

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК 550,4:504.45

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ГОРНЫХ РЕК КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

© 2021 г. Г. С. Шилькрот^а, *, Т. М. Кудерина^а, Л. Г. Лобковская^а

^аИнститут географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: g.s.shilkrot@igras.ru

Поступила в редакцию 10.12.2019 г.

После доработки 12.10.2020 г.

Принята к публикации 02.03.2021 г.

Проведенные в мае 2019 г. исследования нескольких горных рек Республики Кабардино-Балкария выявили большую пространственную неоднородность химического состава вод — важнейшей экологической характеристики водотоков. Это обусловлено главным образом природными различиями их водного и вещественного питания в высокогорье и в среднегорье. К первому случаю относится р. Баксан, питающаяся талыми водами снежников и ледников. Вода реки маломинерализованная, гидрокарбонатно-кальциевого состава. Из микропримесей преобладают элементы, характерные для атмосферных осадков и для дренируемых рекой горных пород. Реки среднегорья (Черек, Гунделен и др.) получают уже значительное питание от подземных вод, более насыщенных химическими элементами из карбонатных горных пород и гипсов. Вода этих рек умеренно минерализованная, в ионном составе некоторых рек преобладают сульфаты и кальций. На содержание и состав микроэлементов в речных водах среднегорья влияют как горные породы, так и загрязненные атмосферные осадки и деятельность человека на водосборах. В составе микроэлементов в воде всех исследованных рек преобладают стронций, железо, марганец, барий, цинк, свинец, литий и т.д. Загрязняющего влияния г. Нальчик на микроэлементный состав воды р. Нальчик не обнаружено. Ранее отмечалось воздействие Тырныаузского комбината на воды р. Баксан. В реке ниже г. Тырныауз оказалось повышенным в сравнении с ее верховьем содержание вольфрама и молибдена.

Ключевые слова: горные реки, минерализация, главные ионы, микроэлементы, загрязнение, атмосферные осадки, горные породы, нормативы для питьевых вод

DOI: 10.31857/S2587556621030158

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в исследованиях химического состава речных и озерных вод в ландшафтах любого типа — равнинных и горных — основным лейтмотивом звучит тема их загрязненности. Хотя под этим подразумевается следствие и негативного влияния на водные объекты деятельности человека, и природных особенностей района исследования. При этом естественным источникам химических элементов не всегда уделяется достаточное внимание. Хотя их роль в формировании состава речных вод всегда очень важна, в том числе и для горных рек.

Особенностью горных рек и их отличия от равнинных является более сложный характер формирования химического состава их вод, сильно меняющийся по длине реки от истока к устью, т.е. от высокогорий к предгорью и далее при выходе на равнину. В высокогорье реки питаются, главным образом, талыми водами снежников и ледников и получают с ними современные и накопившиеся со временем в телах снежников и лед-

ников химические элементы. В среднегорье и в предгорьях, где, как правило, возрастает интенсивность биологических и, соответственно, химических процессов превращения веществ в ландшафтах, большую роль играет поступление в раствор химических элементов из горных пород водосборов. В результате растет обогащение ими речных и озерных вод. Но и освоение ландшафтов возрастает в направлении среднегорья и предгорья. Поэтому здесь имеют значение как природные источники поступления химических элементов в водный сток, так и антропогенное загрязняющее воздействие.

Цель исследования

На примере горных рек Республики Кабардино-Балкария охарактеризовать современный химический состав речных вод, показать пространственную неоднородность этой важнейшей экологической характеристики водотоков и оценить роль в ее формировании естественных и антропогенных факторов.

Район исследования

Республика Кабардино-Балкария как горная страна очень разнообразна по природным условиям (орографии, климату, подстилающим горным породам, почвам и растительности и т.д.). Орография горной страны предопределяет неоднородность распределения по высоте температуры воздуха и количества выпадающих осадков. Соответственно, для горной страны характерна вертикальная поясная дифференциация ландшафтов — от нивально-гляциального и альпийского поясов в высокогорьях, до лесного и лесостепного — в среднегорье и степного — в предгорной равнине. Наблюдается и пространственная неоднородность освоения ландшафтов, как по вертикальным поясам, так и в широтном плане.

Исследовались рр. Баксан, Терек, Черек, Нальчик и Гунделен, а также оз. Нижнее Голубое в бассейне р. Черек Балкарский.

