

ры выше 10 °С держится около 150 дней в году, а длительность безморозного периода достигает 90 дней. Снежный покров в долинах рек сохраняется в течение 160–240 дней. Количество осадков колеблется от 850 до 1000 мм в год, из них 50–80 % выпадает в теплый период [Селегей, Селегей, 1974; Национальный атлас почв..., 2011].

Для горных притоков р. Бия характерно снеговое и дождевое питание, весенне-летнее половодье с максимумом в конце мая, летние и осенние паводки [Селегей, Селегей, 1974; Манакова, Шук, 2022], поэтому ионный состав их воды напрямую зависит от интенсивности выщелачивания ионов из почвенного покрова и почвообразующих пород. Водосборные бассейны этих притоков находятся в пределах трех почвенных округов – Салаирский (серые лесные, дерново-подзолистые поверхностно-глееватые сверхглубокие почвы и буроземы кислые), Кузнецко-Алатауский (серые лесные, дерново-подзолистые преимущественно глубоко- и сверхглубокоподзолистые, буроземы кислые, дерново-таежные, буротаежные почвы и подбуры тундровые) и Чулышманский (горные лесные черноземовидные почвы, буроземы кислые и оподзоленные, подзолы альфегумусовые, подбуры таежные, горно-луговые дерновые почвы, подбуры тундровые, высокогорные дерново-гольцовые, горные примитивные почвы и каменистые россыпи) [Национальный атлас почв..., 2011].

Материалы и методы

Для трёхлетнего мониторинга в 2009 г. в ходе рекогносцировки были определены

точки отбора проб в нижних течениях рек Иогач (Т. 2), Пыжа (Т. 3) и Лебедь (Т. 4), а также в истоке р. Бия (Т. 1) (рис.). Отбор образцов воды проводили в основные гидрологические периоды (зимняя межень, весенне-летнее половодье и осенний период) 2010, 2011 и 2012 гг. в пластиковые бутылки с глубины 0–10 см и транспортировали в переносных холодильниках до лаборатории биогеохимии Института водных и экологических проблем СО РАН.

В доставленных в лабораторию пробах воды определяли рН, минерализацию и ионный состав (Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- и SO_4^{2-}) используя титриметрические и потенциометрические методы [ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97; ПНД Ф 14.1:2.96-97; ПНД Ф 14.1:2.95-97; ПНД Ф 14.1:2.159-2000; ПНД Ф 14.1:2.98-97; РД 52.24.493-2006].

Результаты и обсуждение

За трехлетний период мониторинга вода в истоке р. Бия и ее основных горных притоках изменялась от слабокислой ультрапресной до слабощелочной пресной (по градации О.А. Алекина [Алекин, 1953]). Самые низкие значения рН наблюдались каждый год во время зимней межени, а самые высокие – во время весенне-летнего половодья (табл.). Такая сезонная динамика кислотно-щелочных свойств воды связана с увеличением выщелачивания ионов кальция и гидрокарбонатов, а следовательно, и поступление их в речную сеть, в результате таяния снежного покрова в альпийском и субальпийском поясах водосборного бассейна.



Рис. Расположение мониторинговых точек
Fig. Location of monitoring points

В течение трех лет среднегодовые значения рассматриваемых показателей существенно не менялись, за исключением 2012 г., когда минерализация воды снизилась в истоке р. Бия – на 41%, в устье р. Иогач – на 43%, в нижнем течении р. Пыжа – на 47% и в нижнем течении р. Лебедь – на 26% по сравнению с 2011 г., что связано с резким снижением зимних атмосферных осадков в этот год [Лубенец, Черных и др., 2022].

В воде исследуемых рек концентрация ионов кальция в течение периода наблюде-

ний изменялась незначительно, поскольку их интенсивность выщелачивания из почв и пород в исследуемых водосборных бассейнах колеблется незначительно. Исключением стала р. Иогач, где в зимнюю межень 2010 г., а затем и в осенний период 2011 г. обнаружены самые высокие значения этого показателя. Это может быть вызвано геохимическими особенностями подстилающей поверхности (выходами кальцийсодержащих пород) в русловой части реки.

