

Потенциально токсичные элементы в поверхностных водах бассейна реки Черек Безенгийский

Н. В. Реутова, Т. В. Реутова, Ф. Р. Дреева, А. М. Хутуев

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
Центр географических исследований
360000, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2

Аннотация. Поскольку в настоящее время очистка питьевой воды от тяжелых металлов не производится, изучение микроэлементного состава вод, используемых для этих целей, является совершенно необходимым. Целью данной работы является изучение микрокомпонентного состава поверхностных вод бассейна р. Черек Безенгийский. Проводилось определение концентрации 11 металлов II-IV классов опасности (Ag, Al, As, Cd, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn). Пробы воды были отобраны в конце июня – июле в период интенсивного таяния ледников. Определение содержания тяжелых металлов проводилось с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии. Проведенное исследование показало, что только для двух металлов – марганца и цинка – характерно закономерное снижение концентраций при изменении природно-климатических зон от высокогорья к среднегорью; для металлов, концентрации которых находятся в пределах кларковых значений (Ag, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb), закономерности в динамике концентраций в поверхностных водах, связанных с переходом от высокогорной к среднегорной зоне, не выявлены; повышенные концентрации мышьяка (до 2 ПДК для питьевой воды), обнаруженные в двух водотоках, связаны с наличием геохимических аномалий. В целом поверхностные воды бассейна р. Черек Безенгийский имеют самый низкий уровень природного загрязнения потенциально токсичными элементами по сравнению с другими реками Кабардино-Балкарии.

Ключевые слова: геохимические аномалии, микроэлементы, высокогорные реки

Поступила 19.08.2022, одобрена после рецензирования 24.08.2022, принята к публикации 07.09.2022

Для цитирования. Реутова Н. В., Реутова Т. В., Дреева Ф. Р., Хутуев А. М. Потенциально токсичные элементы в поверхностных водах бассейна реки Черек Безенгийский // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5 (109). С. 105–115. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-105-115

Original article

Potentially toxic elements in the surface waters of the Cherek Bezengiysky river basin

N.V. Reutova, T.V. Reutova, F.R. Dreeva, A.M. Khutuev

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Center of geographical researches
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

Annotation. Since the purification of drinking water from heavy metals is not carried out presently, the study of the trace element composition of the waters used for these purposes is absolutely necessary. The aim of this work is to study the micro-component composition in surface waters of the Cherek Bezengiysky river basin. Concentrations of 11 metals of hazard classes II - IV (Ag, Al, As, Cd, Cr, Cu,

Mn, Mo, Ni, Pb, Zn) were determined. Water samples were taken at the end of June – July during the period of intensive glaciers melting. The content of heavy metals was determined using atomic absorption spectroscopy. The study showed that only two metals – manganese and zinc - are characterized by a natural decrease in concentrations when changing climatic zones from the highlands to the middle mountains. For metals whose concentrations are within Clark values (Ag, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb), no regularities in the dynamics of concentrations in surface waters associated with the transition from the high-altitude to the mid-mountain zone were revealed. Higher concentrations of arsenic (up to 2 MPC for drinking water) found in two watercourses are associated with the presence of geochemical anomalies. In general, the surface waters of the Cherek Bezengiysky river basin have the lowest level of natural pollution with potentially toxic elements compared to other rivers of Kabardino-Balkaria.

Key words: geochemical anomalies, trace elements, alpine rivers

Submitted 19.08.2022,

approved after reviewing 24.08.2022,

accepted for publication 07.09.2022

For citation. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Khutuev A.M. Potentially toxic elements in the surface waters of the Cherek Bezengiysky river basin. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 5 (109). Pp. 105–115. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-105-115

ВВЕДЕНИЕ

Воды высокогорных рек традиционно считаются эталонно чистыми. Но следует иметь в виду, что высокогорье – это зачастую регионы современного и древнего вулканизма. Поэтому логично будет предполагать наличие в их водах потенциально опасных химических элементов. Целый ряд металлов и металлоидов могут быть причиной возникновения как канцерогенных, так и неканцерогенных заболеваний. Так, повышенные концентрации алюминия в питьевой воде (> 200 мкг/дм³) могут вызывать нейродегенеративные заболевания, мышьяк поражает практически все системы органов человека, хром и никель являются известными канцерогенами. Поскольку очистка питьевой воды от тяжелых металлов не производится, изучение микроэлементного состава вод, используемых для этих целей, является совершенно необходимым. Особую актуальность данная проблема приобретает для горных районов Кавказа, являющихся в настоящее время приоритетными районами для развития внутреннего туризма в России. Ранее авторами уже отмечалось наличие природного загрязнения молибденом, цинком и медью в верховьях р. Баксан [1, 2], алюминием в водотоках, расположенных на территории современных вулканов и древних кальдер в Кабардино-Балкарской Республике [3].