Река Баксан является правым притоком р. Малка, впадающей в р. Терек на территории Кабардино-Балкарии. Истоки Баксана находятся в районе г. Эльбрус. Среднегодовой расход воды (с. Заюканово) — 33,6 м³/с. Воды реки используются в питьевых целях, а в среднегорье для орошения (Баксанская оросительная система). Серьезный антропогенный фактор воздействия на качественный состав речных вод Баксана — Тырныаузский вольфрамово-молибденовый комбинат.

Река Терек — истоки ее находятся на склонах Главного, или Водораздельного, хребта Большого Кавказа. Воды реки несут много взвеси. Река богата рыбой. Воды Терека используются для орошения (Терско-Кумский канал). Водозабор речных вод достигает 60% стока. Среднегодовой расход воды у станицы Каргалинской — 270 м³/с.

Река Черек — приток р. Баксан, образуется слиянием рр. Черек Балкарский и Черек Хулацкий, длина 76 км. Начало рекам дают ледники. Среднегодовой расход воды — 39,5 м³/с у с. Советское.

Река Нальчик — небольшой водоток, входит в бассейн р. Черек. Может испытывать влияние г. Нальчик (население 239,6 тыс. человек, 2020 г.). Осадков в районе г. Нальчика (высота ~500 м над ур. м.) выпадает от 500 до 2000 мм в год.

Река Гунделен — левый приток Баксана; истоки рек, образующих р. Гунделен, — на северных склонах хребта Шаукам.

Озеро Нижнее Голубое — небольшое по площади водной поверхности, расположено на высоте около 900 м над ур. м. По-балкарски оно называется либо Чирик-кель (т.е. “Голубое”) — из-за красивого бирюзового цвета воды и ее большой прозрачности (до 30 м), либо Церик-кель (т.е. “Вонючее”) — из-за ощущаемого близ водоема сильного запаха сероводорода. Это озеро — самое глубокое на Северном Кавказе, глубина более 200 м. Особенностью озера является также изли-

вающийся из него мощный поток вод, явно подземных, учитывая большую минерализацию озерной воды (до 1 г/л), отсутствие поверхностных притоков в озеро и малую площадь самого водоема.

Это карстовое озеро изучалось многими исследователями (Гигинейшвили и др., 1983; Кузнецов, 1928; Шилькрот, 1987). Особенности химического состава его вод и их повышенная минерализация свидетельствуют о свойствах питающих озеро подземных вод, характерных для региона исследования.

При оценке качественного состава речных вод рассматриваемого региона следует учитывать фактор обнаружения на северных склонах и в предгорьях центральной части Большого Кавказа значительных месторождений молибдена, вольфрама, сурьмы, висмута, алюминия, олова и свинцово-цинковых руд.

Разнообразие природных условий и характера освоения исследуемой горной страны предопределяет пространственную неоднородность условий водного и вещественного питания рек и может проявляться в интегрированном виде в существенных различиях качественного состава речных вод по территории.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наше исследование базируется на данных синхронно выполненной оценки качественного состава речных вод в ближайшем окружении г. Нальчик, а также р. Баксан в высокогорье и оз. Нижнее Голубое. Наблюдения проводились в мае 2019 г. Пункты наблюдений показаны на рис. 1.

Были отобраны пробы воды для химического анализа — определения макроэлементного состава и содержания в речных водах ~50 микроэлементов, включая токсичные элементы и тяжелые металлы.

На месте наблюдений определялись минерализация воды и активная реакция — pH. То и другое выполнялось с помощью портативных приборов-кондуктометра и pH-метра серий Hanna и pHер. В Москве, в лабораторных условиях, проанализировано содержание в воде анионов (методом титрования), катионов и микроэлементов методом ICP-MS, т.е. методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе Elan6100.

Результаты химического анализа проб воды представлены в табл. 1 и 2, на рис. 2. При обсуждении полученных результатов используются материалы ранее проведенных исследований в этом регионе: в 1980-х годах (Шилькрот, 1987) и в начале 2000-х годов (Кудерина и др., 2008; Шилькрот, Кудерина, 2012), а также из других литературных источников.

