

Геохимия подземных вод Зилаирского бассейна Уральской гидрогеологической складчатой области (Южный Урал)

© 2026. Т. Д. Шабутдинов, м. н. с.,
Р. Ф. Абдрахманов, д. г.-м. н., г. н. с.,
А. О. Полева, к. б. н., с. н. с.,
В. Н. Дурнаева, м. н. с.,

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН),
450077, Россия, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д. 16/2,
e-mail: timurgeolog11@gmail.com

Ресурсы пресных подземных вод в Республике Башкортостан распределены крайне неравномерно. Особенно вододефицитными являются её восточные районы. Оценка геохимии трещинных подземных вод Зилаирского бассейна, относящегося к Уральской гидрогеологической складчатой области Южного Урала, помогает выявить дополнительные источники пресных подземных вод для обеспечения потребностей населения республики. Согласно проведённому химическому анализу, изученные подземные воды этой территории пресные. Минерализация их составляет от 0,04 до 0,9 г/дм³. Общая жёсткость варьирует в пределах 0,2–3,39 ммоль/дм³. Подземные воды относятся к гидрокарбонатно-магниевому и кальциево-магниевому типам, приурочены к породам ультраосновного и основного составов, являются крайне редкими для Южного Урала. Ввиду низкой минерализации (до 1 г/дм³) и высокого содержания магния, необходимого для нормальной работы всего организма человека, они могут быть рекомендованы для использования в качестве столовых минеральных вод.

Ключевые слова: Зилаирский синклиорий, ресурсы пресных подземных вод, ультрамафиты массивов Крака, гидрокарбонатно-магниевые воды.

Geochemistry of the Zilair basin groundwater in the Ural hydrogeological folded region (Southern Urals)

© 2026. T. D. Shabutdinov ORCID: 0009-0004-2346-1835*
R. F. Abdrakhmanov ORCID: 0000-0003-2953-9694*
A. O. Poleva ORCID: 0000-0003-2607-9354*
V. N. Durnaeva ORCID: 0000-0003-4228-5641*

Institute of Geology – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
16/2, K. Marx St., Ufa, Russia, 450077,
e-mail: timurgeolog11@gmail.com

Fresh groundwater resources in the Republic of Bashkortostan are distributed extremely unevenly. Its eastern regions are particularly water-deficient. An assessment of the geochemistry of fractured groundwater in the Zilair Basin (the Ural hydrogeological folded region, the Southern Urals), helps to identify additional sources of fresh groundwater to meet the needs of the republic's population. All groundwater in this area is fresh. Their salinity ranges from 0.04 to 0.9 g/dm³. Their total hardness ranges from 0.2 to 3.39 mmol/dm³. Groundwater of the magnesium-bicarbonate and magnesium-calcium-bicarbonate types, associated with ultramafic and mafic rocks, is extremely rare in the Southern Urals. Due to their low mineralization (up to 1 g/dm³) and high magnesium content, which is essential for the normal functioning of the human body, they can be used as table mineral waters.

Keywords: Zilair synclinorium, fresh groundwater resources, ultramafic rocks of the Kraka massifs, magnesium-bicarbonate waters.

Республика Башкортостан характеризуется неравномерным распределением эксплуатационных прогнозных ресурсов пресных подземных вод, которые могут использоваться в хозяйственной деятельности [1]. В связи с ростом населения республики и ухудшением экологической ситуации необходимо искать новые источники пресных подземных вод. Для обеспечения восточной части региона могут использоваться подземные воды Зилаирского бассейна, входящего в состав Уральской сложной гидрогеологической складчатой области. Зилаирский бассейн трещинных вод второго порядка расположен на территории Зилаирского синклинория, выделяемого в строении Центрально-Уральской мегазоны на западном склоне Южного Урала [2].

Территория исследований охватывает северную часть Зилаирского синклинория. Здесь встречаются породы ультраосновного и основного составов, которыми сложены массивы Крака (Северный, Средний, Узьянский и Южный) (рис. 1) [3–5]. Обрамление массивов представлено породами нижнего и среднего палеозоя от нижнего ордовика до нижнего карбона, которые, согласно современным представлениям, формируют два литологически разных разреза. В соответствии с этим в Зилаирском синклинории выделяют две зоны: Западно-Зилаирская с карбонатно-терригенным разрезом, сложенным отложениями набиуллинской (O_2-S_1nb), узьянской (S_1uz), серменевской (S_2sr), бельской ($D_{1-3}bl$) зилаирской (D_3-C_1zl) свит и ибрагимовской (D_3ib) толщи, и Восточно-Зилаирская с терригенно-кремнистым разрезом, представленным отложениями сухолядской ($O_{1-3}sh$), михалкинской ($S_{1-2}mh$), хуторской ($D_{1-2}ht$), ибрагимовской (D_3ib) толщ и зилаирской (D_3-C_1zl) свиты [6–10].

В восточной части Зилаирского синклинория среди осадочных кремнистых и кремнисто-глинистых пород встречаются вулканиты (вариолиты и гиалобазальты) узьянбашской толщи (D_2ub). Петрохимическая характеристика (мас. %): SiO_2 – 45,97–53,06; Na_2O – 1,47–3,95; K_2O – 0,10–1,75; TiO – 0,66–2,26; Fe_2O_3+FeO – 7,64–14,51; MgO – 3,58–15,24; P_2O_5 – 0,07–0,25; CaO – 4,51–12,13. Эффузивы нормального ряда, натриевой серии, умеренно-глиноземистые [6].