В данной работе приводятся результаты исследования поверхностных вод бассейна р. Черек Безенгийский, который, хотя и расположен на восточной границе Эльбрусского неовулканического центра [4], но на его территории не отмечается наличие крупных геохимических аномалий. Химический состав вод реки Черек Безенгийский изучался достаточно интенсивно. Большое внимание было уделено исследованию ионного состава [5–8]. В этих работах приводятся результаты по изучению ионного состава вод основного русла реки только на 5 створах в высокогорной зоне на территории Кабардино-Балкарского государственного высокогорного природного заповедника до 14-го км ее течения и отмечено, что в 2004–2014 гг. величина минерализации выросла в 1,5–2 раза. Зафиксированы неоднократные превышения ПДК по ионам аммония и нитритов. Также ранее [9] была исследована зависимость концентрации главных ионов от высоты водосбора и температуры воды на примере одного 2013 года и выявлено, что с увеличением температуры воды на 3°C в период летнего половодья концентрация

гидрокарбонат ионов и ионов кальция увеличивается более чем в два раза, а сумма ионов ниже высоты 1450 м увеличивается в два раза. Был изучен и микроэлементный состав вод [10–12] и выявлено, что основным загрязняющим элементом в верховьях реки является цинк. По данным М. А. Газаева с соавторами [10], «...в высокогорной зоне воды квалифицируются как сильно загрязненные (6-й кл.)», а по содержанию Mn, Ni, Cr, Pb, Cu, Ag, Cd они являются очень чистыми.

Таким образом, воды р. Черек Безенгийский были обследованы только до 14-го километра ее течения. Целью данной работы является изучение микрокомпонентного состава поверхностных вод всего бассейна р. Черек Безенгийский.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Река Черек является наиболее значительным притоком р. Баксан. Длина реки – 76 км, площадь водосбора – 3070 км² [13]. Бассейн реки охватывает северный склон Главного хребта, Боковой и Скалистый хребты. В верховьях он разделен отрогами Бокового и Скалистого хребта на две части: западную (Черек Безенгийский) и восточную (Черек Балкарский), которые сливаются у северного подножья Скалистого хребта. Это место считается истоком р. Черек. Истоками реки Черек Безенгийский являются р. Безенги, берущая начало с самого большого долинного ледника Кавказа – Безенги, и р. Мижирги, берущая начало с одноименного ледника. Основными притоками р. Черек Безенгийский являются р. Думала и Карасу.

По данным В. Д. Панова с соавторами [13], преобладающим источником питания р. Черек с притоками является подземное (37,0–41,4%). На долю ледникового приходится 7,0–25,6% в зависимости от происхождения реки; на долю снегового – 22,1–30,9%. Дождевое питание характерно для всех рек и составляет 13,5–31,6% (наименьшее у рек ледникового питания).

В бассейне данной реки расположены один альплагерь и 3 поселка (Безенги, Кара-су и Бабугент), промышленных предприятий нет. Следовательно, заметного антропогенного влияния нет.

Исследование микрокомпонентного состава поверхностных вод было начато в 2013 году. Пробы воды отбирались в конце июня – июле в период интенсивного таяния ледников. Отбор проб выполнялся в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020. Поскольку производилось определение растворимой формы микроэлементов, все пробы фильтровались через мембранные фильтры с размером пор 0,45 мкм. Консервация проб для определения тяжелых металлов осуществлялась азотной кислотой (ОСЧ) из расчета 0,5 % в соответствии с ГОСТ Р 57162-2016. Транспортировка и хранение проб осуществлялись при температуре 2–5°C. Определение содержания тяжелых металлов (ТМ) проводилось с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) в соответствии с ГОСТ Р 51309-99 и методикой «Количественный химический анализ вод» фирмы-производителя прибора МГА-915. Авторами определены концентрации 11 металлов II-IV классов опасности. Классы опасности указаны для водных объектов рыбохозяйственного значения [14]¹.

