

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2024-3-153-159>

УДК 502.51:502.3: 550.42 (574.41)

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ИХ КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ (с. Бескарагай, область Абай)

А. М. Надеева, А. С. Мамырбаева*, А. К. Айдарханова, Н. В. Ларионова, А. О. Айдарханов, Б. Е. Маден

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

* E-mail для контактов: matyrbayeva@nnc.kz

В работе представлены результаты исследования водных ресурсов села Бескарагай области Абай. В результате проведенных работ получены результаты макро-, микро-компонентных и изотопного составов вод, общих химических показателей. Установлено, что изотопный состав вод (^2H и ^{18}O) изменяется в широком диапазоне, и характеризуется постоянным «легким» изотопным составом подземных вод. Исследуемые образцы вод по степени минерализации классифицируются как пресные и слабосолоноватые. По уровню кислотности – нейтральные и слабощелочные. По степени жесткости – мягкие, средней жесткости и жесткие. По ионному составу преобладают воды гидрокарбонатно – сульфатно – хлоридной и натриево – магниевые – кальциевой группы.

Ключевые слова: стабильные изотопы (^2H и ^{18}O), изотопная гидрология, атмосферные осадки, подземная вода, поверхностная вода.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Казахстан расположена в Центральной Азии и несмотря на запасы полезных ископаемых относится к числу наименее водообеспеченных стран. В результате природной скудности поверхностных вод, количественного и качественного их истощения под влиянием хозяйственной деятельности и происходящих климатических изменений наличные водные ресурсы уже сейчас не удовлетворяют растущие потребности и стали одним из главных факторов, лимитирующих развитие экономики страны, рост благосостояния населения [1–2].

Основные стратегические запасы водных ресурсов страны сконцентрированы в поверхностных и подземных источниках. В целом, распределение водных ресурсов по регионам страны неравномерно. Подземные воды имеют ряд преимуществ перед поверхностными водами, обусловленных лучшей защищенностью их от загрязнения, стабильностью ресурсов и качества во времени, возможностью расположения водозаборов вблизи потребителей и получения воды при меньших затратах [3].

К одному из обеспеченных регионов, где сосредоточено более 40% всех водных запасов Казахстана, относится Восточный регион. Здесь протекает более 800 рек, общая протяженность которых составляет свыше 10 000 км. Главными водными артериями региона является река Иртыш и ее крупные притоки – реки Уба, Ульба, Бухтарма, Курчум, Чар, Кызылсу. На реки Иртыш расположены крупные водохранилища: Усть-Каменогорское (1952 г.), Бухтарминское (1960 г.) и Шульбинское (1976 г.), созданные в результате сооружения гидроэлектростанций. Насчитывается около 2 000 озер площадью от 1 га до 528 кв. км [4–5].

По запасам подземных вод Восточный регион Казахстана входит в тройку, где около 50% ресурсов со-

средоточено на юге страны, 30% — в центральном, северном и восточном, и менее 20% — на западе. Разведанные запасы подземных вод формируются за счет восполняемых естественных ресурсов (атмосферные осадки, речной сток и др.) [6].

Для изучения качества водных ресурсов, имеющих важное стратегическое значение, выбраны подземные воды Ишим-Иртышского района, залегающие в области расположения населенного пункта п. Бескарагай. Согласно данным гидрогеологического районирования, Ишим-Иртышский район на территории Восточного региона Казахстана представляет собой часть крупного краевого артезианского бассейна, приуроченного к узкому прогибу палеозойского складчатого фундамента. В пределах данного региона расположена часть этих вод, основная же его площадь занимает территорию Северного Казахстана и юга Западной Сибири. На юге граничит с Центрально-Казахстанским, а на востоке и северо-востоке с Алтайскими гидрогеологическими районами [7].

Одним из основных методов получения информации о происхождении и механизмах образования различных видов вод (подземных и поверхностных) в настоящее время является изотопная гидрология. Так, многочисленными работами во многих регионах мира показано, что задача изучения различных загрязненных водных объектов может быть решена с помощью определения отношения стабильных изотопов ^2H и ^{18}O в исследуемой воде [8–11]. Стабильные изотопы ^{18}O и ^2H представляют собой почти идеальные индикаторы, которые применяются в гидрологии [12–13].

В рамках проведения рекогносцировочного обследования и для получения данных для дальнейшей оценки влияния атмосферных осадков на качество и количество водных ресурсов были проведены работы по определению макро-, микро-компонентных и изо-

топного составов вод, общих химических показателей поверхностных и подземных вод, а также изотопного состава атмосферных осадков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве водных ресурсов выбрано: 4 поверхностных водоема, 4 скважины с придомовых участков, 2 скважины централизованного водоснабжения, река Иртыш. Отбор проб поверхностных и подземных вод с исследуемых объектов проводился 1 раз в месяц с декабря по май. Отбор атмосферных осадков проводился событийно.