Первые упоминания о гидрогеологии Южного Урала, в том числе Зилаирского бассейна трещинных вод, приводятся в обобщающей работе М.О. Клера 1928 г. [12]. В 50–60-х годах XX века гидрогеологическая характе-

ристика территории была дана Д.И. Иткиным, Н.Н. Тостуновой. В 1962–1968 гг. Кагармановской партией, под руководством А.В. Ключихина, проводилась геологическая съёмка масштаба 1:50 000. Геохимия и условия формирования подземных вод Южного Урала рассматривались в работе [2].

Детальное изучение условий формирования гидрокарбонатно-магниевого типа вод, а также оценка их качества для использования в хозяйственной деятельности ранее не проводились.

Целью настоящего исследования является выявление влияния компонентов системы «подземная вода – порода» на формирование химического состава подземных вод Зилаирского бассейна Уральской гидрогеологической складчатой области.

Материалы и методы исследований

Гидрокарбонатно-магниевого типа подземных вод является крайне редким для Южного Урала и, как правило, приурочен к породам ультраосновного и основного составов [2]. В районе исследований такие породы встречаются на территории массивов Крака. Подземные воды изучаемой территории характеризуются низкой минерализацией (до 1 г/дм³) и высоким содержанием магния и кальция. Глубина залегания подземных вод, выходящих на поверхность в виде родников, на участках обнажения известняков нижнего девона, часто образующих отвесные обрывы вдоль р. Белой, достигает 80–100 м, а в пределах площади развития других пород – 50–70 м. Подземные воды на территории распространения ультрамафитов залегают на глубине менее 10–15 м. Они проявляются в краевых частях массивов в виде многочисленных, преимущественно рассредоточенных источников, выходящих из-под обломков серпентинитов [2].

На формирование состава вод существенное влияние оказывают атмосферные осадки. Средняя годовая минерализация атмосферных осадков на территории Южного Урала составляет 20 мг/дм³, в то время как для территории изучения она может достигать до 81,5 мг/дм³. Осадки имеют смешанный состав. Главными анионами являются сульфаты (50,0–59,7 %-моль), гидрокарбонаты (23,5–30,6 %-моль) и хлориды (до 26,5 %-моль). Среди катионов существенную роль играют кальций (37,7–49,9 %-моль), магний (30,8–39,1 %-моль) и натрий (8,1–22,0 %-моль). По классификациям О.А. Алёкина и Е.В. Посо-