В таблице 1 приведены названия пунктов отбора проб.

¹ Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приложение к приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года № 552 (с изменениями на 10 марта 2020 года)

Таблица 1. Список пунктов отбора проб**Table 1.** List of sampling points

№	Название	Расстояние от истока, км	№	Название	Расстояние от истока, км
1	р. Черек Безенгийский	9,05	10	р. Думала	12,1
2	р. Черек Безенгийский	11,0	11	руч. Шыкису	4,4
3	р. Черек Безенгийский	24,5	12	р. Кишлыксу	6,55
4	р. Черек Безенгийский	40,8	13	р. Шаудорсу	5,9
5	р. Черек Безенгийский	53,3	14	р. Карасу Безенгийский	15,7
6	р. Мижирги	3,2	15	родн. а/л Безенги	0
7	руч. Гитче-Наратлы	1,8	16	вдп Девичьи слезы	0
8	р. Беккамсу	3,8	17	ист. Испису (сероводородный)	0
9	р. Аккусу	5,3			

На рисунке 1 приведена карта-схема пунктов отбора проб. Номера створов на рисунке и в таблицах совпадают.

**Рис. 1.** Карта-схема расположения пунктов отбора проб**Fig. 1.** Map-scheme of the location of sampling points

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В бассейне р. Черек Безенгийский расположено 17 пунктов отбора проб, из них 5 непосредственно по руслу самой реки, 9 притоков ледникового и неледникового происхождения, 3 родника. Полученные результаты по концентрациям ТМ приведены в таблицах 2 и 3. В таблицах приведены средние значения концентраций за 8 лет наблюдений. В таблице 2 приведены данные по серебру. Этот элемент не включен в Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [14]. Он был добавлен в таблицу 2, поскольку серебро является одним из наиболее токсичных элементов для микроорганизмов и простейших.

Серебро и кадмий. Концентрации этих элементов очень низкие, в основном даже ниже кларковых значений. Так, концентрации серебра колебались в пределах 0,05–0,2 мкг/дм³. Еще более низкие концентрации характерны для кадмия и не превышают сотых долей мкг/дм³, что совпадает с имеющимися литературными данными [12]. Никаких закономерностей, связанных со сменой высотно-климатических зон при транзите от высокогорной до среднегорной зоны, для этих элементов не выявлено.

Молибден. В бассейне р. Черек Безенгийский нет геохимических аномалий с высоким содержанием молибдена. Соответственно, в поверхностных водах этого района концентрации этого элемента низкие и редко превышают кларковые значения. Несколько большим содержанием молибдена характеризуются воды родников. Авторами ранее отмечалось [15], что в родниковых водах горной зоны КБР содержание молибдена повышено по сравнению с поверхностными водами. Как и для других металлов, концентрации которых в поверхностных водах находятся в пределах кларковых значений, никаких закономерностей, связанных со сменой высотно-климатических зон, не выявлено.

Таблица 2. Концентрации микроэлементов II класса опасности (мкг/л) в водах верховьев р. Черек Безенгийский (коэффициент вариации)

Table 2. Concentrations of trace elements of hazard class II (µg/l) in the waters of the upper reaches of the river. Cherek Bezengi (coefficient of variation)