Водоемы представлены отдельными озерами, наличие визуально определяемых притоков и оттоков не обнаружено. Озера представляют собой неглубокие блюдцеобразные впадины и имеют неглубокие котловины с невысокими берегами. Относятся они к малым озерам, ширина и длина озер варьируется в интервалах от 360 до 1 500 м. Глубина озер не превышает 0,7 м. В обследование в качестве поверхностных водоемов также включен участок реки Иртыш, являющийся главной водной артерией региона.

Отбор подземных вод на данный момент проведен со скважин придомовых участков, расположенных на территориях вблизи озер и колодцев центрального водоснабжения. Вода в скважинах с придомовых территорий относится к поровым водам неглубокого залегания – до 5 м. Места расположения объектов показаны на рисунке 1.

Отбор проб атмосферных выпадений (снег, дождь) осуществлялся согласно разработанной ранее методологии и рекомендациям Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) посредством пробоотборника RAIN SAMPLER 1C (RS-1C) [14–15]. Данная модель пробоотборника предназначена для отбора проб дождя и твердых осадков.

Лабораторные работы по определению химического состава воды: органолептических показателей (мутности, цветности, прозрачности), водородного показателя, минерализации, общей жесткости, макроэлементов ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$), микроэлементов (Li, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Ag, Ba, Pb, Bi, Th, U) проводились в соответствии с нормативной документацией на методы выполнения подготовки и анализа [16–18].

Для определения изотопного состава воды применялся метод изотопной гидрологии, который основан на определении соотношений стабильных изотопов поверхностных и подземных вод ($^1\text{H}/^2\text{H}$; $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$). Измерения стабильных изотопов проводились на высокочувствительном лазерном спектрометре LGR 912-0008. В качестве внутренних стандартов использовались пробы воды, откалиброванные относительно Международного стандарта VSMOW (МАГАТЭ). Точность измерения ^2H и ^{18}O составила $\pm 1\%$ и $0,5\%$, соответственно [19].

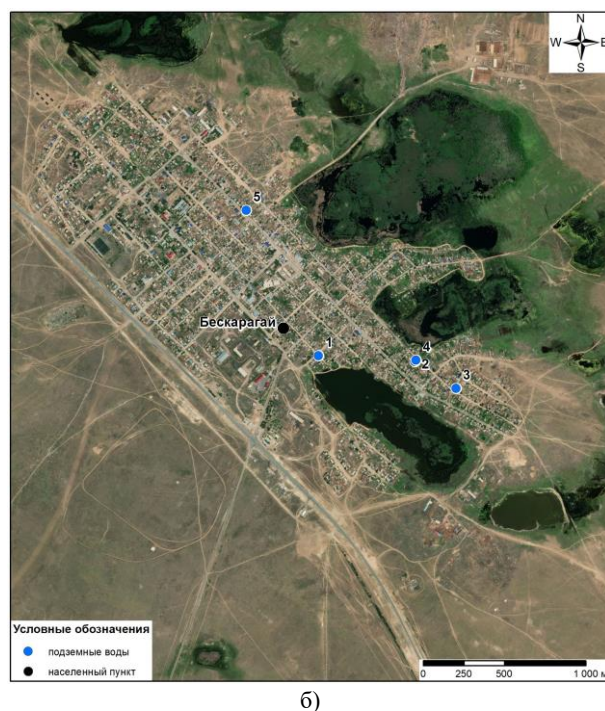
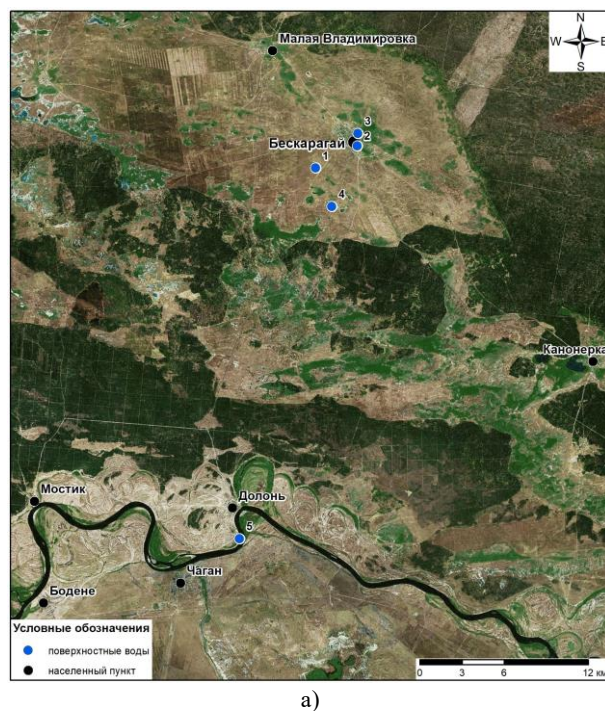


Рисунок 1. Точки отбора проб воды: поверхностной (а); подземной (б)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика вод по химическому составу проводилась в соответствии с нормативными документами, принятыми в Республике Казахстан [20–21]. Так, по результатам общего химического анализа следует, что исследуемые воды по степени минерализации классифицируются как пресные и слабосолоноватые. По уровню pH 40% вод являются нейтральными и 60% – слабощелочными. По степени жесткости 40%

вод являются мягкими, 30% – средней жесткости, и 30% – жесткими.

