально-сырьевой и лечебно-оздоровительный потенциал термоминеральных и промышленных подземных вод Казахстана. Оценка состояния и тенденций изменения гидрогеохимических показателей подземных вод под влиянием природно-климатических изменений и антропогенных нагрузок» (Грант № BR10262555).*

*Мы высоко отмечаем поддержку Комитета геологии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.*