№	Ag	Cd	Mo	Pb
р. Черек Безенгийский				
1	0,05 (0,47)	0,02 (0,60)	0,18 (1,73)	0,70 (1,46)
2	0,11 (0,04)	0,04 (0,38)	0,45 (1,41)	0,97 (1,06)
3	0,07 (0,80)	0,02 (0,46)	0,71 (0,55)	0,84 (1,23)
4	0,08 (0,71)	0,02 (0,85)	0,73 (0,74)	0,69 (0,88)
5	0,18 (0,94)	0,01 (1,22)	0,86 (0,68)	1,60 (0,69)
Притоки р. Черек (Безенгийский)				
6	0,10 (0,65)	0,02 (0,07)	0,72 (0,59)	0,36 (1,73)
7	0,09 (0,72)	0,01 (1,41)	1,43 (0,51)	0,40 (1,27)
8	0,12*	0,01*	1,89*	0,74*
9	0,20 (1,01)	0,01 (1,30)	1,21 (0,10)	0,56 (0,58)
10	0,10*	0,01*	0,98*	0,51*
11	0,09 (0,36)	0,07 (1,18)	0,15 (0,89)	0,43 (1,33)
12	0,06 (0,87)	0,01 (0,21)	0,72 (0,31)	0,57 (0,43)
13	0,08 (0,21)	0,01*	1,53 (0,59)	0,41 (0,82)
14	0,10 (0,46)	0,01 (0,46)	1,01 (0,39)	0,29 (0,26)
Родники				
15	0,13 (0,07)	0,02 (0,09)	2,83 (0,32)	0,36 (1,41)
16	0,12 (0,43)	0,01 (1,41)	1,83 (0,37)	0,41 (0,20)
17	0,10 (0,34)	0,01 (0,80)	1,22 (0,72)	0,36 (0,39)
ПДК _{питьев.}	50	1	250	30
ПДК _{рыбхоз.}	-	5	1	6
Кларки речных вод	0,2	0,2	1	1

* – пробы отбирались однократно

Свинец. В бассейне р. Черек Безенгийский концентрации свинца не превышали кларковых значений и закономерностей в их динамике при смене высотно-климатических зон не выявлено.

Алюминий. Несмотря на наличие палеозойских гранитоидов, юрских и неоген-четвертичных вулканитов, в поверхностных водах бассейна р. Черек Безенгийский кон-

центрации алюминия были ниже, чем для бассейнов рек Баксан и Чегем [3, 16]. Возможно, незначительные зоны неогенового вулканизма, несравнимые по площади с Верхнечегемским вулканическим районом, не могли оказать существенного влияния на речные воды в бассейне р. Черек Безенгийский. В данном районе хорошо просматривается тенденция к снижению содержания алюминия как по основному руслу реки, так и в воде притоков при переходе от высокогорной к низкогорной зоне.

Мышьяк. В верховьях бассейна реки Черек от междуречья р. Чегем и р. Черек Безенгийский до р. Псыгансу расположено множество мышьяковых и полиметаллических рудопроявлений [17], рудные минералы в которых представлены халькопиритом, пиритом, сфалеритом, арсенопиритом и др. [18]. В связи с этим интересно отметить тот факт, что в трех водотоках бассейна р. Чегем (приток р. Гара-Аузусу, р. Булунгу-Суу и р. Сылык-Су), истоки которых находятся на границе бассейнов рек Чегем и Черек Безенгийский, концентрации мышьяка выше, чем во всех остальных водотоках [16]. В исследуемом районе только в воде двух ручьев неледникового происхождения (№ 8 и 9), являющихся левыми притоками реки, концентрации мышьяка заметно выше ПДК. Также повышенное содержание As отмечено для р. Думала (не превышая ПДК для питьевых вод). Это объясняется нахождением в верховьях р. Думала As-рудопроявления Чегет-Джора, а в верховьях ручьев Беккам-су и Аккусу – рудопроявления Шильдиген. Но они не приводят к заметному повышению концентраций мышьяка в водах р. Черек Безенгийский. Несмотря на наличие геохимических аномалий, в водах остальных водотоков бассейна р. Черек Безенгийский содержание мышьяка находится на уровне кларковых значений.

Таблица 3. Концентрации микроэлементов III и IV классов опасности (мкг/л) в водах верховьев р. Черек Безенгийский (коэффициент вариации)

Table 3. Concentrations of microelements of III and IV hazard classes ($\mu\text{g/l}$) in the waters of the upper reaches of the river Cherek Bezengiysky (coefficient of variation)