Таблица

pH, минерализация (мг/л) и концентрация ионов (мг/л)
в воде основных горных притоков р. Бия

Table

pH, total dissolved solids (mg/l) and ion concentration (mg/l)
in the water of the main mountain tributaries of the Biya River

pH и ионы	2010			2011			2012		
	ЗМ	ВЛП	ОМ	ЗМ	ВЛП	ОМ	ЗМ	ВЛП	ОМ
В истоке р. Бия									
pH	6.6	7.9	7.5	6.1	7.5	7.1	7.4	7.9	7.8
TDS	137	146	147	152	138	173	80	109	96
Ca ²⁺	40.1	42.8	35.1	30.7	36.1	34.7	24.1	32.1	32.1
Mg ²⁺	4.9	9.7	7.9	10.5	7.3	18.6	9.7	9.7	9.7
CO ₃ ²⁻	<3.0	<3.0	9.0	<3.0	12.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
HCO ₃ ⁻	76.3	91.5	74.8	85.4	93.6	112.9	45.8	67.1	67.1
Cl ⁻	4.3	4.3	10.6	10.9	2.7	3.1	1.1	1.4	2.1
SO ₄ ²⁻	30.7	11.2	33.9	32.7	15.1	19.5	12.5	28.8	9.6
В устье р. Иогач									
pH	7.2	7.8	7.4	7.3	7.8	7.4	7.5	8.1	7.6
TDS	205	162	186	182	152	240	107	116	98
Ca ²⁺	80.2	42.8	37.4	56.1	48.1	88.2	46.1	48.1	40.1
Mg ²⁺	4.9	13.8	13.0	9.7	4.9	19.4	3.7	4.9	4.9
CO ₃ ²⁻	<3.0	<3.0	4.0	<3.0	<3.0	36.0	<3.0	24.0	<3.0
HCO ₃ ⁻	122.0	109.8	120.0	115.9	97.6	177.0	76.3	79.3	67.1
Cl ⁻	5.7	2.4	7.6	4.6	3.6	2.8	1.1	1.4	2.1
SO ₄ ²⁻	48.0	15.1	22.7	32.2	24.0	9.6	6.7	14.4	10.6
В нижнем течении р. Пыжа (10 км от устья)									
pH	6.8	7.9	7.7	6.8	7.4	7.2	7.6	7.9	7.3
TDS	429	248	214	166	137	238	80	104	79
Ca ²⁺	56.1	76.2	44.1	40.1	38.7	48.1	30.1	32.1	32.1
Mg ²⁺	58.3	24.3	23.1	9.7	13.8	24.3	2.4	9.7	4.9
CO ₃ ²⁻	<3.0	24.0	24.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	12.0	<3.0
HCO ₃ ⁻	274.6	173.9	128.1	91.5	97.6	177.0	51.9	67.1	54.9
Cl ⁻	7.1	2.8	6.4	5.0	1.7	0.7	1.1	0.7	2.1
SO ₄ ²⁻	61.5	13.5	37.5	52.8	13.1	10.6	12.5	23.1	5.8
В нижнем течении р. Лебедь (23 км от устья)									
pH	6.5	8.2	7.2	Н. о.	7.6	7.9	7.3	8.6	7.6
TDS	190	168	163	Н. о.	115	106	81	89	72
Ca ²⁺	56.1	48.1	24.1	Н. о.	32.1	40.1	26.1	32.1	16.0
Mg ²⁺	9.7	24.3	14.6	Н. о.	19.4	9.7	8.5	4.9	4.9
CO ₃ ²⁻	<3.0	36.0	<3.0	Н. о.	<3.0	24.0	<3.0	36.0	<3.0
HCO ₃ ⁻	115.9	115.9	97.6	Н. о.	73.2	67.1	54.9	61.0	42.7
Cl ⁻	10.6	5.7	8.5	Н. о.	7.8	3.6	0.7	0.7	2.1
SO ₄ ²⁻	28.8	19.2	31.7	Н. о.	17.3	20.2	13.5	12.5	17.3

Примечания. Гидрологические периоды: ЗМ – зимняя межень, ВЛП – весенне-летнее половодье и ОМ – осенняя межень. Н. о. – не определяли.