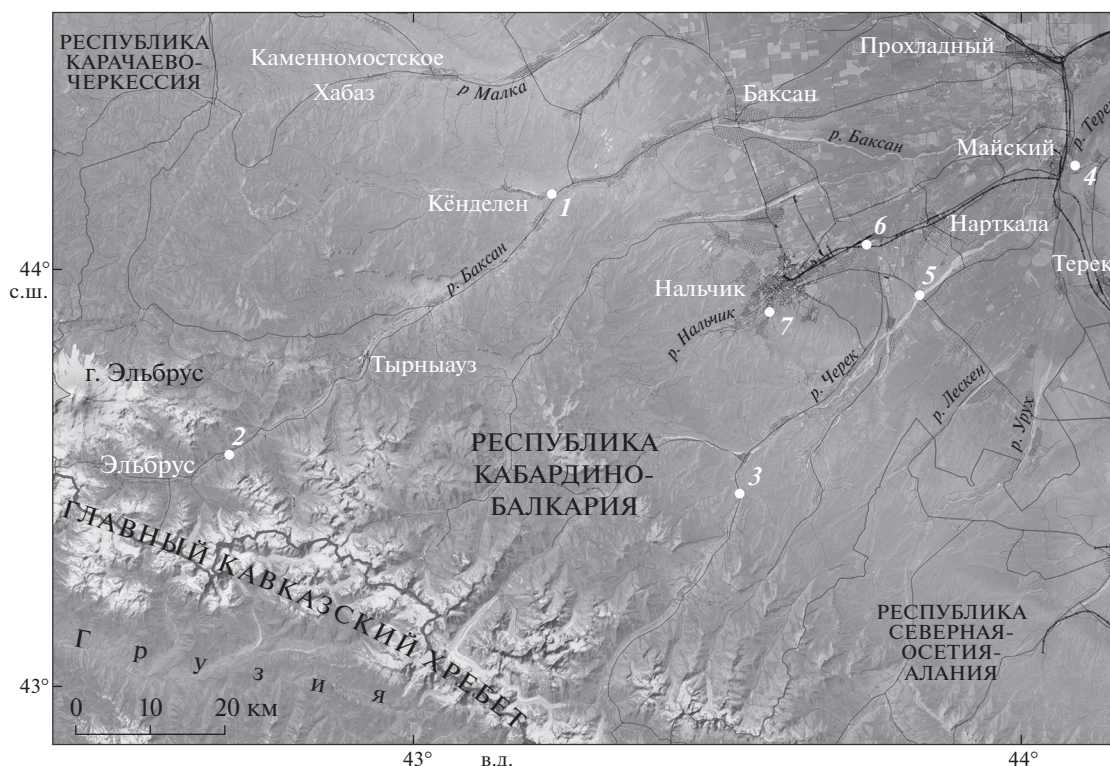


Рис. 1. Картограмма расположения пунктов наблюдения. Пункты: 1 – на р. Гунделен, перед впадением ее в р. Баксан; 2 – на р. Баксан, ниже пос. Нейтрино; 3 – на оз. Нижнее Голубое; 4 – на р. Терек; 5 – на р. Черек; 6 – на р. Нальчик, ниже города; 7 – на р. Нальчик, до города.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные позволяют составить химическую характеристику речных вод региона и таким образом оценить их современное экологическое состояние. Также исследование дает возможность установить связи химического состава

речных вод с факторами его формирования, как природными, так и антропогенными.

Макроэлементный состав речных вод. Река Баксан, питающаяся талыми водами снежников и ледников, отличается от других исследуемых рек наименьшей величиной минерализации воды. Состав воды р. Баксан гидрокарбонатно-кальци-

Таблица 1. Гидрохимические показатели речных и озерных вод района исследования, май 2019 г.: минерализация воды (М – как сумма ионов) и основные ионы, мг/л

Место отбора проб*	pH	М	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
1. р. Гунделен	7.8	554	134 (2.2)	277 (5.8)	167 (8.3)	20.2 (1.7)	5.6 (0.2)	2.2 (0.1)
2. р. Баксан	7.3	149	91.5 (1.5)	22.6 (0.4)	25.3 (1.3)	7.0 (0.6)	7.7 (0.3)	2.3 (0.1)
3. оз. Нижнее Голубое	7.7	633	122 (2.0)	—	—	—	—	—
4. р. Терек	7.0	297	140 (2.3)	51 (1.1)	68.3 (3.4)	11.8 (1.0)	13.2 (0.6)	2.6 (0.1)
5. р. Черек	7.9	351	91.5 (1.5)	102 (2.1)	74.6 (3.7)	11.0 (0.9)	16.6 (0.7)	2.7 (0.1)
6. р. Нальчик	8.1	241	104 (1.7)	36.9 (0.8)	58.1 (2.9)	5.5 (0.4)	8.2 (0.4)	1.8 (0.04)
7. р. Нальчик	7.6	182	91.5 (1.5)	24.6 (0.5)	72.1 (3.6)	4.3 (0.4)	4.4 (0.2)	1.9 (0.05)