№	Al	As	Cr	Cu	Mn	Ni	Zn
р. Черек Безенгийский							
1	73,21(0,94)	1,46(0,32)	0,34(1,35)	2,49(0,76)	30,92(0,47)	1,87(1,33)	73,21(0,94)
2	83,21(0,69)	2,77(0,85)	0,83(0,66)	4,07(0,50)	44,99(0,05)	0,79(0,66)	83,21(0,69)
3	21,80(0,59)	2,11(0,75)	1,04(0,51)	2,85(0,64)	25,64(0,60)	0,66(0,83)	21,80(0,59)
4	15,73(1,20)	2,38(0,87)	1,07(0,77)	2,06(0,93)	15,48(0,61)	0,71(0,86)	15,73(1,20)
5	42,06(1,03)	2,71(0,88)	1,61(0,94)	3,31(0,80)	12,41(0,65)	0,99(0,66)	42,06(1,03)
Притоки р. Черек (Безенгийский)							
6	48,46(1,28)	0,76(0,99)	0,46(1,16)	2,85(0,84)	4,18(0,22)	0,62(0,74)	48,46(1,28)
7	58,90(0,45)	2,48(1,41)	0,97(0,51)	3,71(0,06)	3,37(0,51)	0,52(0,48)	58,90(0,45)
8	38,97*	10,30*	0,64*	1,93*	2,77*	1,01*	38,97*
9	60,91(0,44)	20,41(0,94)	1,04(0,48)	4,75(0,35)	2,92(0,68)	0,44(0,54)	60,91(0,44)
10	42,40*	8,27*	0,73*	3,14*	10,07*	1,01*	42,40*
11	97,81(1,44)	3,13(0,04)	0,91(0,30)	3,32(0,07)	5,13(1,28)	0,63(0,96)	97,81(1,44)
12	20,88(0,92)	0,98(0,98)	1,00(0,12)	4,24(0,08)	3,11(0,59)	0,87(0,34)	20,88(0,92)
13	22,62(1,06)	2,43*	1,02(0,56)	2,75(0,21)	2,87(0,66)	1,00(0,62)	22,62(1,06)
14	16,31(0,54)	0,90(0,97)	0,93(0,24)	2,84(0,60)	1,85(0,76)	0,71(0,71)	16,31(0,54)
Родники							
15	104,23(0,56)	1,49(0,65)	0,89(0,03)	4,65(0,03)	2,55(0,46)	0,66(0,79)	104,23(0,56)
16	15,14(1,42)	1,07(0,51)	0,92(0,39)	3,57(0,41)	1,44(0,91)	1,17(0,55)	15,14(1,42)
17	40,33(0,25)	1,04(0,49)	0,93(0,44)	2,98(0,55)	7,80(0,04)	0,93(0,15)	40,33(0,25)
ПДК _{питьев.}	500	10	500	1000	100	100	5000
ПДК _{рыбхоз.}	40	50	70	1	10	10	10
Кларки речных вод	160	2	1	7	10	2,5	20

* – пробы отбирались однократно

Хром. Концентрации хрома не превышали кларковых значений, и каких-либо закономерностей в их динамике при смене высотно-климатических зон выявлено не было. Если сравнивать с имеющимися литературными данными [12], то совпадающими пунктами отбора проб являются только створы на границе заповедника (№ 1 и 2). Выявленные нами концентрации почти в 4 раза ниже, что может быть связано с тем, что, во-первых, использовались мембранные фильтры с размером пор 0,45 мкм; во-вторых, в цитируемой работе, по-видимому, приведены результаты разового обследования (что, к сожалению, не указано), а авторами приводятся средние значения за 8 лет. Высокая вариабельность химического состава поверхностных вод – факт общеизвестный.

Медь. Содержание меди в поверхностных водах бассейна р. Черек Безенгийский колеблется в пределах 2–4 мкг/дм³, что в два раза ниже кларковых значений и хорошо совпадает с имеющимися литературными данными [10, 11]. Но во всех пробах были превышены ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Марганец. В поверхностных водах исследуемого региона концентрации марганца в основном русле реки закономерно снижались при переходе от высокогорной зоны к равнине. В верховьях бассейна воды обогащены марганцем, в низовьях концентрации этого элемента ниже кларковых значений.

Никель. Концентрации никеля более чем в два раза ниже кларковых значений. Каких-либо закономерностей в их динамике, связанных с изменением высотно-климатических зон, не выявлено.