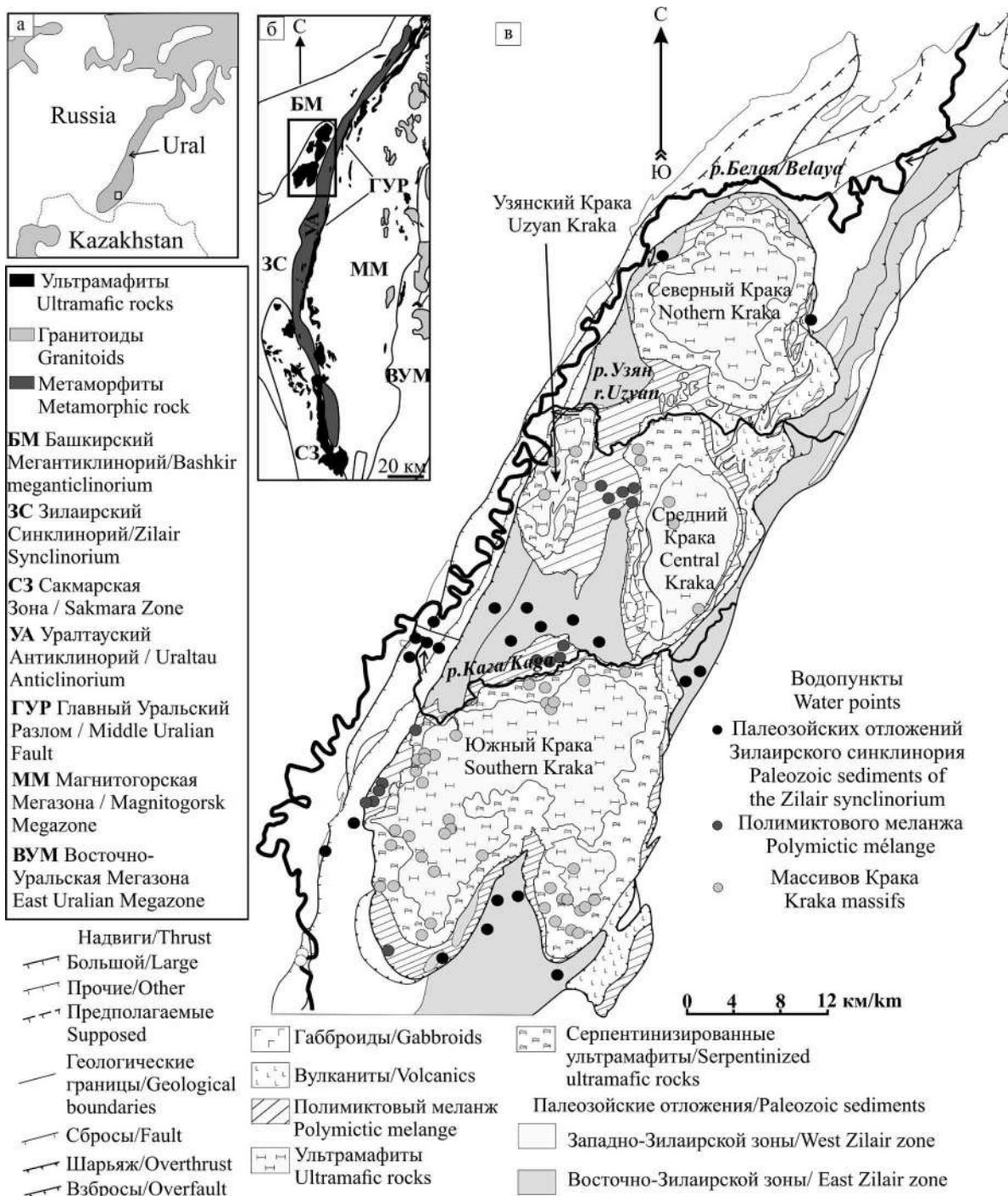


Рис. 1. Местоположение (а, б) и геологическое строение (в) северной части Зилаирского синклиниория [6–8, 11]

Fig. 1. Location (a, б) and geological structure (в) of the Northern Zilair synclinorium [6–8, 11]

хова атмосферные осадки относятся к II типу (сульфатно-натриевому) [2].

Для достижения поставленной цели в ходе полевых работ 2024 г. были отобраны пробы воды из водопунктов северной части Зилаирского синклиниория (рис. 1). Также использовался материал фондовых отчётов. Всего в работе проанализированы данные по 89 водоисточникам. Отбор проб проводился

как из родников и горных выработок (скважин, шурфов, колодцев), так и ручьев (табл. 1), питающихся за счёт источников, выходящих из трещиноватых магматических и осадочных пород территории.

Анализ отобранных проб воды проводился согласно нормативным документам (ГОСТ 31867-2012, ГОСТ 31869-2012, М 01-58-2018, ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97, ПНД

Таблица 1 / Table 1

Пробы воды из водопунктов северной части Зилаирского синклинория
Water samples from water point in the northern part of the Zilair synclinorium

Тип водопункта Type of water point	Количество проб / Quantity of samples		
	Палеозойские отложения Зилаирского синклинория Paleozoic sediments of the Zilair synclinorium (O ₂ -S ₁ nb-D ₃ -C ₁ zl)	Полимиктовый меланж Polymictic melange (mpD ₃ -C ₁ k)	Ультрамафиты массивов Крака Ultramafic rocks of the Kraka massifs
Ручьи / Streams	11	11	31
Родники / Springs	11	6	16
Скважины / Boreholes	1	0	0
Шурфы / Pits	0	1	0
Колодцы / Wells	1	0	0
Общее количество Total quantity	24	18	47

Ф 14.1:2:3:98-97, ПНД Ф 14.1:2:4.167-2000, ПНД Ф 14.1:2:4.261-2010) в испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан», г. Уфа. Полученные результаты пересчитывались из весовой формы (мг/дм³) в мольную (ммоль/дм³) и процент-мольную (%-моль) формы для последующего построения классификационных и корреляционных диаграмм. Классификация вод по анионно-катионному составу и минерализации проводилась согласно работам О.А. Алёкина [13] и Е.В. Посохова [14].

Статистическая обработка данных, а также последующее построение классификационной и корреляционных диаграмм проводились при помощи инструментов Excel.

Результаты и обсуждение

Ввиду сложного геологического строения территории северной части Зилаирского синклинория, представленного ультрамафитами массивов Крака, хаотично перемешанными разновозрастными блоками пород полимиктового меланжа и карбонатно-терригенным и терригенно-кремнистым разрезами отложений нижнего-среднего девона, было решено разделить проанализированные водопункты на три группы (рис. 1, табл. 1).

Первая группа – подземные воды, находящиеся на территории палеозойских отложений Зилаирского синклинория. Эти воды характеризуются гидрокарбонатно-магниево-кальциевым, реже гидрокарбонатно-магниево-кальциевым, гидрокарбонатно-кальциево-магниево-кальциевым и сложным (гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевым, сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниево-суль-

фатно-гидрокарбонатно-магниево-кальциевым и др.) составом (рис. 2а, табл. 2). Минерализация подземных вод территории распространения палеозойских отложений составляет 0,04–0,50 г/дм³, общая жёсткость 0,20–3,1 ммоль/дм³, рН 6,8–8,8. По минерализации эти воды пресные, по общей жёсткости варьируют от очень мягких до жёстких. По водородному показателю воды первой группы относятся к слабокислым, слабощелочным и щелочным.

Ко второй группе отнесли воды ручьев и родников, протекающих по породам полимиктового меланжа. Воды данной группы характеризуются преимущественно гидрокарбонатно-магниево-кальциевым, реже сульфатно-гидрокарбонатно-магниево-натриево-кальциевым, сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевым и пятикомпонентным (сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниево-кальциевым) составом (рис. 2б, табл. 2). Минерализация вод, отнесённых ко второй группе, составляет 0,04–0,47 г/дм³ (пресные), общая жёсткость – 0,45–1,25 ммоль/дм³ (мягкие и очень мягкие), рН – 6,8–8,8 (слабокислые-щелочные воды).