Примечание. В скобках – содержание ионов в мг-экв; * см. рис. 1.

Таблица 2. Экстремальные концентрации растворенных в речных водах микроэлементов: высокие (Sr, Fe) и низкие (W, Bi и др.), мкг/л, май 2019 г.

Место наблюдения*	Sr	Fe	Bi	W	Cd
1	2820	1134	0.004	<0.003	0.06
2	81.3	346	0.007	0.08	0.02
4	425	1745	0.04	0.06	0.71
5	1353	207	0.005	0.01	0.02
6	762	93.1	0.003	0.03	0.02
7	535	2124	0.02	0.01	0.08
Норма СанПин**	7000	300	100	50	1

Примечание. * См. рис. 1; ** СанПин 2.1.4. 1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические нормативы ... (с изменениями на 2 апреля 2018 г.); Sn везде очень мало, <0.02 мкг/л.

евый, при хорошем соответствии между содержанием гидрокарбонатов и кальция (мг-экв), см. табл. 1. Для рр. Черек и Гунделен (см. табл. 1), как и для оз. Нижнее Голубое (Шилькрот, 1987), основными ионами в солевом составе вод являются уже сульфаты и кальций. Это связано с участием в вещественном питании этих объектов гипсоносных пород, обогащающих поверхностные и подземные воды указанными ионами. Реки Гунделен и Черек выделяются среди рек региона наиболее минерализованной водой и повышенной ее жесткостью (сумма ионов кальция и магния), выше 7.0 мг-экв. Из-за показателя жесткости и повышенного содержания сульфатов вода вышеуказанных рек, как и оз. Нижнее Голубое, не соответствует гигиеническим нормам для питьевых вод.

Микроэлементный состав речных вод. Из микроэлементов в речных водах исследуемого региона преобладают стронций, железо, барий, цинк, марганец, литий и др. (см. табл. 2 и рис. 2). Мак-

симум Sr отмечается в водах рр. Гунделен и Черек, Fe – в рр. Нальчик (перед городом, после ливней), Терек и Гунделен, Mn – в рр. Терек и Нальчик – после ливней, Ba – в р. Нальчик (после ливней), Zn – в рр. Терек, Нальчик (после ливней) и Гунделен, Pb – в рр. Терек и Нальчик (после ливней).

Вода р. Терек выделяется среди рек региона более высоким содержанием многих элементов: цинка, лития, марганца, свинца, кадмия и мышьяка. Вместе с тем, содержание всех микроэлементов в воде Терека, за небольшим исключением, как и в других реках, значительно ниже нормативов для питьевых вод. Нормативы превышены по Fe и Mn в нескольких реках: по первому элементу в 4–7 раз для рр. Терек, Гунделен, Нальчик (до города, после ливней) и в 1.5 раза – по второму (рр. Терек и Нальчик – после ливней).

Факторы, определяющие химический состав речных вод. Для р. Баксан характерен в направлении от высокогорья к среднегорью и предгорью рост минерализации речной воды и содержания в ней некоторых микроэлементов – As, Cr и Sr, особенно последнего (Шилькрот, Кудерина, 2012). Это обусловливается, несомненно, влиянием обогащенных стронцием терригенно-карбонатных отложений (Дьяченко, 2004). Но существует влияние на состав вод этой реки и деятельности Тырныаузского комбината. В сравнении с водами верховья Баксана содержание молибдена в речной воде ниже Тырныауза повышалось с 0.08 до 6.3 мкг/л, вольфрама – с 0.01 до 0.13 мкг/л (Шилькрот, Кудерина, 2012). В мае 2019 г. содержание вольфрама в р. Баксан (до Тырныауза) составляло 0.08 мкг/л, молибдена – 1.3 мкг/л.