Цинк. В бассейне р. Черек Безенгийский концентрации цинка закономерно убывают при смене высотно-климатических зон от высокогорья к среднегорью. Эта тенденция четко просматривается не только по руслу реки, но и для ее притоков. Точно такая же картина наблюдалась и в поверхностных водах бассейна р. Чегем [16]. С учетом высоких коэффициентов вариабельности наши данные хорошо совпадают с имеющимися литературными данными [10, 11]. Как и для Cu, во всех пробах превышен ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что только для двух металлов – марганца и цинка – выявлено закономерное снижение концентраций при изменении природно-климатических зон от высокогорья к среднегорью; для металлов, концентрации которых находятся в пределах кларковых значений (Ag, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb), закономерностей в динамике концентраций в поверхностных водах, связанных с переходом от высокогорной к среднегорной зоне, не выявлено; повышенные концентрации мышьяка (до 2 ПДК для питьевой воды), обнаруженные в двух водотоках, связаны с наличием геохимических аномалий. Во всех пробах наблюдается превышение ПДК по Cu и Zn для рыбохозяйственных водоемов. В целом поверхностные воды бассейна р. Черек Безенгийский имеют самый низкий уровень природного загрязнения потенциально токсичными элементами по сравнению с другими реками Кабардино-Балкарии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. Pollutant concentrations in mountain river waters in the upper Baksan area (Prielbrus'e National Park) and their seasonal variations // Water Resources. 2018. Vol. 45. No. 1. Pp. 120–126. DOI: 10.1134/S0097807818010153

2. Реутова Т. В., Дреева Ф. Р., Реутова Н. В. Природное и антропогенное загрязнение молибденом водных объектов Центрального Кавказа и его биоиндикация // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геохронология. 2018. № 2. С. 51–60. DOI: 10.7868/S0869780318020059.

3. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Khutuev A.M., Kerimov A.A. Features of aluminum concentrations in rivers of the mountain zone of the Central Caucasus // Russian Journal of General Chemistry. 2018. Vol. 88. No. 13. Pp. 2884–2892. DOI: 10.1134/S1070363218130091.

4. Чернышев И. В., Бубнов С. Н., Лебедев В. А., Гольцман Ю. В., Баирова Э. Д., Якушев А. И. Два этапа эксплозивного вулканизма Приэльбрусья: геохронология, петрохимические и изотопно-геохимические характеристики вулканитов и их роль в неоген-четвертичной истории Большого Кавказа // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 1. С. 100–130. DOI: 10.7868/S0869592X14010025.

5. Газаев М. А., Атабиева Ф. А., Жинжакова Л. З., Газаев М. М. Пространственно-временная изменчивость показателей качества воды высокогорной реки Черек Безенгийский // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2014. № 1. С. 23–32.

6. Газаев Х.-М. М., Атабиева Ф. А., Кучменова И. И., Жинжакова Л. З. Статистическая обработка многолетних данных по химическому составу воды реки Черек Безенгийский // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2015. № 2. С. 42–52.

7. Газаев Х.-М., Жинжакова Л. З., Иттиев А. Б. Многолетняя динамика химического состава вод реки Черек Безенгийский (левый исток р. Черек) // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2015. № 2(8). С. 122–126.

8. Атабиева Ф. А., Газаев Х. М., Жинжакова Л. З., Газаев М. М. Многолетняя динамика химического состава вод реки Черек Безенгийский (левый исток р. Черек) // В сборнике: Устойчивое развитие: проблемы, концепции, модели. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2017. С. 110–112.

9. Газаев Х.-М. М., Атабиева Ф. А., Кучменова И. И., Жинжакова Л. З. Особенности формирования химического состава воды ледниковой реки Черек Безенгийский // Вода: химия и экология. 2016. № 3(93). С. 73–77.

10. Газаев М. А., Жинжакова Л. З., Агоева Э. А., Газаев М. М. Исследование содержания микроэлементов в водах летнего паводка реки Черек Безенгийский // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. № 4(54). 2013. С. 82–86.

11. Газаев Х. М., Жинжакова Л. З., Атабиева Ф. А. Исследование содержания микроэлементов Zn, Mn, Cu в водах горных рек с ледниковым питанием // В сборнике: Устойчивое развитие: проблемы, концепции, модели. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2017. С. 127–129.