В третью группу вошли воды водопунктов территории массивов Крака. По составу это преимущественно гидрокарбонатно-магниево-кальциевые воды (рис. 2в, табл. 2). Исключения составляют водоисточники, где среди катионов начинают преобладать кальций, натрий. Минерализация вод третьей группы достигает значений 0,06–0,9 г/дм³, общая жёсткость 1,05–3,39 ммоль/дм³, рН 7,0–8,9. По величине минерализации воды этой территории также относятся к пресным. По общей жёсткости воды классифицируются от умеренно жёстких до

Таблица 2 / Table 2

Результаты анализа химического состава воды в водопунктах северной части Зилаирского синклинория / Representative analyzes of water from water points in the Northern Zilair synclinorium

№ п/п / Item No.	Тип водопункта Type of water point	Дата отбора Team date	Минерализация, г/дм ³ Mineralisation, g/dm ³	Общая жёсткость, ммоль/дм ³ Total hardness, mmol/dm ³	pH	Ингредиенты, %-моль Ingredients, mol. %							
						HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Палеозойские отложения Зилаирского синклинория / Paleozoic sediments of the Zilair synclinorium													
1	Родник / Spring	22.10.2024	0,20	1,15	–	94,4	3,7	1,8	0,0	69,4	17,1	12,5	1,0
2	Ручей / Stream		0,50	3,10	–	98,7	0,9	0,4	0,0	7,4	91,5	0,7	0,4
3*	Родник / Spring	1962–1968	0,12	–	7,2	30,0	46,0	24,0	0,0	48,0	18,0	34,0	
4*	Ручей / Stream		0,07	–	7,7	85,0	7,0	8,0	0,0	38,0	47,0	15,0	
Полимиктовый меланж / Polymictic melange													
5*	Ручей / Stream	1962–1968	0,06	–	6,9	54,0	46,0	0,0	0,0	48,0	24,0	28,0	
6*	Родник / Spring		0,33	–	8,8	88,0	1,0	0,0	11,0	10,0	87,0	3,0	
7*	Родник / Spring		0,26	–	8,7	96,0	4,0	0,0	0,0	11,0	84,0	5,0	
8*	Родник / Spring		0,31	–	8,7	90,0	2,0	0,0	8,0	15,0	82,0	3,0	
9*	Ручей / Stream		0,14	–	7,5	88,0	6,0	4,0	2,0	51,0	43,0	6,0	
Ультрамафиты массивов Крака / Ultramafic rocks of the Kraka massifs													
10	Ручей / Stream	29.08.2024	0,40	2,55	8,3	93,6	2,4	4,0	0,0	26,4	66,2	5,3	2,1
11	Ручей / Stream		0,50	3,39	8,3	96,1	1,7	2,2	0,0	24,2	70,1	4,1	1,6
12	Ручей / Stream		0,50	3,30	8,3	94,9	2,2	2,9	0,0	25,6	69,1	4,0	1,3
13*	Родник / Spring	1962–1968	0,35	–	8,9	90,0	2,0	1,0	7,0	9,0	88,0	3,0	
14*	Родник / Spring		0,37	–	8,8	87,0	2,0	1,0	10,0	8,0	86,0	6,0	
15*	Родник / Spring		0,36	–	8,9	89,0	3,0	1,0	7,0	10,0	85,0	5,0	
16*	Родник / Spring		0,33	–	8,8	89,0	1,0	0,0	10,0	6,0	90,0	4,0	
17*	Родник / Spring		0,40	–	8,7	89,0	1,0	0,0	10,0	8,0	87,0	5,0	
18*	Родник / Spring		0,42	–	8,7	89,0	1,0	2,0	8,0	9,0	84,0	7,0	
19*	Родник / Spring		0,39	–	8,2	80,0	16,0	1,0	3,0	9,0	76,0	15,0	

Примечание: * данные приведены по А.В. Ключихину и др. (1962–1968). Прочерк обозначает отсутствие данных.
Note: * Data by A.V. Klochikhina et al. (1962–1968). A dash indicates no data.

жёстких. По водородному показателю относятся к слабощелочным и щелочным типам вод.

При построении корреляционных матриц подземных вод северной части Зилаирского синклинория с позиции гидролитической концепции формирования химического состава подземных вод выявлены зависимости между отдельными геохимическими параметрами.

Очень тесная положительная связь между сульфат-ионом и катионами натрия и калия характерна для подземных вод территории распространения палеозойских отложений и полимиктового меланжа (рис. 3).

Средние по силе корреляционные связи наблюдаются между катионами магния и гидрокарбонат-ионами, минерализацией подземных вод территории распространения вмещающих пород, реже – массивов Крака (рис. 4, 5).

Согласно полученным данным, отмечено пропорциональное увеличение среднего содержания основных ионов от массивов Крака (Na⁺+K⁺ 6,7 %-моль, SO₄²⁻ 5,6 %-моль (N = 47)), через полимиктовый меланж (Na⁺+K⁺ 14,6 %-моль, SO₄²⁻ 16,8 %-моль (N = 18)), к вмещающим породам (Na⁺+K⁺ 18,2 %-моль, SO₄²⁻ – 15,8 %-моль (N = 24)).

При этом самое высокое содержание катионов натрия и калия (до 51,0–56,0 %-моль) и сульфат-ионов (до 51,0–54,0 %-моль) характерно для водоисточников с минерализацией до 0,16–0,17 г/дм³ (реже 0,32–0,40 г/дм³).