Для этого иона характерна аналогичная трехлетняя динамика, как и для минерализации: в 2012 г. наблюдалось снижение его концентрации в нижнем течении р. Лебедь – на 32%, в устье р. Иогач – на 30%, в нижнем течении р. Пыжа – на 26% и в истоке р. Бия – на 13% по сравнению с 2011 г.

Концентрация ионов магния в речной воде варьировала так же незначительно по тем же причинам, что и для предыдущего иона, тем не менее можно выделить заметное увеличение ее значения в р. Пыжа в зимнюю межень 2010 г., в результате которого концентрации этого катиона в первый и единственный раз за время наблюдения превысила концентрацию ионов кальция.

Для исследуемых рек характерно эпизодическое появление в воде карбонат-ионов. В истоке р. Бия они обнаружены в осенний период 2010 г. и в весенне-летнее половодье 2011 г.; в устье р. Иогач – в осенний период 2010 и 2011 гг. и весенне-летнее половодье 2012 г.; в устье р. Пыжа – в весенне-летнее половодье 2010 и 2012 гг. и в осенний период 2010 г.; в устье р. Лебедь – в весенне-летнее половодье 2010 г., в осенний период 2011 г. и в зимнюю межень и весенне-летнее половодье 2012 г.

Среди исследуемых анионов более высокую концентрацию в воде имели гидрокарбонат-ионы: в истоке р. Бия – от 45.8 (зимняя межень 2012 г.) до 112.9 (осенний период 2011 г.) мг/л, в устье р. Иогач – от 67.1 (осенний период 2012 г.) до 177.0 (осенний период 2011 г.) мг/л, в нижнем течении р. Пыжа – от 51.9 (зимняя межень 2012 г.) до 274.6 (зимняя межень 2010 г.) мг/л, в нижнем течении р. Лебедь – от 42.7 (осенний период 2012 г.) до 115.9 (зим-

няя межень и весенне-летнее половодье 2010 г.) мг/л. Таким образом, в трехлетней динамике концентрации гидрокарбонат-ионов в воде также выделяется 2012 г., в котором снижение ее величины по сравнению с 2011 г. составило: в нижнем течении р. Пыжа – на 67%, в устье р. Иогач – на 43%, в истоке р. Бия – на 38% и в нижнем течении р. Лебедь – на 25%.

Концентрация хлорид-ионов в воде рассматриваемых притоков за период мониторинга менялась незначительно. Наибольшие ее значения обнаружены в истоке р. Бия во время осеннего периода 2010 г. и зимней межени 2011 г., а также в нижнем течении р. Лебедь во время зимней межени 2010 г. В остальное время величина этого показателя не превышала 10 мг/л.

Среди исследованных водотоков по концентрации сульфат-ионов выделяется р. Пыжа, где значения этого показателя в воде достигают максимального уровня, особенно во время зимней межени в 2010 и 2011 гг. В остальных реках изменение концентрации этих ионов происходит в схожих пределах.

Ионный состав воды в рр. Бия (исток), Иогач, Пыжа и Лебедь, и его сезонная динамика имеют большое сходство с горными реками в других регионах Сибири [Паромов и др., 2014; Домышева и др., 2019].

Заключение

По результатам анализа воды в основных горных притоках р. Бия, ее можно отнести к слабокислой ультрапресной и слабощелочной пресной. При этом хорошо прослеживается сезонная динамика величины рН: снижение – во время зимней ме-

жени и повышение – во время весенне-летнего половодья, в результате увеличения концентрации ионов кальция и гидрокарбонатов, за счет повышения интенсивности их выщелачивания при снеготаянии.

За весь период наблюдения вода в основных горных притоках р. Бия имела схожий ионный состав, где среди катионов преобладали ионы кальция, за исключением р. Пыжа во время зимней межени 2010 г., а среди анионов – гидрокарбонат-ионы. В течение каждого года были выявлены периоды минимальной (зимняя межень) и

максимальной (весенне-летнее половодье) концентрации ионов, связанные с литогеохимическими, педогеохимическими и биогеохимическими особенностями водосборных бассейнов исследуемых водотоков.

В трехлетней динамике заметно выделялся 2012 г., в котором произошло снижение концентрации почти всех рассматриваемых ионов (особенно Ca^{2+} и HCO_3^-), что непосредственно отразилось на минерализации воды в исследуемых реках, в результате более низкого снегонакопления в этот год, по сравнению с 2011 г.