12. Жинжакова Л. З., Газаев Х.-М. М., Атабиева Ф. А. Пространственное распределение концентраций токсичных металлов Ni, Cr, Cd и Pb в водах верхнего течения рек Черек и Чегем // В сборнике: Устойчивое развитие: проблемы, концепции, модели. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2017. С. 149–152.

13. Панов В. Д., Базелюк А. А., Лурье П. М. Река Терек. Гидрография и режим стока. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом. 2015. 606 с.

14. Реутова Н. В., Реутова Т. В., Дреева Ф. Р., Керимов А. А., Хутуев А. М. Химический состав родниковых вод высокогорной и среднегорной зоны КБР // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. № 2(76). С. 83–89.

15. Реутова Н. В., Реутова Т. В., Дреева Ф. Р., Хутуев А. М. Микроэлементы в поверхностных водах бассейна реки Чегем // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 5(91). С. 57–63. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-5-91-57-63.

16. Письменный А. Н., Терещенко В. В., Перфильев В. А., Марченко Р. В., Попов С. А., Терещенко Л. А., Прокуронов П. В. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание 2-е. Серия Кавказская. Лист К-38-VIII, XIV (Советское). Объяснительная записка / Под ред. Грекова И. И. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ. 2002. 190 с.

17. Кайгородова Е. Н., Петров В. А. Мышьяковые и полиметаллические рудопроявления междуречья рек Чегем-Черек Балкарский (Кабардино-Балкарская Республика) // Разведка и охрана недр. 2016. № 2. С. 3–8.

Информация об авторах

Реутова Нина Васильевна, д-р биол. наук, вед. науч. сотр. Центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360010, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2;

reutova371@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9609-5870>

Реутова Татьяна Васильевна, ст. науч. сотр. Центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360010, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2;

reuttat@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0651-7230>

Дреева Фатима Робертовна, науч. сотр. Центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360010, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2;

f.dreeva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5119-9695>

Хутуев Ахмед Махмутович, науч. сотр. Центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360010, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2;

khutuev.a.m@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1215-8230>

REFERENCES

1. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. Pollutant concentrations in mountain river waters in the upper Baksan area (Prielbrus'e National Park) and their seasonal variations. *Water Resources*. 2018. Vol. 45. No. 1. Pp. 120–126. DOI: 10.1134/S0097807818010153.

2. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. Natural and anthropogenic molybdenum pollution of water bodies in the Central Caucasus and its bioindication. *Geo`kologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2018. No. 2. Pp. 51–60. DOI: 10.7868/S0869780318020059. (In Russian)

3. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Khutuev A.M., Kerimov A.A. Features of aluminum concentrations in rivers of the mountain zone of the Central Caucasus. *Russian Journal of General Chemistry*. 2018. Vol. 88. No. 13. Pp. 2884–2892. DOI: 10.1134/S1070363218130091.

4. Chernyshev I.V., Bubnov S.N., Lebedev V.A., Goltsman Y.V., Bairova E.D., Yakushev A.I. Two stages of explosive volcanism in the Elbrus area: geochronology, petrochemical and isotope-geochemical characteristics of volcanic rocks and their role in the Neogene-Quaternary history of the Greater Caucasus. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*.

[Stratigraphy. Geological correlation] 2014. Vol. 22. No. 1. Pp. 100–130. DOI: 10.7868/S0869592X14010025. (In Russian)

5. Gazaev M.A., Atabieva F.A., Zhinzhakova L.Z., Gazaev M.M. Spatio-temporal variability of water quality indicators of the high-mountain river Cherek Bezengiysky. *Vodnoe hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water management in Russia: problems, technologies, management]. 2014. No. 1. Pp. 23–32. (In Russian)

6. Gazaev X.-M.M., Atabieva F.A., Kuchmenova I.I., Zhinzhakova L.Z. Statistical processing of long-term data on the chemical composition of the water of the river Cherek Bezengiysky. *Vodnoe hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water management in Russia: problems, technologies, management]. 2015. No. 2. Pp. 42–52. (In Russian)

7. Gazaev X.-M., Zhinzhakova L.Z., Ittiev A.B. Long-term dynamics of the chemical composition of the waters of the River Cherek Bezengi (left source of the River Cherek). *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2015. No. 2(8). Pp. 122–126. (In Russian)

