

УДК 504.4.054

DOI: 10.35330/1991-6639-2019-5-91-38-46

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ БАКСАН (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ) И ЕЕ ПРИТОКОВ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

Ф.Р. ДРЕЕВА, Н.В. РЕУТОВА, Т.В. РЕУТОВА

ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
Центр географических исследований
360002, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

Река Баксан является одной из основных водных артерий Центрального Кавказа, где в силу геологических и геохимических особенностей в водных объектах содержатся повышенные концентрации многих микроэлементов, в т.ч. и тяжелых металлов (ТМ), считающихся наиболее опасными загрязняющими веществами. Целью исследования являлась оценка степени загрязненности реки Баксан и ее основных притоков рядом микроэлементов. При расчетах учитывалось содержание 10 элементов (Al, Pb, Cd, Cr, Ni, Zn, Cu, Mo, Ag, Mn) в 18 пунктах наблюдения. Были выявлены характерные загрязнители для каждого пункта и их типичные уровни концентраций, рассчитан удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), определены критические показатели загрязненности (КПЗ) и присвоен класс качества воды в каждом створе. По результатам проведенного исследования выявлены наиболее и наименее загрязненные водные объекты, а также характерные для каждого из них загрязнители и их типичные уровни содержания. Выявлено, что объекты, не испытывающие антропогенную нагрузку, по классу качества воды не сильно отличались от объектов, подверженных значительному антропогенному воздействию, а в некоторых случаях оказывались и более загрязненными.

Ключевые слова: река Баксан, загрязненность, микроэлементы, тяжелые металлы, характерные загрязнители, УКИЗВ, класс качества воды.

Центральный Кавказ (ЦК) — это регион, богатый металлическими полезными ископаемыми (ПИ). Где-то они образуют уникальные крупные месторождения, а в других случаях встречаются только в виде проявлений ПИ, которые, однако, сильно повышают геохимический фон некоторых элементов. В бассейне одной из главных водных артерий Кабардино-Балкарии реки Баксан находится известное Тырнаузское месторождение, богатое не только вольфрамом и молибденом, но и другими сопутствующими элементами, в том числе золотом, платиной, мышьяком, медью, висмутом, цинком и др. После прекращения деятельности комбината осталось несколько локальных источников техногенного загрязнения р. Баксан тяжелыми металлами (ТМ): два хранилища отходов переработки, отвалы вскрышных пород, сток дренажных вод из шахты подземного рудника, а также два открытых карьера [1]. При этом по берегам Баксана и его притоков постоянно проживают почти 140 тыс. чел., а в высокогорной части бассейна реки находится крупная зона рекреации, которую в год посещают десятки тысяч туристов. Для водоснабжения населенных пунктов используются как подземные, так и поверхностные источники воды, а около 3 млн м³ сточных вод ежегодно без должной очистки попадают в Баксан [2]. В рамках государственного мониторинга наблюдение за качеством воды и оценка загрязнения р. Баксан ведётся только по 4 створам, а состав притоков не контролируется, хотя некоторые из них вносят существенный вклад в формирование состава р. Баксан [3]. Исходя из вышеизложенного, было решено провести оценку загрязнения микроэлементами реки Баксан и ее основных притоков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Река Баксан относится к бассейну р. Терек и является ее притоком второго порядка. Она берет начало на южных склонах Эльбруса от ледников Большой и Малый Азау на высоте 2480 м, протекает по территории Кабардино-Балкарии, пересекая Боковой, Передовой, Скалистый, Пастбищный и Лесистый хребты и впадает в р. Малка в районе г. Прохладного (рис. 1).