По анионному составу поверхностные воды зимнего и весеннего периодов особых различий не имеют. Исследуемые воды гидрокарбонатно-сульфатные, исключением являются воды оз. Даманское, где содержание хлоридов превышает установленные нормативы (350 мг/дм³). По катионному составу воды всех исследуемых объектов являются натриево-магниевыми (рисунок 2).

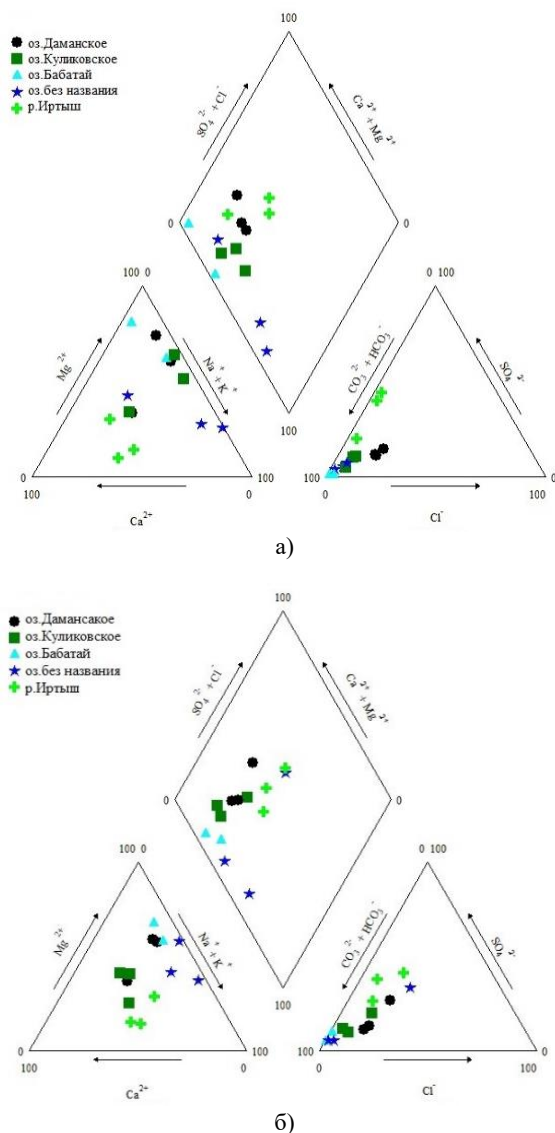


Рисунок 2. Результаты химического анализа поверхностных вод: в зимнее время (а) и в весеннее время (б)

Результаты химического анализа подземных вод как по анионному, так и по катионному составу аналогично поверхностным водам особых различий не имеют. По анионному составу исследуемые воды являются гидрокарбонатными, по катионному составу

являются магниевыми-натриевыми-кальциевыми (рисунок 3).

Проведен масс-спектрометрический анализ воды, по определению основных 22 микроэлементов (Li, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Ni и др.), которые относятся ко II–III классу опасности по своей биологической роли (таблицы 1, 2).

