

Научная статья  
УДК 551. 324. 2+ 556.5  
DOI 10.46698/VNC.2024.83.38.001

## Распределение тяжелых металлов в р. Баксан от истоков до выхода в предгорную зону

Оксана Альбертовна Курашева

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», младший научный сотрудник лаборатории гляциологии отдела стихийных явлений, г. Нальчик, КБР, Россия, oks.anchik@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты за 2019 г. исследования содержания тяжелых металлов (ТМ) в р. Баксан и ее притоках первого порядка, начиная от истока до с. Заюково вниз по течению. Особое внимание уделяется р. Гижгит, протекающей в 15 км от работавшей ранее обогащательной фабрики Тырныаузского вольфрам-молибденового комбината (ТВМК), в русле которой находится третье (основное) хвостохранилище. Цель работы: дать пространственно-временную характеристику распределения концентрации ТМ в р. Баксан, а также ее притоках. Выявить влияние ТВМК на качество воды в упомянутой реке. Результаты химического анализа проб воды выявили максимум концентрации Mn в пробах р. Баксан, выше г. Тырныауза (45,0 мкг/л). Для р. Гижгит концентрации Mn составили 28,4 мкг/л. Концентрации остальных ТМ в отобранных пробах были в пределах ПДК, либо ниже предела обнаружения. Сравнение результатов анализа с содержанием других ТМ в разных точках отбора в р. Баксан, а также с данными других авторов выявили систематические загрязнения воды Mo, Pb, Zn, Cu, Cr и Ni за разные гидрологические периоды, что свидетельствует о влиянии ТВМК на качество воды р. Баксан.

**Ключевые слова:** Тырныаузский вольфрам-молибденовый комбинат, р. Баксан, р. Гижгит, тяжелые металлы

**Для цитирования:** Курашева О.А. Распределение тяжелых металлов в р. Баксан от истоков до выхода в предгорную зону // Вестник Владикавказского научного центра РАН. 2024. Т. 24. № 2. С. 84–87. DOI 10.46698/VNC.2024.83.38.001

## Distribution of heavy metals in the Baksan river from its source to its outlet in the foothill zone

Oksana A. Kurasheva

FGBU «High Mountain Geophysical Institute», junior researcher of the glaciology laboratory of the natural phenomena department. Nalchik, KBR, Russia, oks.anchik@mail.ru

**Abstract.** This article presents the results of the study of heavy metal (HM) content in the Baksan River and its tributaries of the first order, starting from the source to the village of Zayukovo downstream for 2019. Gizhgит, flowing 15 km from the enrichment plant of Tyrnyauz tungsten-molybdenum combine (TVMK), in the channel of which there is a third (main) tailings dump. Purpose of work: to give spatial and temporal characterization of distribution of TM concentration in the Baksan River, as well as its tributaries. To reveal the influence of TWMC on water quality in the mentioned river. The results of chemical analysis of water samples revealed maximum Mn concentration in the Baksan River samples upstream of Tyrnyauza (45.0 µg/l). For the river Gizhgит Mn concentrations amounted to 28.4 µg/l. Concentrations of other TMs in the selected samples were within MPC or below the detection limit. Comparison of the analysis results with the content of other TMs in different sampling points in the Baksan River, as well as with the data of other authors revealed systematic water pollution of Mo, Pb, Zn, Cu, Cr and Ni for different hydrological periods, which indicates the influence of TWMC on the water quality of the Baksan River.

**Key words:** Tyrnyauz tungsten-molybdenum combine, Baksan river, Gizhgит river, heavy metals. Baksan River, Gizhgит River, heavy metals

**For citation:** Kurasheva O.A. Distribution of heavy metals in the Baksan river from its source to its outlet in the foothill zone // Bulletin of the Vladikavkaz Center of the Russian Academy of Sciences. 2024. Vol.24. No.2. P. 84–87. DOI 10.46698/VNC.2024.83.38.001

По мере нарастания темпов развития в большинстве случаев наблюдается одновременное увеличение потребления воды для использования в личных, коммерческих и сельскохозяйственных целях. Таким образом, водные ресурсы могут служить косвенным индикатором существующего уровня социального и экономического развития [7]. Тыр-

ныаузский вольфрам-молибденовый комбинат (ТВМК) являлся основным, крупным объектом техногенного загрязнения окружающей среды в Кабардино-Балкарской Республике [4]. ТВМК хвостохранилище детально описано во многих современных научных работах, посвященных этой проблеме. Хвостохранилище представляет скопление в устье

реки Гижгит (левый приток р. Баксан), осевшей твердой фазы хвостов – отходов обогащения руды в виде мелкозернистой грунтовой массы, содержащей в себе около 30 разновидностей химических соединений, в том числе высокотоксичных, удерживаемых плотной из каскада насыпных грунтовых дамб. Сток р. Гижгит отводится по специальному отводному тоннелю [9].