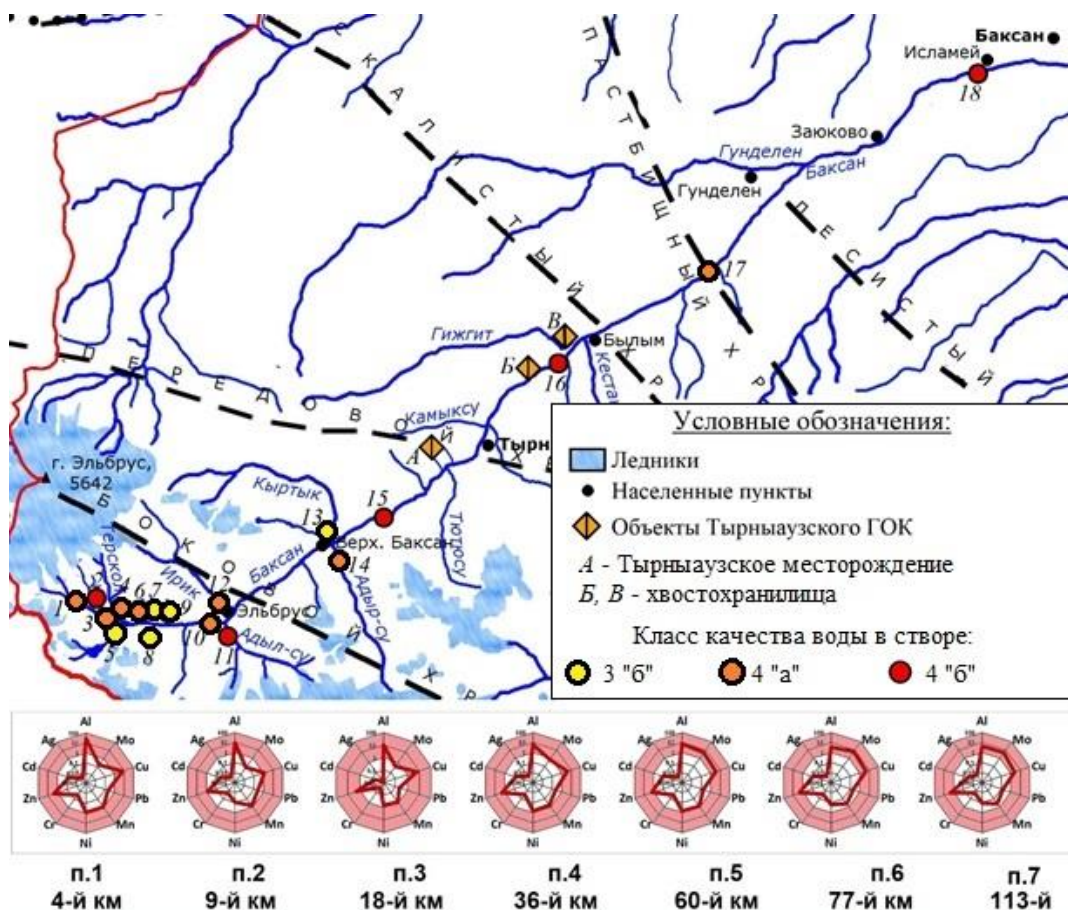


Рис. 1. Загрязненность вод рек бассейна р. Баксан микроэлементами. Пункты отбора проб: 1 – р. Баксан, 4-й км; 2 – р. Гарабаши; 3 – р. Баксан, 9-й км; 4 – р. Терскол; 5 – р. Донгуз-Орун; 6 – верхний руч. Иткол; 7 – нижний руч. Иткол; 8 – р. Козутай; 9 – вдп. Байдаево; 10 – р. Баксан, 18-й км; 11 – р. Адылсу; 12 – р. Ирик; 13 – р. Кыртык; 14 – р. Адырсу; 15 – р. Баксан, 36-й км; 16 – р. Баксан, 60-й км; 17 – р. Баксан, 77-й км; 18 – р. Баксан.

На протяжении всей длины – 173 км – река принимает воды больших и малых притоков с площади водосбора 6800 км². В бассейне собственно Баксана (без Чегема и Череча) насчитывается 690 рек, из которых только 18 имеют длину более 10 км. Основными притоками являются реки Гарабаши, Терскол, Донгуз-Орун, Адылсу, Ирик, Кыртык, Адырсу, Тютюсу, Камыксу, Герхожансу, Гижгит, Кестанты, Гунделен [4]. Кроме того, здесь находится много выходов глубинных (как пресных, так и минеральных) и грунтовых подземных вод, сильно различающихся по химическому составу [5]. Территория бассейна водосбора отличается сложным геологическим строением и разнообразием слагающих горных пород: от древних кристаллических сланцев и гнейсов докембрия, слагающих Главный хребет, до молодых эффузивов миоцен-четвертичного возраста и современных осадочных отложений [6]. Фоновые содержания большинства ТМ в почвах региона превышают кларки почв мира в 1,5-2 раза, а в горных породах средние концентрации совпадают с кларками литосферы или немного превышают их [7]. В р. Баксан часто отмечалось превышение ПДК_{р/х} по Zn, Mo, Al, Cu и Mn, но повышенное содержание этих элементов характерно и для прочих водных объектов КБР [2, 8].