Характерна явно выраженная обратная зависимость между содержанием катионов кальция и магния с постепенным преобладанием последнего от вмещающих пород (средние значения Ca²⁺ 41,1 %-моль, Mg²⁺ 40,6 %-моль, N = 24) через полимиктовый меланж (Ca²⁺ 36,2 %-моль, Mg²⁺ 49,3 %-моль, N = 18) к массивам Крака (Ca²⁺ 16,7 %-моль, Mg²⁺ 76,5 %-моль, N = 47).

Столь тесные связи между катионами натрия, калия и сульфат-ионами для водоисточников территории вмещающих пород и полимиктового меланжа могут быть объяснены совместным привнесом этих ионов атмосферными осадками, которые служат существенным источником растворённых веществ [2]. Катионы кальция, присутствующие в водах территории Зилаирского синклиория, также поступают с атмосферными осадками, реже (для территории Западно-Зилаирской зоны) – за счёт растворения карбонатных пород.

Привнос магния в изученные водоисточники объясняется гидролизом породообразующих минералов ультрамафитов (оливина, пироксена), а гидрокарбонат-ион поступает из почв, либо с атмосферными осадками [2]. Исключение составляют полученные данные для водопунктов территории полимиктового меланжа, где, скорее всего, привнос ионов происходит совместно из близко расположенных ультрамафитов.

Заключение

Формирование анионно-катионного состава подземных вод Зилаирского бассейна происходит при взаимодействии компонентов системы «подземная вода–порода». Наблюдается закономерное изменение состава подземных вод. Отмечается постепенное увеличение содержания магния от палеозойских отложений (среднее значение Mg²⁺ 40,6 %-моль) через полимиктовый меланж (Mg²⁺ 49,3 %-моль) к массивам Крака (Mg²⁺ 76,5 %-моль). В то же время для других ионов (Ca²⁺, Na⁺, K⁺, SO₄²⁻) выражена обратная зависимость, с закономерным увеличением содержания от ультраосновных массивов (средние значения Ca²⁺ 16,7 %-моль, Na⁺+K⁺ 6,7 %-моль, SO₄²⁻ 5,6 %-моль) в сторону вмещающих пород (Ca²⁺ 41,1 %-моль, Na⁺+K⁺ 18,2 %-моль, SO₄²⁻ – 15,8 %-моль). Преиму-

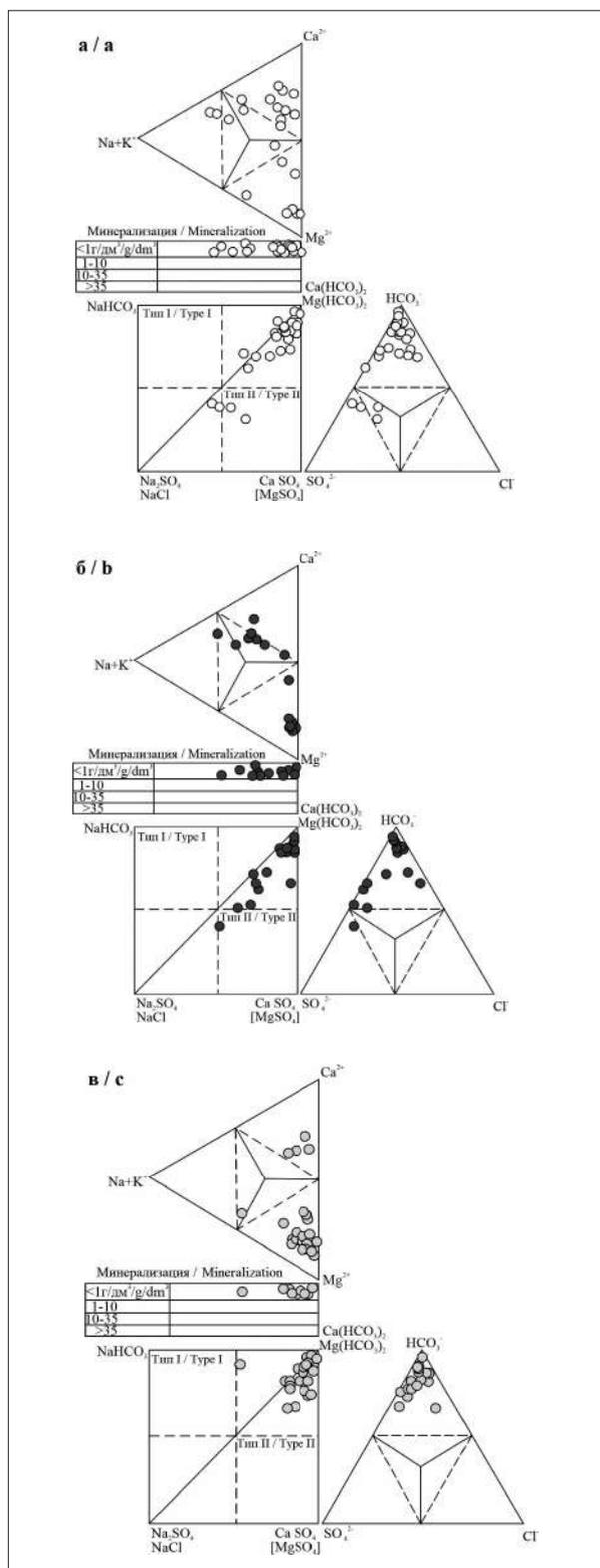


Рис. 2. Классификационная диаграмма, составленная по методу Е.В. Посохова [14], для водопунктов территории распространения: а – палеозойских отложений, б – полимиктового меланжа, в – массивов Крака
Fig. 2. Classification diagram, compiled using E.V. Posokhov's method [14], for water points in the Zilair synclinalium of the distribution area: а – paleozoic sediments of the Zilair synclinalium, б – polymictic melange, с – Kraka massifs