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2019 г. в период зимней межени был проведен отбор проб воды р. Баксан и ее притоков для последующей оценки химического состава рек. Определение концентрации ТМ в пробах речных вод производилось в Высокогорном геофизическом институте в отделе физики облаков (ОФО) – лаборатории аналитической химии. Анализ проб производился атомно-абсорбционным методом на спектрометре МГА–915 [11]. В отобранных пробах лабораторным методом выявлялось содержание 9 ТМ: Cr, Ni, Mo, Mn, Pb, Zn, Ag, Cu – современных приоритетных загрязнителей окружающей природной среды.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для исследования концентрации ТМ выбрана река ледникового питания Центрального Кавказа бассейна р. Терек – р. Баксан. Истоком р. Баксан служат талые воды ледников южного сектора оледенения Эльбурского вулканического центра. Длина реки 169 км, площадь бассейна водосбора 6 800 км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход воды Баксана у с. Заюково составляет 34 м<sup>3</sup>/с (объем стока 1,073 км<sup>3</sup>/год). Питание реки смешанное, с участием ледникового. Максимальный сток воды в июне – августе, когда интенсивно тают ледники. Для этого типа рек

характерно совпадение минимальной минерализации с максимальным расходом вод реки [5, 12].

Река Гижгит является левым притоком р. Баксан. Устье реки расположено на расстоянии в 15 км ниже обогатительной фабрики г. Тырныауз. Питание смешанное: родниковое и снежно-дождевое. Длина реки – 28,7 км, имеет более 20 малых притоков [4]. В *таблице* приводятся результаты химического анализа проб речных вод в бассейне р. Баксан за зимнюю межень 2019 г.

В отобранных пробах воды в зимнюю межень максимум концентрации Mn, что характерно для всех рек, за исключением р. Азау. В пробах реки Гижгит концентрации Mn 28,4 мкг/л, максимум концентрации Mn содержался в пробах р. Баксан, выше г. Тырныауза (45,0 мкг/л). Содержание остальных ТМ в отобранных пробах было в пределах ПДК, либо ниже их предела обнаружения, за исключением Ni (8,5 мкг/л) в р. Баксан – ниже с. Заюково.

Однако авторами других работ получены различные концентрации за разные периоды. В работе [3] отмечено, что за период наблюдения (2002–2010 гг.) максимальное значение Zn зафиксировано в р. Гижгит (5,3 ПДК), что свидетельствует о загрязнении долины этого притока, возникающем вследствие ветрового рассеяния аэрозолей, содержащихся в хемоземе.

Высокое значение концентраций Mo в водах Гижгита эпизодически появлялось во время сброса из «прудоотстойника» ТВМК. Постоянное же загрязнение вод Баксана происходит за счет стабильного стока дренажных вод из «хвостохранилища» на 55-м км реки в районе с. Былым. Систематическое загрязнение воды Mo, Pb, Zn, Cu прослеживается от 40 до 70 км (с. Бедык). Несмотря на то, что свежих поступлений во 2-е «хвостохранилище» не было более 30 лет, в водах р. Баксан неоднократно прослеживались концентрации Mo с 2–16-кратным

Таблица

Концентрации ТМ в речных водах в бассейне р. Баксан (мкг/л)