Работа выполнена в рамках проекта FUFZ-2026-0002 «Биогеохимия макро- и микроэлементов, радионуклидов и ракетных топлив в сопряженных ландшафтно-геохимических системах речных и озерных бассейнов для оценки качества среды и здоровья населения».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Список литературы

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 297 с.
- Домышева В.М., Сороковикова Л.М., Синюкович В.Н., Онищук Н.А., Сакирко М.В., Томберг И.В., Жученко Н.А., Голобокова Л.П., Ходжер Т.В. Ионный состав воды озера Байкал, его притоков и истока реки Ангара в современный период // Метеорология и гидрология. 2019. № 10. С. 77–86. doi:10.31857/S0321059622030105
- Кареева А.Ф., Петросова В.Г., Ханахмедова К.Ш., Муталиева А.Ш., Минатулаев А.Т., Салихов Ш.К., Яхияева М.А., Магомедов М.Г., Абдулагатов И.М. Кальций и магний в природных питьевых водах, связь с эссенциальной гипертензией // Сибирское медицинское обозрение. 2024. № 1(145). С. 33–38. doi: 10.20333/25000136-2024-1-33-38
- Лубенец Л.Ф., Черных Д.В., Коломейцев А.А., Самойлова С.Ю., Першин Д.К. Снеговой половодье в низкотгорьях бассейна Верхней Оби (на примере малого водосбора р. Майма) // Геосферные исследования. 2022. № 4. С. 109–122. doi: 10.17223/25421379/25/7
- Манакова Т.И., Шук Т.А. Природная уникальность Турочакского административного района Республики Алтай // Научный альманах. 2022. № 2–2 (88). С. 96–101.
- Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель, 2011. 632 с.
- Паромов В.В., Савичев О.Г., Шантыкова Л.Н., Торгашева Т.А. Ионный сток и хими-

ческий состав вод ледниковой реки Актру (Горный Алтай) // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 383. С. 226–231.

ПНД Ф 14.1:2.159-2000. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом. М., 2005. 12 с.

ПНД Ф 14.1:2.3:4.121-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом. М., 2004. 12 с.

ПНД Ф 14.1:2.96-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и очищенных сточных вод аргентометрическим методом. М., 2004. 19 с.

ПНД Ф 14.1:2.95-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации кальция в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. М., 2004. 19 с.

ПНД Ф 14.1:2.98-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом. М., 2016. 24 с.

Пузанов А.В., Бабошкина С.В., Рождественская Т.А., Балыкин С.Н., Балыкин Д.Н., Салтыков А.В., Трошкова И.А., Двуреченская С.Я. Влияние биогеохимической обстановки водосборного бассейна озера Телецкое (Северо-Восточный Алтай) на содержание главных ионов и Fe в водах его притоков // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333, № 2. С. 111–122. doi: 10.18799/24131830/2022/2/3567

РД 52.24.493-2006. Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом. Ростов-на-Дону, 2006. 42 с.

Селегей В.В., Селегей Т.С. Телецкое озеро. М.: Гидрометеиздат, 1974. 50 с.

Суровец Т.З., Дроздова Е.В. Оценка риска здоровью при недостаточном содержании кальция и магния в питьевой воде // Анализ риска здоровью – 2024. 2024. С. 76–82.

Трофимович Е.М., Недовесова С.А., Айзман Р.И. Экспериментальная гигиеническая оценка содержания кальция, магния в питьевой воде и уровня ее жесткости // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 8. С. 811–819. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-8-811-819

References

Alekin O.A. Osnovy gidrokhimii [Fundamentals of Hydrochemistry]. L.: Gidrometeoizdat, 1953. 297 p. (in Russian).