Нами была проведена оценка загрязненности воды рядом микроэлементов в 7 створах р. Баксан от высокогорья до зоны выхода реки на предгорную равнину от 4-го до 113-го километра по течению, а также в устьевых створах 11 наиболее крупных правых и левых притоков р. Баксан ледникового и подземного происхождения (рис. 1). Номера пунктов отбора проб на карте и в тексте статьи соответствуют номерам пунктов наблюдения в таблице 1. В столбце 3 таблицы для притоков указана длина реки Баксан от истока до места впадения притока.

При расчетах использовали результаты исследования микроэлементного состава природных вод ЦК, проводимого в Центре географических исследований КБНЦ РАН с 2012 года. Пробы отбирали в 2013-2017 годах в период весеннего половодья и летнего паводка, когда наиболее активно происходит выщелачивание с территории бассейна водосбора, а все пункты отбора остаются доступными, тогда как в зимний период в высокогорье они недоступны из-за высокого снежного покрова и наледи на валунах в пойме реки. В пробах определялось содержание растворимых форм 10 металлов: Al, Pb, Cd, Cr, Ni, Zn, Cu, Mo, Ag, Mn. Измерения проводились методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией на приборе МГА-915 в соответствии с аттестованной методикой [9]. Оценка загрязненности проводилась в соответствии с РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям», однако использовался свободный перечень №3, позволяющий использовать любой набор ингредиентов при расчетах [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенной оценки были получены некоторые показатели загрязненности, вынесенные в таблицу 1: удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) S' , коэффициент запаса k , учитываемый при классификации качества воды, и влияющие на k критические показатели загрязненности (КПЗ), класс и разряд качества воды, а также характерные загрязнители, для которых превышение ПДК_{рыбхоз} отмечается в ≥ 50 % проб.

Таблица 1

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ Р. БАКСАН И ЕЕ ПРИТОКОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ
(КУРСИВОМ ВЫДЕЛЕНА ПРИТОКИ Р. БАКСАН)

№№ пункта	Пункт наблюдения	Расстояние от истока, км	S'	k /КПЗ	Класс кач-ва	Характерные загрязнители
1	2	3	4	5	6	7
1	Р. Баксан (Азау)	3.3	4,15	0,9/Al	4 «а»	Al, Cu, Zn
2	<i>Р. Гарабаши, Л</i>	6.8	4,85	<i>0,8/Al, Mo</i>	4 «б»	Al, Cu, Zn, Mo
3	Р. Баксан	8.13	3,67	0,9/Al	4 «а»	Al, Cu, Zn
4	<i>Р. Терскол, Л</i>	8.8	4,38	<i>0,9/Al</i>	4 «а»	Al, Cu, Zn, Mo
5	<i>Р. Донгуз-Орун, П</i>	9.41	3,06	<i>0,8/Al, Cu</i>	3 «б»	Al, Cu, Zn
6	<i>Руч. Иткол (верхний), Л</i>	10.20	4,32	<i>0,9/Al</i>	4 «а»	Al, Cu, Zn
7	<i>Руч. Иткол (нижний), Л</i>	10.3	3,28	<i>0,9/Al</i>	3 «б»	Al, Cu, Zn
8	<i>Р. Козутай, П</i>	11.4	3,89	<i>1/-</i>	3 «б»	Al, Cu, Zn
9	<i>Вдп. Байдаево. Л</i>	12.5	3,58	<i>1/-</i>	3 «б»	Al, Cu, Zn, Mo
10	Р. Баксан	17.7	4,13	0,9/Al	4 «а»	Al, Cu, Zn
11	<i>Р. Адыл-Су, П</i>	17.9	4,89	<i>0,8/Al, Zn</i>	4 «б»	Al, Cu, Zn, Mo, Mn
12	<i>Р. Ирик, Л</i>	19.8	4,52	<i>0,9/Al</i>	4 «а»	Al, Cu, Zn, Mn
13	<i>Р. Кыртык, Л</i>	30.6	3,22	<i>0,9/Al</i>	3 «б»	Al, Cu, Zn
14	<i>Р. Адыр-Су, П</i>	30.7	4,08	<i>0,8/Al, Zn</i>	4 «а»	Al, Cu, Zn, Mo
15	Р. Баксан	35.3	4,82	0,8/Al, Mo	4 «б»	Al, Cu, Zn
16	Р. Баксан	59.4	5,24	0,8/Al, Mo	4 «б»	Al, Cu, Zn, Mo
17	Р. Баксан	76.2	4,13	0,9/Mo	4 «а»	Al, Cu, Zn, Mo
18	Р. Баксан	112.3	4,84	0,8/Al, Mo	4 «б»	Al, Cu, Zn, Mo