| Категория проб                                  | Mo   | Pb   | Ni   | Cr   | Mn   | Zn   | Ag   | Cu   |
|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| р. Азау                                         | 0,21 | 2,0  | 0,48 | 0,76 | 0,56 | 0,51 | н/о  | 1,5  |
| р. Баксан – выше с. Нейтрино                    | н/о  | 7,0  | 1,42 | н/о  | 29,6 | 0,70 | н/о  | 0,21 |
| р. Баксан – выше с. В. Баксан                   | н/о  | 0,75 | н/о  | 1,16 | 32,2 | 0,64 | н/о  | 0,52 |
| р. Баксан – выше г. Тырныауз                    | 1,2  | 1,00 | 0,46 | 1,72 | 29,2 | 0,88 | 0,04 | 0,93 |
| р. Гижгит                                       | 0,85 | 0,41 | н/о  | 0,90 | 28,4 | 0,56 | н/о  | 1,0  |
| р. Гесгенти – с. Былым                          | н/о  | 1,24 | н/о  | 0,94 | 29,1 | 1,78 | н/о  | 0,42 |
| р. Баксан – с. Бедык                            | 1,7  | 1,30 | н/о  | 0,62 | 28,2 | 0,61 | н/о  | 0,42 |
| р. Баксан – ниже с. Заюково                     | н/о  | 0,85 | 8,5  | н/о  | 30,0 | 0,51 | н/о  | 0,79 |
| Пределы обнаружения химических элементов [8, 9] | 0,1  | 0,2  | 0,5  | 0,25 | 0,2  | 0,5  | 0,5  | 0,1  |

превышением ПДК на этом участке, что свидетельствует о прямом влиянии «хвостохранилища» ТВМК [3].

Сравнительный анализ данных [3] зимней межени и летних дождевых паводков показал, что в период дождевых паводков концентрации за счет поверхностного стока увеличиваются в 2–4 раза. Отметим, что вынос загрязняющих веществ в р. Баксан происходит постоянно с дренажными и сточными водами и только периодически – с дождевыми. Концентрации Мо в дренажных водах составляли от 7 до 20 мг/л (от 28 до 80 ПДК для питьевой воды), Zn – 3,89 мг/л, Cr – 78,6 мкг/л, Ni – 132,3 мкг/л, и в последние годы дебит воды постепенно снижается, что, по-видимому, напрямую связано с уменьшением запаса воды в «прудоотстойнике». Высокое содержание Мо отмечается и в работе [6].

В речных водах содержание Мо часто превышает ПДК, особенно в р. Гарабаши, где его концентрация на уровне ПДК или выше, что отмечено и в работе [13]. Содержание Мо в 1999 г. в р. Азау достигало 10 ПДК [10].

К настоящему времени «хвостохранилище» представляет собой экологически опасный объект, так как в случае выпадения обильных осадков или землетрясения возможно разрушение отводящего воды Гижгита туннеля. В этом случае река Гижгит непременно пойдет по своему естественному руслу и быстро переполнит пруд-отстойник, в котором не построен водоотводный канал. Разрушение дамбы приведет к тому, что сыпучий ее материал, пропитанный разнородными химическими соединениями, поступит в русло Баксана в количествах гораздо больших, чем это происходит в настоящее

время, и загрязнит на многие десятки километров даже воды р. Терек – до Каспия [2, 3, 6].

Результаты исследований выявили, что уровень загрязненности речных вод ледникового питания у их истоков значительно меньше ПДК и их можно использовать в хозяйственной деятельности. Основным фактором загрязнения водных объектов являются увеличивающиеся объемы сброса неочищенных сточных вод. Ниже города Тырныауза уровень загрязненности некоторых компонентов превышает 3–30 ПДК [4]. В среднегорной и равнинной частях республики антропогенная нагрузка на речные воды населенными пунктами, промышленными и сельскохозяйственными предприятиями резко возрастает, и качество воды может соответствовать IV классу качества (загрязненной).