Заметим, что проведенными ранее наблюдениями (Кудерина и др., 2008; Шилькрот, Кудерина, 2012) в верховье р. Баксан – выше п. Азау – в

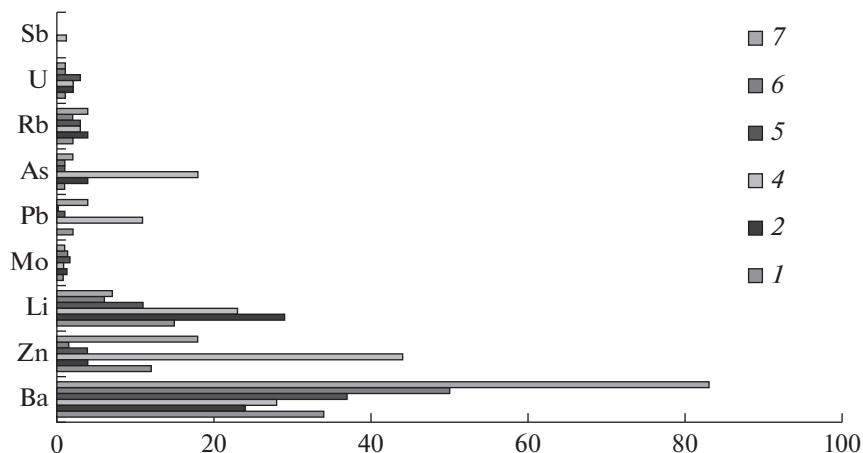


Рис. 2. Содержание растворенных в речных водах микроэлементов, мкг/л, май 2019 г. Пункты 1–7 (см. рис. 1).

речной воде отмечалась незначительная концентрация Zn. То же самое оказалось и в мае 2019 г., в пункте ниже Азау. Однако в снежном покрове южного склона г. Эльбрус (на высоте 2.5 тыс. м и выше) содержание этого элемента всегда было повышенным. Другими авторами обнаружены значительные концентрации цинка (до 8 мкг/л) в зимнюю межень 2018 г. в воде р. Малка, текущей со склонов Эльбруса (Чередник, Жинжакова, 2019).

Данные 2019 г. свидетельствуют в основном о значительной роли природных факторов в формировании качественного состава речных вод в ландшафтах среднегорья. Главными из этих факторов можно считать горные породы и подземные воды. Влияние их отражено как в ионном составе речных вод, так и в составе микроэлементов. На примере р. Нальчик можно оценить влияние на микроэлементный состав речной воды металлоносных месторождений, о которых выше упоминалось.

Наблюдениями на р. Нальчик после ливневых дождей (пункт перед городом) была отмечена большая мутность речной воды, указывающая на высокий смыв в реку взвеси. Из-за ливневого стока могло повыситься в речной воде содержание некоторых микроэлементов в составе взвеси. Но такое повышение произошло и для растворенных форм микроэлементов (см. табл. 2, рис. 2 и далее в тексте).

После ливней содержание многих микроэлементов в воде р. Нальчик возросло в несколько раз в сравнении с наблюдениями до ливней (в пункте ниже города). Концентрация Co и Ni выросла в 25–24 раза, Zr в 10 раз, V в 8 раз, Cr и Nb в 6 раз. Содержание же Mo, наоборот, снизилось в 7 раз.

Об атмосферных осадках как источнике химических элементов для рек рассматриваемого района можно косвенно судить по данным мониторинга за их фоновым составом, осуществляемого Росгидрометом (Обзор..., 2019). По этим данным, современное содержание в осадках Кавказского биосферного заповедника типичных загрязнителей атмосферы — свинца, кадмия, ртути и меди — имеет разброс среднегодовых величин (от минимума до максимума) до 10 и более раз (табл. 3).

Из табл. 3 можно видеть, что в последние годы загрязнение атмосферных осадков рядом тяжелых токсичных металлов не снижается, а, наоборот, возрастает. Следовательно, растет и поступление их в ландшафты и в реки, особенно если учесть, что в высокогорье и в среднегорье рассматриваемого региона количество самих атмосферных осадков значительно. Заметим, что указанные повышенные концентрации меди и ртути в атмосферных осадках не выходят за пределы питьевых нормативов. Но эти же концентрации превышают в 10 и более раз ПДК для рыбохозяй-

Таблица 3. Среднегодовые фоновые концентрации Pb, Cd, Hg и Cu в атмосферных осадках, мкг/л

Год	Элемент			
	Pb	Cd	Hg	Cu
1982–2018 гг.	0.3–1.8	0.02–0.13	0.01–2.0	1–10
2018 г.	1.8	0.06	0.43	10
Максимум, год	2011–2018	2009–2010	2017	2018

Составлено по: (Обзор..., 2019).