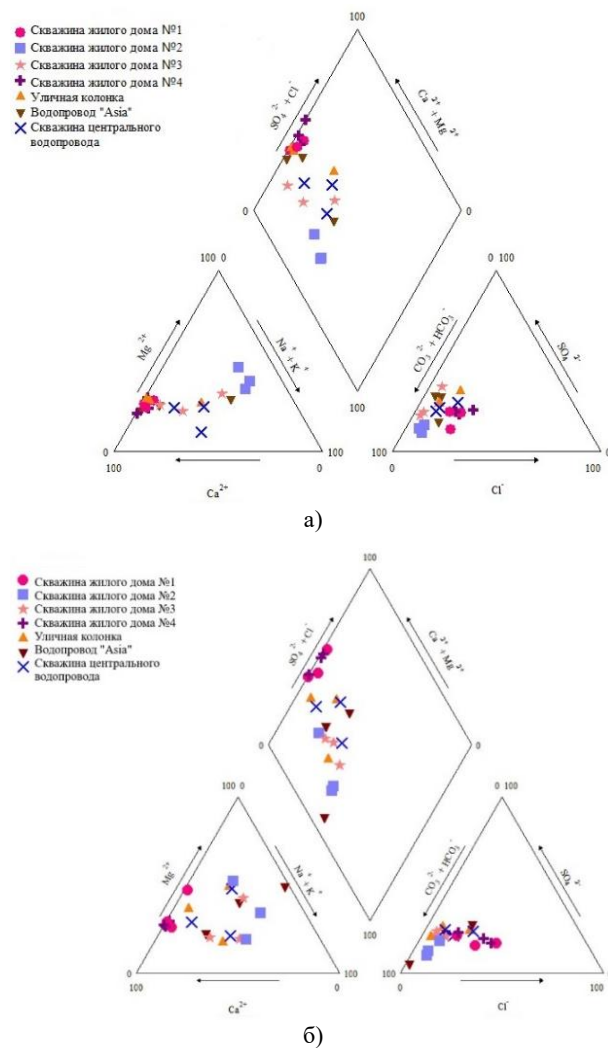


Рисунок 3. Результаты химического анализа подземных вод: в зимнее время (а) и в весеннее время (б)

Согласно анализу полученных результатов, обнаружено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) химических элементов, относящихся ко II–III классу опасности: Li – 5,3 ПДК, Ba – 4 ПДК, Ag – 2,5 ПДК, V – 2,4 ПДК, Mn – 1,1 ПДК. Концентрация Th в исследуемых образцах воды незначительна и характеризуется небольшими пределами колебаний. Содержание U в исследуемых образцах изменчиво и наблюдается превышение его концентрации (1,16 ПДК) [22].

**РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ
НА ИХ КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ (с. Бескарагай, область Абай)**

Таблица 1. Элементный состав поверхностных и подземных вод по II классу опасности, мкг/л

Точка отбора	Li	Na	Al	As	Rb	Sr	Ag	Ba	Pb	Bi
оз. Даманское	110–190 (n=4)	11000–910000 (n=5)	23–2910 (n=4)	15–36 (n=4)	3,7–36 (n=5)	175–2400 (n=5)	110 (n=1)	40–150 (n=5)	0,5–1,3 (n=2)	<п.о.
оз. Куликовское	20–270 (n=4)	16500–660000 (n=5)	36–430 (n=3)	12–27 (n=2)	2,4–46 (n=5)	240–2000 (n=4)	0,37 (n=1)	31–150 (n=5)	2,7–8,0 (n=2)	430 (n=1)
оз. Бабатай	53–80 (n=3)	48000–260000 (n=3)	41–68 (n=2)	5,1–5,7 (n=2)	4,5–6,3 (n=3)	1500–4400 (n=3)	1,5 (n=1)	47–110 (n=3)	2,1–2,5 (n=2)	5,2 (n=1)
оз. без названия	9–190 (n=4)	12900–200000 (n=4)	78–540 (n=3)	1,5–28 (n=3)	1,3–14 (n=4)	96–430 (n=5)	<п.о.	8,3–42 (n=4)	0,5–2,4 (n=4)	<п.о.
р. Иртыш	<п.о.	1900–18100 (n=5)	96–360 (n=3)	<п.о.	1,1–1,2 (n=2)	120–260 (n=5)	1,2 (n=1)	9–24 (n=5)	0,88 (n=1)	1,1 (n=1)
скважина жилого дома №1	3,1–6,1 (n=3)	34000–48000 (n=5)	17–24 (n=2)	1,4–1,9 (n=2)	0,4 (n=1)	720–970 (n=5)	8,4 (n=1)	140–195 (n=5)	0,54–1,0 (n=2)	2,8 (n=1)
скважина жилого дома №2	32–160 (n=5)	45000–199000 (n=5)	26–51 (n=2)	<п.о.	2,2–3,7 (n=4)	430–1200 (n=5)	<п.о.	130–420 (n=5)	0,65 (n=1)	<п.о.
скважина жилого дома №3	<п.о.	2800–12800 (n=4)	43–430 (n=3)	<п.о.	0,4 (n=1)	160–330 (n=4)	<п.о.	29–58 (n=4)	0,76 (n=1)	<п.о.
скважина жилого дома №4	7–14 (n=2)	13000–55000 (n=4)	19–85 (n=3)	<п.о.	0,53 (n=1)	560–1200 (n=4)	0,2 (n=1)	55–130 (n=4)	1,1 (n=1)	<п.о.
уличная колонка	2,7 (n=1)	4900–11000 (n=5)	29–32 (n=2)	1,6 (n=1)	0,6–1,0 (n=2)	140–560 (n=5)	0,8–75 (n=2)	16–68 (n=5)	1,0 (n=1)	<п.о.
водопровод «Asia»	1,2–160 (n=4)	3800–199000 (n=5)	44–51 (n=2)	2,2 (n=2)	2,3–3,7 (n=2)	350–1200 (n=5)	1,0 (n=1)	39–380 (n=5)	0,47–2,0 (n=3)	<п.о.
скважина центрального водопровода	2,8 (n=1)	5900–25000 (n=4)	26–41 (n=3)	1,9 (n=1)	0,3 (n=1)	290–560 (n=4)	<п.о.	35–64 (n=4)	5,6 (n=1)	1,7 (n=1)
ПДК	30	200000	500	50	100	7000	30	100	30	100