## ВЫВОДЫ

Обследованы концентрации ТМ в р. Баксан и ее притоках первого порядка, начиная от истока и до с. Заюково, за 2019 г. Результаты химического анализа проб воды выявили максимум концентрации Мп в пробах р. Баксан выше г. Тырныауза (45,0 мкг/л). Для р. Гижгит концентрация Мп составила 28,4 мкг/л. Концентрации остальных ТМ в отобранных пробах были в пределах ПДК, либо ниже предела обнаружения. Результаты анализа проб других авторов выявили систематическое загрязнение воды Мо, Pb, Zn, Cu, Cr и Ni за разные гидрологические периоды, что свидетельствует о влиянии ТВМК. В реке Баксан содержание некоторых ТМ достигает до десятка их ПДК. В связи с этим необходимо принимать решительные меры по охране поверхностных вод и улучшению их качества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Винокуров С.Ф., Богатилов О.А., Гурбанов А.Г., Карамурзов Б.С., Газеев В.М., Лексин А.Б., Шевченко А.В., Долов С.М., Дударов З.И., Серегин О.Д., Сычкова В. А. Экологические риски хранения отходов Тырныаузского вольфрам-молибденового комбината и проблемы их комплексной утилизации [Текст]: монография / С. Ф. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2018. 130 с.
2. Винокуров С.Ф., Гурбанов А.Г., Богатилов О.А., Карамурзов Б.С., Газеев В.М., Лексин А.Б., Шевченко А.В., Долов С.М., Дударов З.И., Гурбанова О.А. / Сезонные колебания концентраций макро- и микроэлементов и формы их миграции в поверхностных водотоках в районе деятельности Тырныаузского вольфрам-молибденового комбината (Кабардино-Балкарская республика, РФ) // Вестник Владикавказского научного центра. Т. 6. № 2. 2016. С. 55–63.
3. Воробьева Т.И., Гуцина Л.П., Реутова Т.В., Жинжакова Л.З., Чередник Е.А., Машуков Х.Х. Оценка влияния Тырныаузского горнообогатительного комбината на загрязнение тяжелыми металлами речной системы Баксан–Терек // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа. – Владикавказ: ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А. 2012. С. 484–489.
4. Геиев К.А., Шерхов А.Х., Гергокова Ж.Ж., Анахаев К.К. Экологические проблемы Тырныаузского хвостохранилища на реке Гижгит // Вестник ИГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 11. С. 1386–1394.
5. Гурбанов А.Г., Винокуров С.Ф., Богатилов О.А., Лексин А.Б., Газеев В.М., Цуканова Л.Е., Шевченко А.В., Дударов З.И., Гурбанова О.А. Новые данные о геохимических особенностях вод реки Баксан района деятельности Тырныаузского вольфрам-молибденового комбината (Кабардино-Балкарская республика) // Вестник Владикавказского научного центра. № 1. 2017. С. 46–57.
6. Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Реутова Т.В. Оценка загрязненности реки Баксан (Центральный Кавказ) и ее притоков микроэлементами // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2019. Вып. 5. С. 38–46.
7. Иванов П.М., Керимов А.М. Сбалансированное использование природных ресурсов – важнейший аспект устойчивого развития горного региона (на примере Кабардино-Балкарской Республики) // Моделирование устойчивого регионального развития: мат. II Междунар. конф. Нальчик, 2007. С. 70 84–87. DOI 10.46698/VNC.2024.83.38.00176.
8. Керимов А.М., Курашева О.А. Особенности формирования химического состава рек ледникового питания Кавказа при интенсивной деградации оледенения / Метеорология и гидрология. 2023. № 2. С. 80–89. DOI: 10.52002/0130-2906-2023-1-2-80-89
9. Kerimov A.M., Kurasheva O.A. Peculiarities of Formation of the Chemical Composition of Caucasian Glacier-fed Rivers during Intensive Degradation of Glaciers/Russian Meteorology and Hydrology, 2023, Vol. 48, No. 2, pp. 147–154.

10. Керимов А.М., Курашева О.А. Сравнительный анализ концентраций тяжёлых металлов в истоках реки Баксан и леднике Гарабаш (южный склон Эльбруса) // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки, 2018. Т. 12. № 1. С. 49–56.
11. Методика измерений массовой концентрации алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, селена, серебра, стронция, титана, хрома, цинка, в пробах природных и сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД. ННДФ 14.1:2.253-09 (М 01-46-2016). Москва, 2013. 36 с.
12. Назарова Л.Н., Назарова Л.Н., Гавришин А.И., Коновалов

- Г.С., Коробейникова Н.Д. Гидрохимическая типизация горных и высокогорных рек Кавказа // Сборник трудов Гидрохимического института. – Л.: Гидрохимиздат, 1980. Вып. 68. С. 3–13.
13. Реутова Н.В., Дреева Ф.Р., Реутова Т.В. Особенности формирования микроэлементного состава водотоков, формирующих исток реки Баксан, в период летнего паводка // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2015, № 5 (67), с. 70–75.
14. Хаустов В.В. Об экологической стороне процессов разработки полиметаллического месторождения Тырныауз. Часть 2. Твердый и жидкий сток // Известия Юго-Западного государственного университета, 2016. № 3 (20). С. 68–79.