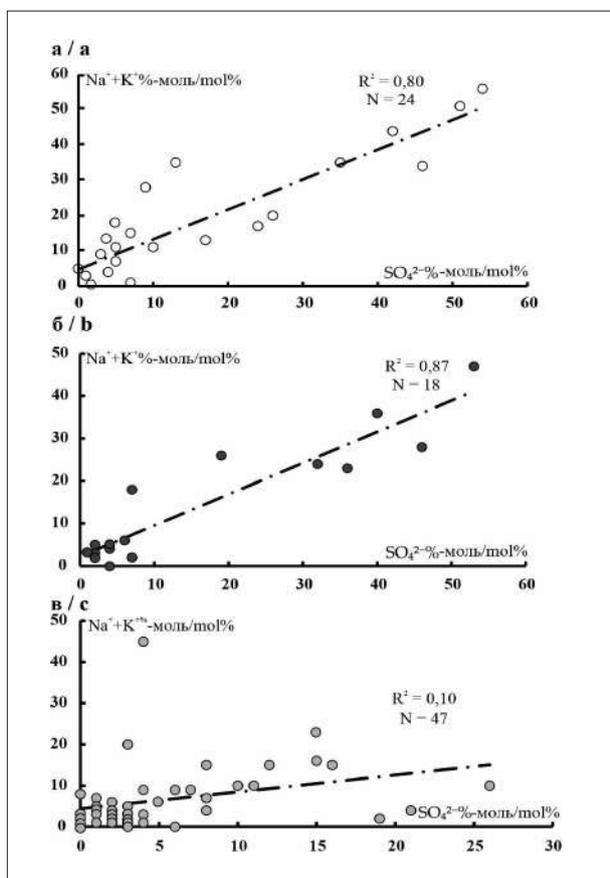


Рис. 3. Связь между содержанием сульфат-ионов и ионов натрия и калия (%-моль) в подземных водах Зилаирского бассейна на территории распространения: а) палеозойских отложений Зилаирского синклинория, б) полимиктового меланжа, в) массивов Крака

Fig. 3. Correlation between sulfate anions and sodium and potassium cations content (mol. %) in groundwater of the Zilair basin in the area of distribution: а – paleozoic sediments of the Zilair synclinorium, б – polymictic melange, с – Kraka massifs

щественно однородный гидрокарбонатно-магниевый тип подземных вод массивов Крака сменяется гидрокарбонатно-кальциево-магниевым, магниевым, магниевым, кальциевым и сложным (сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниевым, магниевым, кальциевым, гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевым, кальциево-натриевым и др.) типом вод на территории распространения полимиктового меланжа и нижне-среднепалеозойских отложений. Формирование химического состава подземных вод изученной территории происходит как за счёт гидролиза вмещающих пород (Mg^{2+}), так и в ходе привноса ионов атмосферными осадками (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^-). При переходе от водопунктов массивов Крака к палеозойским отложениям и полимиктовому меланжу су-

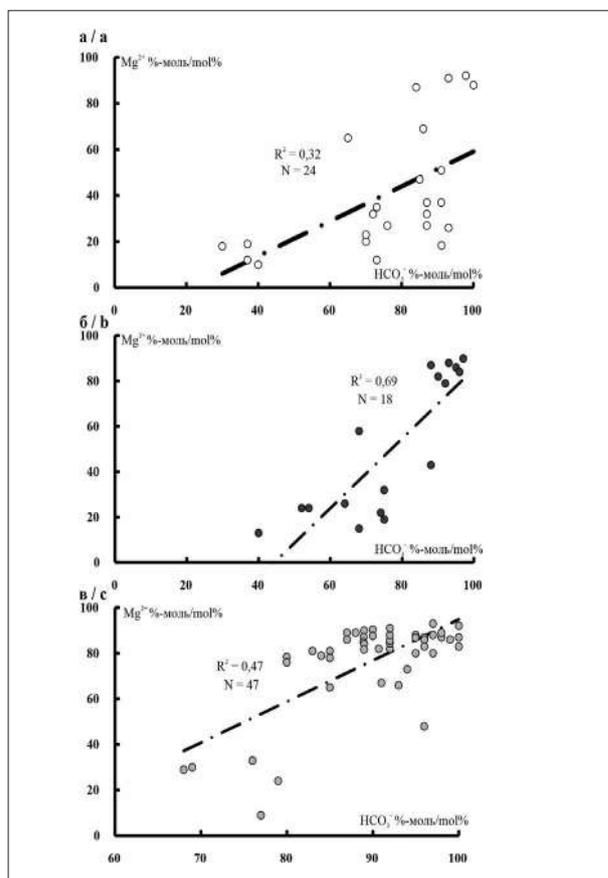


Рис. 4. Связь между содержанием гидрокарбонат-ионов и катионов магния (%-моль) в подземных водах Зилаирского бассейна на территории распространения: а) палеозойских отложений Зилаирского синклинория, б) полимиктового меланжа, в) массивов Крака

Fig. 4. Correlation between bicarbonate anions and magnesium cations content (mol.%) in groundwater of the Zilair basin in the area of distribution: а – paleozoic sediments of the Zilair synclinorium, б – polymictic melange, с – Kraka massifs