Примечание: * n – количество проведенных анализов

Таблица 2. Элементный состав поверхностных и подземных вод по III классу опасности, мкг/л

Точка отбора	Zn	Cr	V	Ni	Cu	Mn	Fe
оз. Даманское	15–150 (n=5)*	<п.о.	<п.о.	12–18 (n=2)	5,5 (n=1)	16–400 (n=5)	210–1800 (n=2)
оз. Куликовское	8–110 (n=5)	6–6,4 (n=2)	<п.о.	14 (n=1)	12 (n=1)	19–330 (n=5)	140–280 (n=4)
оз. Бабатай	19–95 (n=3)	4,8–6 (n=2)	<п.о. о.	15 (n=1)	6,3 (n=1)	56–210 (n=2)	150–170 (n=2)
оз. Без названия	24–38 (n=4)	13 (n=1)	19–20 (n=2)	20–21 (n=2)	7,7 (n=1)	10–320 (n=4)	300–350 (n=3)
р. Иртыш	20–88 (n=5)	<п.о.	<п.о.	21 (n=1)	<п.о.	260–330 (n=2)	210–410 (n=3)
скважина жилого дома №1	17–67 (n=5)	<п.о.	82 (n=1)	11–22 (n=2)	<п.о.	270–340 (n=2)	<п.о.
скважина жилого дома №2	14–57 (n=5)	<п.о.	240 (n=1)	19–21 (n=2)	5,6–6,0 (n=2)	46–550 (n=5)	145 (n=1)
скважина жилого дома №3	23–37 (n=3)	<п.о.	47 (n=1)	22 (n=1)	<п.о.	310–340 (n=2)	<п.о.
скважина жилого дома №4	19–140 (n=4)	<п.о.	99 (n=1)	11–22 (n=3)	<п.о.	110–470 (n=4)	<п.о.
уличная колонка	22–96 (n=4)	<п.о.	<п.о.	11–17 (n=2)	<п.о.	240–260 (n=2)	92–100 (n=2)
водопровод «Asia»	18–90 (n=5)	<п.о.	240 (n=1)	19 (n=1)	<п.о.	14–550 (n=4)	145–180 (n=2)
скважина центрального водопровода	23–140 (n=4)	<п.о.	<п.о.	9,1–20 (n=2)	12 (n=1)	210–340 (n=2)	<п.о.
ПДК	5000	50	100	100	1000	500	1000

Примечание: * n – количество проведенных анализов

В результате проведения лабораторных испытаний получены значения распределения стабильных изотопов в поверхностных и подземных водах на исследуемой территории (в зимний и весенний периоды). Согласно полученным данным изотопный состав поверхностных вод изменяется в диапазоне по ^{18}O от $-6,59\text{‰}$ до $-16,2\text{‰}$, а по ^2H от $-63,3\text{‰}$ до $-127,2\text{‰}$, подземных по ^{18}O от $-8,7\text{‰}$ до $-16,5\text{‰}$, а по ^2H от $-83,5\text{‰}$ до $-122,99\text{‰}$ (рисунок 3, а).

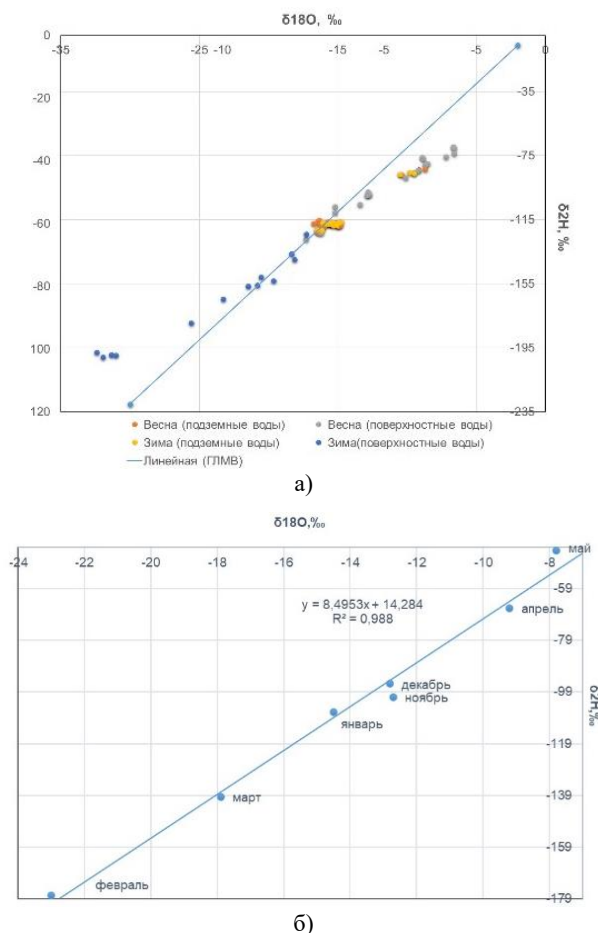


Рисунок 4. Результаты изотопного анализа: поверхностных и подземных вод (а) и атмосферных осадков (б)

Из полученных данных следует, что подземные воды подвержены сезонному изменению, утяжеляются в зимнее время и облегчаются в весенний период. Изотопный состав подземных вод стабилен и не изменяется, за исключением изотопного состава в точке 2 возле придомового участка, изотопный состав которого в зимнее время имеет облегченный состав.