Domysheva V.M., Sorokovikova L.M., Sinyukovich V.N., Onishchuk N.A., Sakirko M.V.,

Tomberg I.V., Zhuchenko N.A., Golobokova L.P., Hodzher T.V. Ionnyj sostav vody ozera Bajkal, ego pritokov i istoka reki Angara v sovremennyj period [The ionic composition of the water of Lake Baikal, its tributaries, and the source of the Angara River in the modern period] // *Meteorologiya i gidrologiya* [Russian Meteorology and Hydrology]. 2019. № 10. P. 77–86. (in Russian). doi:10.31857/S0321059622030105

Karaeva A.F., Petrosova V.G., Khanakhmedova K.Sh., Mutaliev A.Sh., Minatulaeva A.T., Salikhov Sh.K., Yakhiyeva M.A., Magomedov M.G., Abdulagatov I.M. Kal'cij i magnij v prirodnykh pit'evykh vodakh, svyaz' s ehssencial'noj gipertenziej [Calcium and magnesium in natural drinking waters, relationship with essential hypertension] // *Sibirskoe medicinskoe obozrenie* [Siberian Medical Review]. 2024. № 1(145). P. 33–38. (in Russian). doi: 10.20333/25000136-2024-1-33-38

Lubenec L.F., Chernyh D.V., Kolomejcev A.A., Samojlova S.Yu., Pershin D.K. Snegovoy polovod'e v nizkogor'yah bassejna Verhnej Obi (na primere malogo vodosbora r. Majma) [Snowmelt floods in the lowlands of the Upper Ob basin (using the small catchment of the Mayma River as an example)] // *Geosfernye issledovaniya* [Geosphere Research]. 2022. № 4. P. 109–122. (in Russian). doi: 10.17223/25421379/25/7

Manakova T.I., Shuk T.A. Prirodnaya unikal'nost' Turochakskogo administrativnogo rajona Respubliki Altaj [The Natural Uniqueness of the Turochak Administrative District of the Republic of Altai] // *Nauchnyj al'manakh* [Science Almanac]. 2022. № 2–2 (88). P. 96–101. (in Russian).

Nacional'nyj atlas pochv Rossijskoj Federacii [National Soil Atlas of the Russian Federation]. M.: Astrel', 2011. 632 p. (in Russian).

Paromov V.V., Savichev O.G., Shantykova L.N., Torgasheva T.A. Ionnyj stok i himicheskij sostav vod lednikovoj reki Aktru (Gornyj Altaj) [Ionic runoff and chemical composition of waters of the Aktru glacial river (Gorny Altai)] // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk State University Journals]. 2014. № 383. P. 226–231. (in Russian).

PND F 14.1:2.159-2000. Kolichestvennyj khimicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii sul'fat-ionov v probakh prirodnykh i stochnykh vod turbidimetricheskim metodom [Quantitative chemical analysis of water. Methodology for measuring the mass concentration of sulfate ions in samples of natural and wastewater using the turbidimetric method]. M., 2005. 12 p. (in Russian).

PND F 14.1:2:3:4.121-97. Kolichestvennyj khimicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij pH v vodakh potenciometricheskim metodom [Quantitative chemical analysis of water. Methodology for measuring pH in water using the potentiometric method]. M., 2004. 12 p. (in Russian).

PND F 14.1:2.96-97. Kolichestvennyj khimicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya

izmerenij massovoj koncentracii khloridov v probakh prirodnykh i ochishchennykh stochnykh vod argentometricheskim metodom [Quantitative chemical analysis of water. Methodology for measuring the mass concentration of chlorides in samples of natural and treated wastewater using the argentometric method]. M., 2004. 19 p. (in Russian).

PND F 14.1:2.95-97. Kolichestvennyj khimicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii kal'ciya v probakh prirodnykh i ochishchennykh stochnykh vod titrimetricheskim metodom [Quantitative chemical analysis of water. Methodology for measuring the mass concentration of calcium in samples of natural and treated wastewater using the titrimetric method]. M., 2004. 19 p. (in Russian).

PND F 14.1:2.98-97. Kolichestvennyj khimicheskij analiz vod. Metodika izmerenij obshchej zhestkosti v probakh prirodnykh i stochnykh vod titrimetricheskim metodom [Quantitative chemical analysis of water. Methodology for measuring total hardness in samples of natural and wastewater using the titrimetric method]. M., 2016. 24 p. (in Russian).