щественную роль при формировании химического состава подземных вод играют ионы Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^- , привносимые атмосферными осадками. На это указывает прямая зависимость между содержанием данных ионов и минерализацией. Самые высокие значения катионов натрия и калия (до 51,0–56,0 %-моль) и сульфат-ионов (до 51,0–54,0 %-моль) характерны для водопунктов с минерализацией до 0,16–0,17 г/дм³, т. е. сравнительно близкой к минерализации атмосферных осадков на данной территории (0,01–0,08 г/дм³, среднегодовое значение для территории Южного Урала 0,02 г/дм³). Для подземных вод территории массивов Крака (с минерализацией до 0,9 г/дм³) формирование гидрокарбонатно-магниевый состава происходит за счёт гидролиза породообразующих

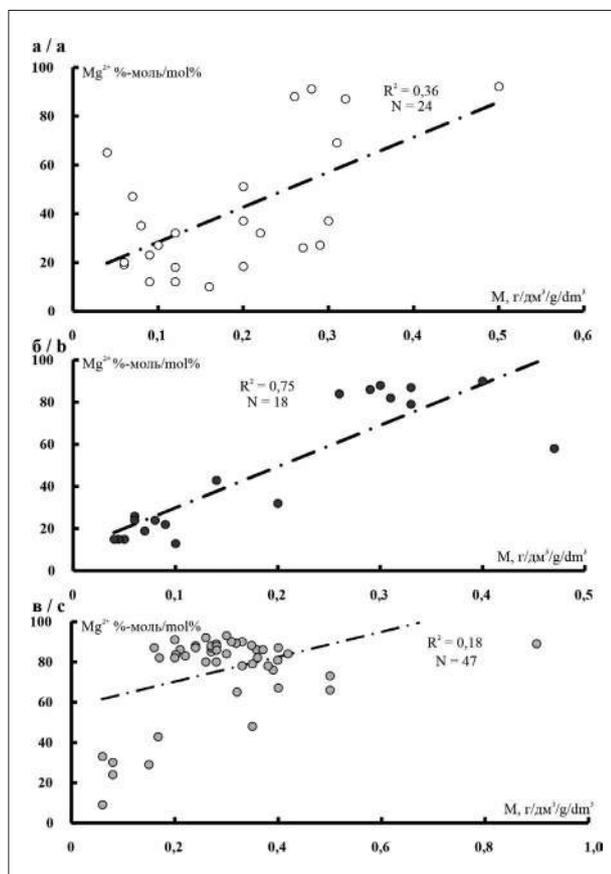


Рис. 5. Связь между минерализацией (M, г/дм³) и содержанием магния (%-моль) в подземных водах Зилаирского бассейна на территории распространения: а) палеозойских отложений Зилаирского синклиория, б) полимиктового меланжа, в) массивов Крака

Fig. 5. Correlation between mineralization (M, g/dm³) and magnesium content (mol. %) in groundwater of the Zilair basin in the area of distribution: a – paleozoic sediments of the Zilair synclinorium, b – polymictic melange, c – Kraka massifs

минералов ультраосновных пород (оливина $(Mg,Fe)_2SiO_4$, ортопироксена $(MgFe)_2Si_2O_6$) и привноса гидрокарбонат-иона атмосферными осадками, либо в ходе биохимических процессов в почве. Присутствие магния в водах территории полимиктового меланжа и палеозойских отложений указывает на источник выноса (ультраосновные массивы).

Значения минерализации (0,04–0,9 г/дм³), общей жёсткости (0,2–3,39 ммоль/дм³) и рН (6,8–8,9) вод в изученных водоисточниках не превышают предельно допустимых концентраций (ПДК) для питьевых вод (СанПиН 1.2.3685-21). Содержание магния в целом не превышает ПДК, регламентированное СанПиН 2.1.4.1116-02. Эти результаты позволяют в перспективе рассматривать подземные воды Зилаирского бассейна в качестве питьевых для

обеспечения населения Белорецкого, Бурзянского и Абзелиловского районов Республики Башкортостан.

Подземные воды гидрокарбонатно-магниевые и кальциево-магниевые типов, являющиеся крайне редкими для Южного Урала, а также приуроченные к породам ультраосновного и основного составов, ввиду низкой минерализации (до 1 г/дм³) и высокого содержания магния соответствуют нормативам ГОСТ Р 54316-2020 и могут использоваться в качестве столовых минеральных вод.

Работы выполнены по темам FMRS 2025–0016 и 2025–0014.

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Полева А.О., Носарева С.П., Дурнаева В.Н. Техногенез и его влияние на ресурсы пресных подземных вод Южного Урала и Предуралья // Геологический вестник. 2025. № 1. С. 144–158. doi: 10.31084/2619-0087/2025-1-10
2. Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Геохимия и формирование подземных вод Южного Урала. Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. 420 с.
3. Савельев Д.Е., Сначёв В.И., Савельева Е.Н., Бажин Е.А. Геология, петрохимия и хромитонность габбро-гипербазитовых массивов Южного Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. 320 с.
4. Савельев Д.Е., Нугуманова Я.Н., Гатауллин Р.А., Сергеев С.Н. Ультрамафиты массива Узянский Крака (Южный Урал) // Геологический вестник. 2018. № 3. С. 79–97. doi: 10.31084/2619-0087/2018-3-6
5. Савельев Д.Е., Биёмбетов А.И., Шабутдинов Т.Д., Самигуллин А.А., Гатауллин Р.А. Минералого-геохимические особенности ультрамафитов восточной части массива Южный Крака (Южный Урал) // Георесурсы. 2024. Т. 26. № 4. С. 248–259. doi: 10.18599/grs.2024.4.9
6. Князев Ю.Г., Князева О.Ю. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Сер. Южно-Уральская. Лист N-40-XXIII (Белорецк). Объяснительная записка. Уфа: ОАО Башкиргеология, 2006. 194 с.
7. Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначев В.И., Жданов А.В., Каримов Т.Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000. Сер. Уральская. Лист N-40 (Уфа). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. 512 с.
8. Ларионов Н.Н., Бергазов И.Р., Грановская Н.В., Нигматуллина А.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Сер. Южно-Уральская. Лист N-40-XXII (Тукан). Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ, 2015. 247 с.