ственных водоемов, составляющих 1 и 0.01 мкг/л соответственно.

О степени влиянии загрязненных атмосферных осадков на речные воды можно было бы судить по данным, полученным для р. Нальчик в мае 2019 г. После ливней в воде р. Нальчик (до города) повысились концентрации Pb — в 14 раз, Zn — в 11 раз, Cu — в 7 раз и Cd — в 4 раза в сравнении с их содержанием в речной воде до ливней, в пункте ниже города. Однако этот рост концентраций ряда химических элементов (наряду с другими, отмеченными выше) мог быть вызван не только влиянием загрязненных атмосферных осадков, но и вымыванием этих элементов из горных пород и переносом в реку ливневым стоком. Заметим, что из-за ливней резко повысилось в воде р. Нальчик также содержание железа и марганца, а этих элементов не бывает в большом количестве в составе атмосферных осадков. И концентрация ртути после ливневого стока не менялась в речной воде, оставаясь ниже предела определения, 0.01 мкг/л. Так же мало было Hg в воде всех других рек региона.

Не обнаружилось в период наших наблюдений влияния г. Нальчик на химический состав воды р. Нальчик. Но его отмечают исследователи из г. Нальчика (Жинжакова, Чередник, 2019), осуществляющие с 2011 г. мониторинг за качественным составом вод р. Нальчик в разные сезоны и в створах выше и ниже города. По их данным, основное загрязняющее воздействие города и других поселений проявляется в повышении содержания в речной воде аммонийного азота и нитритов. Эти авторы считают также, что антропогенный фактор добавляет к качественному составу речной воды Pb, Zn, Mo. Они также обращают внимание на значительные колебания концентраций Ag в воде по длине реки — от 0.02 до 0.7 и даже 3.3 мкг/л, с максимумом, как на фоновом участке, где нет антропогенных воздействий, так и в курортной зоне г. Нальчика. По нашим данным, содержание в воде р. Нальчик этого элемента незначительно (0.02 мкг/л) — до и ниже города. Максимум Ag (0.065 мкг/л) был зафиксирован в воде р. Баксан, минимум — в р. Гунделен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования нескольких горных рек (Баксан, Нальчик, Черек, Терек и др.) на территории Кабардино-Балкарии, выполненного в мае 2019 г. и дополненного данными 1980-х и начала 2000-х годов, показали:

— реки региона различаются по химическому составу воды, являющемуся важнейшим экологическим показателем их состояния. Эти различия, или пространственная неоднородность химического состава речных вод, обуславливаются, главным образом, природными особенностями водного и вещественного питания водотоков в условиях высокогорных и среднегорных ландшафтов. По-разному влияет на состав речных вод и антропогенный фактор, действующий через доставку химических элементов с загрязненными атмосферными осадками и со стоками с освоенных водосборов, в частности с территорий городов Тырныауз и Нальчик;

— в высокогорье — р. Баксан получает химические элементы из талых вод снежников и ледников и дренируемых горных пород. Речная вода маломинерализованная, гидрокарбонатно-кальциевого состава;

— в среднегорье — для рр. Нальчик, Черек, Терек и Гунделен значительна в их питании роль подземных вод, насыщенных химическими элементами из дренируемых ими карбонатных отложений и гипсов. Вода многих рек умеренно-минерализованная, ионный состав воды некоторых рек (рр. Гунделен и Черек) сульфатно-кальциевый, и жесткость воды повышенная. Из-за высоких показателей содержания сульфатов и жесткости вода рр. Гунделен и Черек, как и оз. Нижнее Голубое, не соответствуют нормативам для вод питьевого назначения;

— в микроэлементном составе воды всех рек преобладают стронций, железо, марганец, барий, цинк, свинец, литий и др. Вода р. Терек выделяется повышенным содержанием многих микроэлементов;