На основании результатов событийного отбора проб атмосферных осадков исследуемого региона построена первичная локальная линия метеорных вод (рисунок 4, б), из которой следует, что изотопный состав атмосферных осадков в рамках временного периода изменяется в диапазоне по ^{18}O от $-7,8\text{‰}$ до $-17,9\text{‰}$, а по ^2H от $-44,3\text{‰}$ до $-177,8\text{‰}$.

Выводы

В результате проведенного исследования получены данные, которые показывают, что химические показатели, макро-, микро-компонентного и изотопного состава воды села Бескарагай области Абай в период зимнего и весеннего сезона изменяются в широком интервале значений. Получены первичные данные изотопного состава атмосферных осадков для построения локальной линии метеорных вод и определены изотопные составы поверхностных и подземных вод исследуемой территории. По макро-компонентному составу имеется превышение содержания элементов, относящихся ко II и III классу опасности.

Полученные данные будут являться основой для проведения дальнейших исследований, направленных на изучение качественного и количественного состава водных ресурсов.

Данные исследования выполнены в рамках программно-целевого финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан BR21881915 «Применение ядерных, сейсмических и инфразвуковых методов для оценки климатических изменений и смягчения последствий изменения климата».

ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: В 21-м томе: монография. Том VI. Снежно-ледовые ресурсы Казахстана / И.В. Северский, А.Л. Кокарев, Н.В. Пиманкина. – Алматы. – 2012. – 246 с.
2. Веселов, В.В. Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана: (анализ результатов исследований за 1961–2002 г.). – Алматы: НИЦ «Гылым». – 2002. – 438 с.
3. Смоляр, В.А. Комплексное и рациональное использование поверхностных и подземных вод – основа водной безопасности Республики Казахстан / В.А. Смоляр, Д.С. Сапаргалиев, Д.В. Ким // Геология и охрана недр. – 2020. – № 1 (74). – С 59–71.
4. Акпамбетова, К.М. Водно-ресурсный потенциал аридной зоны Казахстана / К.М. Акпамбетова // ЭКСПО-2017: ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО : материалы респ. науч.- практ. конф. – Караганда: Издательство КарГУ. – 2016. – С. 221–225.
5. Батралина, Н.Ж. Состояние водных ресурсов Восточно-Казахстанской области / Батралина Н.Ж. // Гигиена труда и медицинская экология. – 2016. – № 4 (53). – С. 34–40.
6. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество: (ежегод. изд.). – Алматы. – 2018. – С. 90–137.
7. Гидрогеология СССР. Т.37: Восточный Казахстан / отв. ред. Б.Е. Антышко, А.П., Кузнецов, С.В. Левин. – М.: Недра. – 1971. – Т.37. – 308 с.
8. Ферронский, В.И. Изотопы гидросферы Земли / В.И. Ферронский, В.А. Поляков ; Российская акад. наук, Ин-т водных проблем – М.: Научный мир. – 2009. – 632 с.
9. Weston, Jr. R.E. Hydrogen isotope fractionation between ice and water // Geochimica et Cosmochimica acta. –