9. Якупов Р.Р., Мавринская Т.М., Абрамова А.Н. Палеонтологическое обоснование схемы стратиграфии палеозоя северной части Зилаирского мегасинклинория. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. 158 с.

10. Мавринская Т.М., Якупов Р.Р. Ордовикские отложения западного склона Южного Урала и их корреляция по конодонтам и хитинозоям // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 2. С. 333–352. doi: 10.15372/GiG20160204

11. Saveliev D.E., Shilovskikh V.V., Makatov D.K., Gataullin R.A. Accessory Cr-spinel from peridotite massifs of the South Urals: morphology, composition and origin // Miner. Petrol. 2022. V. 116. P. 401–427. doi: 10.1007/s00710-022-00791-1

12. Гидрогеология СССР. Т. 15. Башкирская АССР. М.: Недра, 1972. 344 с.

13. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 442 с.

14. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л.: Недра, 1975. 208 с.

References

1. Abdrakhmanov R.F., Poleva A.O., Nosareva S.P., Durnaeva V.N. Technogenesis and its impact on fresh groundwater resources of the Southern Urals and the Cis-Urals // Geologicheskii vestnik. 2025. No. 1. P. 144–158 (in Russian). doi: 10.31084/2619-0087/2025-1-10

2. Abdrakhmanov R.F., Popov V.G. Geochemistry and groundwater formation processes in the Southern Urals. Ufa: Gilem Publ. House, 2010. 420 p. (in Russian).

3. Saveliev D.E., Snachev V.I., Savelieva E.N., Bazhin E.A. Geology, petrogeochemistry and chromite-bearing gabbro-ultramafic massifs of the Southern Urals. Ufa: DesignPoligrafService, 2008. 320 p. (in Russian).

4. Saveliev D.E., Nugumanova Ya.N., Gataullin R.A., Sergeev S.N. Ultramafic rocks of the Uzyansky Kraka massif (the Southern Urals) // Geologicheskii vestnik. 2018. No. 3. P. 79–97 (in Russian). doi: 10.31084/2619-0087/2018-3-6

5. Saveliev D.E., Biembetov A.I., Shabutdinov T.D., Samigullin A.A., Gataullin R.A. Composition and mineralogical features of ultramafic rocks in the eastern part of Southern

Kraka massif (South Urals) // Georesursy. 2024. V. 26. No. 4. P. 248–259 (in Russian). doi: 10.18599/grs.2024.4.9

6. Knyazev Yu.G., Knyazeva O.Yu. State geological map of the Russian Federation. Scale 1:200,000. Southern Ural Series. Sheet N-40-XXIII (Beloretsk). Explanatory note. Ufa: Bashkirgeologiya JSC. 194 p. (in Russian)

7. Knyazev Yu.G., Knyazeva O.Yu., Snachev V.I., Zhdanov A.V., Karimov T.R., Aidarov E.M., Masagutov R.Kh., Arslanova E.R. State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000. Ural Series. Sheet N-40 (Ufa). Explanatory note. Sankt-Peterburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2013. 512 p (in Russian).

8. Larionov N.N., Bergazov I.R., Granovskaya N.V., Nigmatullina A.M. State geological map of the Russian Federation. Scale 1:200,000. Southern Ural Series. Sheet N-40-XXII (Toukan). Explanatory note. Moskva: MF VSEGEI, 2015. 247 p. (in Russian).

9. Yakupov R.R., Mavrinskaya T.M., Abramova A.N. Paleontological substantiation of the stratigraphic scheme of the northern part of the Zilair synclinorium. Ekaterinburg: IGG UrO RAS, 2002. 158 p. (in Russian).

10. Mavrinskaya T.M., Yakupov R.R. Ordovician deposits of the western slope of the Southern Urals and their correlation by conodonts and chitinozoans // Geologiya i geofizika. 2016. V. 57. No. 2. P. 333–352 (in Russian). doi: 10.15372/GiG20160204

11. Saveliev D.E., Shilovskikh V.V., Makatov D.K., Gataullin R.A. Accessory Cr-spinel from peridotite massifs of the South Urals: morphology, composition and origin // Miner. Petrol. 2022. V. 116. P. 401–427. doi: 10.1007/s00710-022-00791-1

12. Hydrogeology of the USSR. V. 15. Bashkirkaya ASSR. Moskva: Nedra, 1972. 344 p. (in Russian).

13. Alyokin O.A. Fundamentals of hydrochemistry. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. 442 p. (in Russian).

14. Posokhov E.V. General hydrogeochemistry. Leningrad: Nedra, 1975. 208 p. (in Russian).