8. Atabieva F.A., Gazaev X.M., Zhinzhakova L.Z., Gazaev M.M. Long-term dynamics of water chemistry of the River Cherek Bezengiysky (left offspring of R. Cherek). *V sbornike: Ustojchivoe razvitie: problemy, koncepcii, modeli. Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [In the collection: Sustainable development: problems, concepts, models. Materials of the All-Russian Conference with International Participation]. 2017. Pp. 110–112. (In Russian)

9. Gazaev X.-M.M., Atabieva F.A., Kuchmenova I.I., Zhinzhakova L.Z. Features of the formation of the chemical composition of the water of the glacial river Cherek Bezengiysky. *Voda: himiya i ekologiya*. [Water: chemistry and ecology]. 2016. No. 3 (93). Pp. 73–77. (In Russian)

10. Gazaev M.A., Zhinzhakova L.Z., Agoeva E.A., Gazaev M.M. Research of the content of microelements in waters during summer high water of Cherek Bezengiysky river. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2013. No. 4(54). Pp. 82–86. (In Russian)

11. Gazaev X.M., Zhinzhakova L.Z., Atabieva F.A. The study of the trace elements Zn, Mn, Cu in the waters of the mountain rivers with glacial water. *V sbornike: Ustojchivoe razvitie: problemy, koncepcii, modeli. Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [In the collection: Sustainable development: problems, concepts, models. Materials of the All-Russian Conference with International Participation]. 2017. Pp. 127–129. (In Russian)

12. Zhinzhakova L.Z., Gazaev X.-M.M., Atabieva F.A. The spatial distribution of concentrations of toxic metals Ni, Cr, Cd and Pb in the waters of the upper reaches of the rivers Cherek and Chegem. *V sbornike: Ustojchivoe razvitie: problemy, koncepcii, modeli. Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [In the collection: Sustainable development: problems, concepts, models. Materials of the All-Russian Conference with International Participation]. 2017. Pp. 149–152. (In Russian)

13. Panov V.D., Bazelyuk A.A., Lur'e P.M., *Reka Terek: gidrografiya i rezhim stoka* (Terek River: Hydrography and Runoff Regime), Rostov-on-Don: Donskoi Izdatel'skii Dom, 2015. (In Russian)

14. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Kerimov A.A., Khutuev A.M. Chemical composition of spring water of high mountainous and middle mountainous zone of the KBR. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2017. No. 2(76). Pp. 83–89. (In Russian)

15. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Xutuev A.M. Trace elements in surface waters of the Chegem river basing. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2019. No. 5(91). Pp. 57–63. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-5-91-57-63. (In Russian)

16. Pismennyj A.N., Tereshhenko V.V., Perfilev V.A., Marchenko R.V., Popov S.A., Tereshhenko L.A., Prokuronov P.V. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1:200000*. [State Geological Map of the Russian Federation scale 1:200000]. Under the editorship of. Grekov I.I. Sheet K-38-VIII, XIV]. *Izdanie 2-e. Seriya Kavkazskaya. List K-38-VIII, XIV (Sovetskoe)* SPb.: Izd-vo SPb kartfabriki VSEGEI. 2002. 190 p. (In Russian).

17. Kaigorodova E.N., Petrov V.A. *My`sh`yakovy`e i polimetallicheskie rudoproyavleniya mezhdurech`ya rek Chegem-Cherek Balkarskij* (Arsenic and polymetallic ore signs between the rivers Chegem and Cherek Balkarsky. Kabardino-Balkarskaya Respublika). *Razved. Okhrana Nedr* [Exploration and protection of subsoil]. 2016. No. 2. Pp. 3–8. (In Russian)

Information about the authors

Reutova Nina Vasilievna, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Center for Geographical Research of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

reutova371@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9609-5870>

Reutova Tatyana Vasilievna, Senior Researcher, Center for Geographical Research of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

reuttat@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0651-7230>

Dreeva Fatima Robertovna, Research Associate, Center for Geographical Research of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

f.dreeva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5119-9695>

Khutuev Akhed Makhmutovich, Research Associate, Center for Geographical Research of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

khutuev.a.m@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1215-8230>