— состав и содержание микроэлементов в речных водах среднегорья формируются под влиянием горных пород, загрязненных атмосферных осадков и деятельности человека на водосборе. Очень важным фактором оказывается поступление веществ с подземными водами и с ливневым стоком с водосборов;

— содержание большого ряда микроэлементов, присутствующих в речных водах региона, оказалось ниже нормативов для питьевых вод. Исключение составили только концентрации Fe и Mn. По первому элементу нормативы превышены в 4–7 раз для рр. Терек, Гунделен и Нальчик (после ливней, перед городом), а по Mn — в 1.5 раза для рр. Терек и Нальчик (после ливней);

— влияния г. Нальчик на содержание макро- и микроэлементов в воде р. Нальчик не обнаружено. Другими исследователями отмечается заметное присутствие в речной воде ниже города аммонийного азота и нитритов, что свидетельствует о загрязнении реки органическими соединениями. На воды р. Баксан воздействует Тырныаузский вольфрамowo-молибденовый комбинат. Ниже г. Тырныауз в речной воде в несколько раз повышено в сравнении с верховьем реки содержание вольфрама и молибдена.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Института географии РАН № 0148-2019-0007 “Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования”.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography, RAS no. 0148-2019-0007 “Assessment of physical, geographical, hydrological and biotic changes in the environment and their consequences for the foundation of sustainable environmental management”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гигинеишвили Г.Н., Гвахария В.К., Маткава Д.И., Канделаки В.В., Монишвили Д.М. Чирик-кель — глубочайшее карстовое озеро СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1983. № 1. С. 83–90.
- Дьяченко В.В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, 2004. 267 с.
- Жинжакова Л.З., Чередник Е.А. Компонентный состав загрязнения водотока рек Нальчик — Урвань в периоды зимней межени и летнего половодья // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: Материалы VIII Международ. науч. конф. (Белгород, октябрь 2019) / под ред. М.А. Польшиной. Белгород: ИД “Белгород”, НИУ “БелГУ”, 2019. С. 126–134.
- Кудерина Т.М., Шилькрот Г.С., Кудиков А.В. Качество поверхностных вод горных ландшафтов Северного Кавказа // Геоэкологические проблемы современности. Докл. 2-й Международ. конф. (Владимир, сентябрь 2008). Владимир—М., 2008. С. 124–126.
- Кузнецов И.Г. Озеро Церик-кель и другие формы карста в известняках Скалистого хребта на Северном Кавказе // Изв. РГО. 1928. Т. 60. Вып. 2. Л.—М.: Гос. изд-во. С. 294–296.
- Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2018 год / отв. ред. Г.М. Черногаева. М.: Росгидромет, 2019. 227 с.
- Чередник Е.А., Жинжакова Л.З. Динамика содержания микропримесей в водах ледниковой реки Малка (Кабардино-Балкария) // Проблемы природо-

пользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: Материалы VIII Международ. науч. конф. (Белгород, октябрь 2019) / под ред. М.И. Польшиной. Белгород: ИД "Белгород", НИУ "БелГУ", 2019. С. 191–194.

Шилькрот Г.С. Карстовые озера — их свойства и отклик на антропогенные воздействия // Трансформация горных экосистем Большого Кавказа под

влиянием хозяйственной деятельности. М.: ИГ АН СССР, 1987. С. 78 — 90.

Шилькрот Г.С., Кудерина Т.М. Геохимия речных и озерных вод разных географических ландшафтов // Вопросы географии. Сб. 133. Географо-гидрологические исследования. М.: ИД "Кодекс", 2012. С. 418–430.

Spatial Heterogeneity of Water Chemical Composition of Mountain Rivers of the Republic of Kabardino-Balkaria

G. S. Shilkrot¹, *, T. M. Kuderina¹, and L. G. Lobkovskaya¹

¹Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*e-mail: g.s.shilkrot@igras.ru