1955. – Vol. 8, Iss. 5 – P. 281–284. –
[https://doi.org/10.1016/0016-7037\(55\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0016-7037(55)90002-8)
10. Фор, Г. Основы изотопной геологии // Г. Фор; пер. с англ. И. М. Горохова, Ю. А. Шуколюкова. – М.: Мир. – 1989. – 589 с.
11. Васильчук, Ю.К. Основы изотопной геоэкологии и гляциологии : учебник / Ю.К. Васильчук, В.М. Котляков – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 2000. – 616 с.
12. Bowen, G. J. Interpolating the isotopic composition of modern meteoric precipitation / G. J. Bowen, J. Revelle // *Water Resour. Res.* – 2003. – Vol. 39. – 13 p. <https://doi.org/10.1029/2003WR002086>
13. Hughes C. E. Spatial and temporal variation in precipitation isotopes in the Sydney Basin, Australia / Hughes, C. E., Crawford J. // *J. Hydrol.* – 2013. – Vol. 489. – P. 42–55. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.02.036>
14. IAEA, Global network of isotopes in precipitation // Vienna Global Network of Isotopes in Precipitation. – Vienna: IAEA. – 2014.
15. РИ «Методические рекомендации по отбору проб твердых и жидких атмосферных выпадений», РГП на ПХВ НЯЦ РК филиал ИРБЭ, г. Курчатова. – 7 с.
16. ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности. – Москва – 2019. – 24 с.
17. ГОСТ 26449.0-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Общие требования к методам химического анализа при опреснении соленых вод. – Москва. – 1987 г. – 56 с.
18. ГОСТ ISO 17294-2-2019 Межгосударственный стандарт. Качество воды. Применение масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Ч. 2 : Определение некоторых элементов, включая изотопы урана. – Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 2019. – 27 с.
19. Изотопный анализатор Модель LGR 912-0008: Руководство пользователя. Документ № 912-U008 Переработанное и исправленное издание 01. Дата выпуска 9/12/2014.
20. Приказ Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 24 ноября 2022 года № ҚР ДСМ-138 «Об утверждении Гигиенических нормативов показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 ноября 2022 года № 30713).
21. Приказ Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26 «Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоснабжению, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 20 февраля 2023 года № 31934).
22. Guidelines for drinking water quality: Recommendations / incorporating first addendum, Third Edition. – World Health Organization. – Switzerland. – 2011. – Vol. 1. – 541 p.
23. Veselov, V.V. *Gidrogeologicheskoe rayonirovanie i regional'naya otsenka resursov podzemnykh vod Kazakhstana: (analiz rezul'tatov issledovaniy za 1961–2002 g.).* – Almaty: NITs «Gylm». – 2002. – 438 p.
24. Smolyar, V.A. *Kompleksnoe i ratsional'noe ispol'zovanie poverkhnostnykh i podzemnykh vod – osnova vodnoy bezopasnosti Respubliki Kazakhstan* / V.A. Smolyar, D.S. Sapargaliev, D.V. Kim // *Geologiya i okhrana neдр.* – 2020. – No. 1 (74). – P. 59–71.
25. Akpambetova, K.M. *Vodno-resursnyy potentsial aridnoy zony Kazakhstana* / K.M. Akpambetova // *EKSPLO-2017: TEKhnOLOGII BUDUShchEGO : materialy resp. nauch. – prakt. konf.* – Karaganda: Izdatel'stvo KarGU. – 2016. – P. 221–225.
26. Batralina, N.Zh. *Sostoyanie vodnykh resursov Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti* / Batralina N.Zh. // *Gigiena truda i meditsinskaya ekologiya.* – 2016. – No. 4 (53). – P. 34–40.
27. Gosudarstvennyy vodnyy kadastr. *Resursy poverkhnostnykh i podzemnykh vod, ikh ispol'zovanie i kachestvo: (ezhegod. izd.).* – Almaty. – 2018. – P. 90–137.
28. *Gidrogeologiya SSSR. T.37: Vostochnyy Kazakhstan* / otv. red. B.E. Antypko, A.P., Kuznetsov, S.V. Levin. – Moscow: Nedra. – 1971. – Vol. 37. – 308 p.
29. Ferronskiy, V.I. *Izotopy gidrosfery Zemli* / V.I. Ferronskiy, V.A. Polyakov ; Rossiyskaya akad. nauk, In-t vodnykh problem – Moscow: Nauchnyy mir. – 2009. – 632 p.
30. Weston, Jr. R.E. Hydrogen isotope fractionation between ice and water // *Geochimica et Cosmochimica acta.* – 1955. – Vol. 8, Iss. 5 – P. 281–284. – [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(55\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0016-7037(55)90002-8)
31. For, G. *Osnovy izotopnoy geologii* // G. For; per. s angl. I. M. Gorokhova, Yu. A. Shukolyukova. – Moscow: Mir. – 1989. – 589 p.
32. Vasil'chuk, Yu.K. *Osnovy izotopnoy geokriologii i glyatsiologii : uchebnik* / Yu.K. Vasil'chuk, V.M. Kotlyakov – Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta. – 2000. – 616 p.
33. Bowen, G. J. Interpolating the isotopic composition of modern meteoric precipitation / G. J. Bowen, J. Revelle // *Water Resour. Res.* – 2003. – Vol. 39. – 13 p. <https://doi.org/10.1029/2003WR002086>
34. Hughes C. E. Spatial and temporal variation in precipitation isotopes in the Sydney Basin, Australia / Hughes, C. E., Crawford J. // *J. Hydrol.* – 2013. – Vol. 489. – P. 42–55. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.02.036>
35. IAEA, Global network of isotopes in precipitation // Vienna Global Network of Isotopes in Precipitation. – Vienna: IAEA. – 2014.
36. РИ «Metodicheskie rekomendatsii po otboru prob tverdykh i zhidkikh atmosferykh vypadeniy», RGP na PKhV NYaTs RK filial IRBE, g. Kurchatov. – 7 p.
37. GOST R 57164-2016. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya zapakha, vkusa i mutnosti. – Moscow. – 2019. – 24 p.
38. GOST 26449.0-85. Ustanovki distillyatsionnye opresnitel'nye statsionarnye. Obshchie trebovaniya k metodam khimicheskogo analiza pri opresnenii solenikh vod. – Moscow. – 1987. – 56 p.
39. GOST ISO 17294-2-2019 Mezhhgosudarstvennyy standart. Kachestvo vody. Primenenie mass-spektrometrii s induktivno-svyazannoy plazmoy. Ch. 2 : Opredelenie nekotorykh elementov, vklyuchaya izotopy urana. – Minsk: Evraziyskiy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. – 2019. – 27 p.