## REFERENCE

1. Vinokurov S.F., Bogatkov O.A., Gurbanov A.G., Karamursov B.S., Gazeev V.M., Lexin A.B., Shevchenko A.V., Dolov S.M., Dudarov Z.I., Seregin O.D., Sychkova V. A. Ecological risks of waste storage of Tyrnauz tungsten-molybdenum combine and problems of their integrated utilization: a monograph / S. F. - Nalchik: Kab.-Balk. un. university, 2018. 130 p.
2. Vinokurov S.F., Gurbanov A.G., Bogatkov O.A., Karamursov B.S., Gazeev V.M., Lexin A.B., Shevchenko A.V., Dolov S.M., Dudarov Z.I., Gurbanova O.A. / Seasonal fluctuations of macro- and microelements concentrations and forms of their migration in surface watercourses in the area of activity of Tyrnauz tungsten-molybdenum combine (Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation) // Bulletin of Vladikavkaz Scientific Center. T. 6. № 2. 2016. P. 55–63.
3. Vorobyeva T.I., Gushchina L.P., Reutova T.V., Zhinzhakova L.Z., Cherednik E.A., Mashukov H.H. Assessment of the impact of Tyrnauz mining and processing plant on heavy metal pollution of the river system Baksan-Terek // Hazardous natural and anthropogenic geological processes in mountainous and foothill areas of the North Caucasus. Vladikavkaz: TsGI VNTs RAS and RSO-A. 2012. P. 484–489.
4. Gegiev K.A., Sherkhov A.Kh., Gergokova Z.Zh., Anakhaev K.K. Ecological problems of Tyrnauz tailings dump on the river Gizhgiz // Vestnik MGSU. 2018. T. 13. Vyp. 11. P. 1386–1394.
5. Gurbanov A.G., Vinokurov S.F., Bogatkov O.A., Lexin A.B., Gazeev V.M., Tsukanova L.E., Shevchenko A.V., Dudarov Z.I., Gurbanova O.A. New data on the geochemical features of the Baksan River waters in the area of activity of Tyrnauz tungsten-molybdenum combine (Kabardino-Balkar Republic) // Bulletin of Vladikavkaz scientific center. № 1. 2017. P. 46–57.
6. Dreeva F.R., Reutova N.V., Reutova T.V. Assessment of contamination of the Baksan River (Central Caucasus) and its tributaries with trace elements // Izvestiya Kabardino-Balkaria Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2019. Vyp. 5. P. 38–46.
7. resources - the most important aspect of sustainable development of mountain region (on the example of Kabardino-Balkar Republic) // Modeling of sustainable regional development: mat. of II Intern. II Intern. conf. Nalchik, 2007. P. 70–76.
8. Kerimov, A.M.; Kurasheva, O.A. Peculiarities of the chemical composition formation of the rivers of the glacial feeding of the Caucasus at the intensive degradation of glaciation / Meteorology and Hydrology 2023 № 2. P. 80–89.
9. Kerimov A.M., Kurasheva O.A. Peculiarities of Formation of the Chemical Composition of Caucasian Glacier-fed Rivers during Intensive Degradation of Glaciers/Russian Meteorology and Hydrology, 2023, Vol. 48, No. 2, pp. 147–154.
10. Kerimov A.M., Kurasheva O.A.. Comparative analysis of heavy metal concentrations in the headwaters of the Baksan River and Garabashi Glacier (southern slope of Elbrus) // Izvestiya DSPU. Natural and exact sciences, 2018. T. 12. №1. P. 49–56.
11. Measurement procedure of mass concentration of aluminum, barium, beryllium, vanadium, iron, cadmium, cobalt, lithium, manganese, copper, molybdenum, arsenic, nickel, lead, selenium, silver, strontium, titanium, chromium, zinc in natural and waste water samples by atomic absorption method with electrothermal atomization using atomic absorption spectrometer of MGA-915, MGA-915M, MGA-915MD modifications. NNDF 14.1:2.253-09 (M 01-46-2016). Moscow, 2013. 36 p.
12. Nazarova L.N., Nazarova L.N., Gavrishin A.I., Konovalov G.S., Korobeinikova N.D. Hydrochemical typization of mountain and high-mountain rivers of the Caucasus // Proceedings of the Hydrochemical Institute. L.: Gidrokhimizdat, 1980. Vyp. 68. P. 3–13.
13. Reutova N.V., Dreeva F.R., Reutova T.V. Features of the formation of trace element composition of watercourses forming the source of the Baksan River during the summer flood // Izvestiya Kabardino-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2015, No. 5 (67), p. 70–75
14. Haustov V.V. On the environmental side of the development processes of the polymetallic deposit Tyrnauz. Part 2. Solid and liquid runoff // Izvestiya South-West State University, 2016. no. 3 (20). P. 68–79