The research, conducted in May 2019, of several mountain rivers of Kabardino-Balkaria revealed a large spatial heterogeneity of their waters' chemical composition as the most important environmental characteristic. This is mainly due to natural factors, namely, differences in their water and material feeding in the highlands and the middle mountains. In the first case, the rivers (Baksan River) are fed by snowfield and glaciers' melt-water. Their water is low mineralized, with hydrocarbonate-calcium composition. Of the micro-impurities in river water, elements characteristic of both polluted precipitation and drained rocks predominate. In the middle mountains, rivers receive significant feeding from groundwaters, more saturated with chemical elements from the rocks drained by them. The water of these rivers is the most mineralized (rivers Cherek, Gundelen), its composition is dominated by Ca and SO₄ (calcium and sulfates). The content of trace elements in the water of these rivers reflects the influence of drained runoff rocks. Trace elements enter the river as an underground tributary, as well as with stormwater floodwaters from the catchment. River waters of the study area dominated by Sr, Fe, Mn, Ba, Zn, Pb, Li, etc. No changes in the composition of trace elements in the water of the Nalchik River downstream city of Nalchik were detected. It was noted the influence of the Tyrnauz plant on the qualitative composition of the Baksan River's water. Downstream the city of Tyrnauz the W and Mo content was increased several times in comparison with the river upper part.

Keywords: mountain rivers, mineralization, trace elements, rocks, groundwater, precipitation, storm runoff, drinking water standards

REFERENCES

- Cherednik E.A., Zhinzhakova L.Z. Dynamics of the content of microimpurities in the waters of glacial river Malka (Kabardino-Balkaria). In *Problemy prirodopol'zovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeiskoi Rossii i na sopredel'nykh territoriyakh: Materily VIII Mezhd. nauchn. konf.* [Problems of Nature Management and Ecological Situation in European Russia and Adjacent Territories: Proc. VIII Int. Sci. Conf.]. Pol'shina M.A., Ed. Belgorod: Belgorod Publ., Belgorod. Gos. Univ., 2019, pp. 191–194. (In Russ.).
- D'yachenko V.V. *Geokhimiya, sistematika i otsenka sostoyaniya landshaftov Severnogo Kavkaza* [Geochemistry, Systematics and Assessment of Landscapes of the North Caucasus]. Rostov-on-Don, 2004. 267 p.
- Gigineishvili G.N., Gvakharia V.K., Matkova D.I., Kandelaki V.V., Monishvili D.M. Chirik-Kel lake is the deepest karst lake of the USSR. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1983, no. 1, pp. 83 — 90. (In Russ.).
- Kuderina T.M., Shilkrot G.S., Kudikov A.V. Surface water quality of mountain landscapes of the North Caucasus. In *Geoekologicheskie problemy sovremennosti. Dokl. 2 Mezhdunar. Konf.* [Geoecological Problems of Our Time. Reports of the 2 Int. Conf.]. Vladimir, 2008, pp. 124–126. (In Russ.).
- Kuznetsov I.G. Lake Tserik-kel and other forms of karst in the limestone of the Rocky ridge in the North Caucasus. *Izv. Russ. Geogr. O-va*, 1928, vol. 60, no. 2, pp. 294–296. (In Russ.).
- Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii za 2018 god [Review of the State and Pollution of the Environment in the Russian Federation for 2018]. Chernogaeva G.M., Ed. Moscow: Rosgidromet, 2019. 227 p.
- Shilkrot G.S. Karst lakes — their properties and response to anthropogenic impact. In *Transformatsiya gornyykh ekosistem Bol'shogo Kavkaza pod vliyaniem khozyaystvennoi deyatel'nosti* [Transformation of Mountain Ecosystems of the Greater Caucasus under the Economic Activity]. Moscow: Inst. Geogr. Akad. Nauk SSSR, 1987, pp. 78–90. (In Russ.).
- Shilkrot G.S., Kuderina T.M. Geochemistry of river and lake waters of different geographical landscapes. In *Vo-prosy geografii* [Problems of Geography]. Vol. 133: *Geografo-Gidrologicheskie Issledovaniya* [Geographic and Hydrological studies]. Moscow: Kodeks Publ., 2012, pp. 418–430. (In Russ.).
- Zhinzhakova L.Z., Cherednik E.A. Composition of pollution of the water course Nalchik — Urvan during period of winter low water and summer high water. In *Problemy prirodopol'zovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeiskoi Rossii i na sopredel'nykh territoriyakh: Materily VIII Mezhd. nauchn. konf.* [Problems of Nature Management and Ecological Situation in European Russia and Adjacent Territories: Proc. VIII Int. Sci. Conf.]. Pol'shina M.A., Ed. Belgorod: Belgorod Publ., Belgorod. Gos. Univ., 2019, pp. 126–134. (In Russ.).