REFERENCES

1. *Vodnye resursy Kazakhstana: otsenka, prognoz, upravleniye: V 21-m tome: monografiya.* Tom VI. Snezhnoledovye resursy Kazakhstana / I.V. Severskiy, A.L. Kokarev, N.V. Pimankina. – Almaty. – 2012. – 246 p.

19. Izotopnyy analizator Model' LGR 912-0008: Rukovodstvo pol'zovatelya. Dokument No. 912-U008 Pererabotannoe i ispravlennoe izdanie 01. Data vypuska 9/12/2014.
20. Prikaz Ministra zdavookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 24 noyabrya 2022 goda No. KR DSM-138 «Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov pokazateley bezopasnosti khozyaystvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya» (zaregistrirovann v Ministerstve yustitsii Respubliki Kazakhstan 25 noyabrya 2022 goda No. 30713).
21. Prikaz Ministra zdavookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 20 fevralya 2023 goda No. 26 «Ob utverzhdenii Sanitarnykh pravil «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabора dlya khozyaystvenno-pit'evykh tseley, khozyaystvenno-pit'evomu vodosnabzheniyu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya i bezopasnosti vodnykh ob'ektov» (zaregistrirovann v Ministerstve yustitsii Respubliki Kazakhstan 20 fevralya 2023 goda No. 31934).
22. Guidelines for drinking water quality: Recommendations / incorporating first addendum, Third Edition. – World Health Organization. – Switzerland. – 2011. – Vol. 1. – 541 p.

АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ОЛАРДЫҢ САПАЛЫҚ ЖӘНЕ МӨЛШЕРЛІК ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ ҮШІН СУ РЕСУРСТАРЫН БАРЛАП ЗЕРТТЕУ (Бескарағай ауылы, Абай Облысы)

А. М. Надеева, А. С. Мамырбаева*, А. К. Айдарханова, Н. В. Ларионова, А. О. Айдарханов, Б. Е. Мәден

«ҚР ҰЯО» РМК «Радиациялық қауіпсіздік және экология институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан

** Байланыс үшін E-mail: mamyrbaevaa@nnc.kz*

Жұмыста Абай облысы Бескарағай ауылының су ресурстарын зерттеу нәтижелері ұсынылған. Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде сулардың макро-, микро-құрауыштары және изотоптық құрамдарының, жалпы химиялық көрсеткіштерінің нәтижелері алынды. Судың изотоптық құрамы (^2H және ^{18}O) кең ауқымда өзгеретіні және жерасты суларының тұрақты «жеңіл» изотоптық құрамымен сипатталатыны анықталды. Зерттелетін су үлгілері минералдану дәрежесі бойынша тұщы және сәл тұзды болып жіктеледі. Қышқылдық деңгейі бойынша-бейтарап және сәл сілтілі. Кермектік дәрежесі бойынша-жұмсақ, орташа кермекті және кермек су. Иондық құрамы бойынша гидрокарбонатты – сульфатты – хлоридті және натрийлі – магнийлі – кальцийлі топтың сулары басым.

Түйін сөздер: тұрақты изотоптар (^2H және ^{18}O), изотоптық гидрология, атмосфералық жауын-шашын, жерасты суы, жерүсті суы.

RECONNAISSANCE SURVEY OF WATER RESOURCES TO ASSESS THE IMPACT BY PRECIPITATION ON THEIR QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION (Beskaragai vil., Abai region)

A. M. Nadeyeva, A. S. Mamyrbayeva*, A. K. Aidarkhanova, N. V. Larionova, A. O. Aidarkhanov, B. Ye. Maden

Branch “Institute of Radiation Safety and Ecology” of RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

** E-mail for contacts: mamyrbaevaa@nnc.kz*

The paper presents findings of water resources of Beskaragai village, Abai region. Macro-, micro-component and isotopic compositions of waters, general chemical parameters were obtained. It has been established that the isotopic composition of waters (^2H and ^{18}O) varies widely and is characterized by a constant “light” isotopic composition of groundwater. The studied water samples are classified as fresh and slightly subsaline according to the degree of mineralization. By the acidity level – neutral and slightly alkaline. According to the degree of hardness – soft, medium hard and hard. The ion composition of waters of the hydrocarbonate – sulfate – chloride and sodium – magnesium – calcium group is dominant.

Keywords: stable isotopes (^2H and ^{18}O), isotope hydrology, atmospheric precipitation, ground water, surface water.