Puzanov A.V., Baboshkina S.V., Rozhdestvenskaya T.A., Balykin S.N., Balykin D.N., Saltykov A.V., Troshkova I.A., Dvurechenskaya S.Ya. Vliyanie biogeokhimicheskoy obstanovki vodosbornogo bassejna ozera Teleckoe (Severo-Vostochnyj Altaj) na sodержanie glavnykh ionov i Fe v vodakh ego pritokov [The influence of the biogeochemical conditions in the catchment basin of Lake Teletskoye (Northeastern Altai) on the content of major ions and Fe in the waters of its tributaries] // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering]. 2022. T. 333, № 2. P. 111–122. (in Russian). doi: 10.18799/24131830/2022/2/3567

RD 52.24.493-2006. Massovaya koncentraciya gidrokarbonatov i velichina shchelochnosti poverkhnostnykh vod sushi i ochishchennykh stochnykh vod. Metodika vypolneniya izmerenij titrimetricheskim metodom [Mass concentration of bicarbonates and alkalinity of surface waters and treated wastewater. Measurement procedure using the titrimetric method]. Rostov-na-Donu, 2006. 42 p. (in Russian).

Selegej V.V., Selegej T.S. Teleckoe ozero [Lake Teletskoye]. M.: Gidrometeoizdat, 1974. 50 p. (in Russian).

Surovec T.Z., Drozdova E.V. Ocenka riska zdorov'yu pri nedostatochnom sodержanii kal'ciya i magniya v pit'evoj vode [Assessment of health risks associated with insufficient levels of calcium and magnesium in drinking water] // Analiz riska zdorov'yu – 2024 [Health Risk Analysis – 2024]. 2024. P. 76–82. (in Russian).

Trofimovich E.M., Nedovesova S.A., Aizman R.I. Experimental hygienic assessment of the content of calcium and magnesium in drinking water and the level of its hardness // Hygiene and Sanitation [Hygiene and Sanitation]. 2019. Vol. 98, no. 8. P. 811–819. (in Russian). doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-8-811-819

IONIC COMPOSITION OF WATER IN THE MAIN MOUNTAIN TRIBUTARIES OF THE BIYA RIVER

S.N. Balykin, A.V. Saltykov, I.A. Troshkova

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,

E-mail: snbalykin@yandex.ru, saltykovav@yandex.ru, egorka_iren@mail.ru

This article presents the results of a three-year (2010–2012) study of the ionic composition of water in the lower reaches of the Pyzha, Iogach, and Lebed rivers, as well as at the source of the Biya River. Water samples were collected during the main hydrological periods (winter-spring low water, spring-summer flood, and autumn low water) in plastic bottles from a depth of 0–10 cm. Using titrimetric and potentiometric methods acidity (pH), concentration of calcium and magnesium ions, carbonate ions, bicarbonate ions, chloride ions and sulfate ions were determined in the samples. As a result, it was discovered that the water in the studied tributaries varies from slightly acidic and ultra-fresh (winter-spring low water) to slightly alkaline and fresh (spring-summer flood). Regardless of the hydrological period, calcium ions predominate among the cations in its ionic composition, while bicarbonate ions predominate among the anions. The average annual concentration of all the ions studied did not change significantly during the observation period, with the exception of 2012, when it significantly decreased.

Keywords: Altai; Pyzha; Iogach; Lebed; Biya; water; ions.

Received: February 20, 2026. Accepted: June 22, 2026

Сведения об авторах

Балыкин Сергей Николаевич – старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии Институт водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0001-5598-0470. E-mail: snbalykin@yandex.ru.

Салтыков Алексей Владимирович – научный сотрудник лаборатории биогеохимии Институт водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0003-1515-3061. E-mail: saltykovav@yandex.ru.

Трошкова Ирина Александровна – младший научный сотрудник лаборатории биогеохимии Институт водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0003-2809-8022. E-mail: egorka_iren@mail.ru.

Information about authors

Balykin Sergey Nikolayevich – senior researcher at the Laboratory of Biogeochemistry of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS. 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0001-5598-0470. E-mail: snbalykin@yandex.ru.

Saltykov Alexey Vladimirovich – researcher at the Laboratory of Biogeochemistry of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS. 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0003-1515-3061. E-mail: saltykovav@yandex.ru.

Troshkova Irina Aleksandrovna – junior researcher at the Laboratory of Biogeochemistry of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS. 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0003-2809-8022. E-mail: egorka_iren@mail.ru.