Л – левый приток, П – правый приток.

Основными загрязнителями для реки Баксан по результатам расчетов частных оценочных баллов [10] с превышением уровня ПДК_{р/х} в 50% проб и более являются Al и Cu, причем это характерно не только для всех створов по основному руслу, но и для всех притоков, однако уровень загрязнения несколько отличается. Загрязненность медью во всех пунктах характеризуется как «средняя», в то время как в 28% створов отмечается «высокий» уровень загрязненности алюминием, а в остальных – «средний». При этом по разным пунктам средние концентрации за исследуемый период (C_{cp}) составляют от 1,8 до 21,5 ПДК_{р/х} по Al, а по Cu достигают уровня 2,4-9,1 ПДК_{р/х}. Наибольшие C_{cp} Al наблюдались в реках, берущих начало на склонах Эльбруса (Азау (№1) – 700 мкг/л, Терскол (№ 4) – 860 мкг/л, Гарабаши (№2) – 568 мкг/л), а в прочих створах – от 70 до 400 мкг/л. Абсолютный максимум содержания Al за период наблюдения был отмечен в 4-м пункте летом 2016 г. – 4146 мкг/л. Среднеголетние концентрации Cu образуют относительно однородный ряд от 3,3 до 5,3 мкг/л. Несколько отличаются минимальное (2,4 мкг/л – нижний ручей Иткол (№ 7)) и два максимальных (6,1 и 9,1 мкг/л в 13-м и 5-м пунктах наблюдений соответственно) значения C_{cp} , но разница столь невелика, что выделить отдельные объекты, вносящие вклад в загрязнение реки Баксан медью, невозможно. Абсолютный максимум содержания Cu был отмечен в мае 2013 г. в водах р. Донгуз-Орун (43,1 мкг/л), но больше такие высокие концентрации в этом створе не наблюдались. Следует также отметить, что во многих пробах 2013 г. регистрировались значительно более высокие концентрации Cu, нежели в последующие годы, хотя такая вариабельность состава речных вод считается нормой [11].

Еще одним характерным загрязнителем по всем пунктам наблюдения с «низким» (в 11,1% створов) и «средним» уровнем загрязненности является Zn, среднеголетние концентрации которого находятся в диапазоне 1,1-3,6 ПДК_{р/х}. Типичным является содержание Zn на уровне 14-26 мкг/л. Выше характерных для региона концентраций оказалось содержание в двух правых притоках р. Баксан ледникового происхождения – р. Адылсу (№ 11) и р. Адырсу (№ 14) (3,6 и 3,1 ПДК_{р/х} соответственно). Именно в этих реках отмечались и максимальные за период наблюдений концентрации – 161,6 и 173,3 мкг/л. На уровне 2-2,5 ПДК_{р/х} находятся C_{cp} цинка в левых ледниковых притоках Баксана, которые берут начало на склонах Эльбруса и его отрогов (реки Гарабаши (№ 2), Терскол (№ 4), Ирик (№ 12) и Кыртык (№ 13)), в то время как еще один объект с повышенным содержанием Zn (верхний ручей Иткол (№ 6)) имеет подземное происхождение. При этом для нижнего ручья Иткол характерны наименьшие значения C_{cp} цинка – 11,1 мкг/л.

Молибден имеет особое для региона значение и также относится к характерным загрязнителям в 50% створов на р. Баксан и её притоках, хотя загрязненность этим элементом наблюдается почти во всех пунктах отбора (кроме р. Донгуз-Орун) на уровнях от «низкого» (11 пунктов) и «среднего» (р. Гарабаши (№ 2) и р. Когутай (№8)) до «экстремально высокого» (36-113 км р. Баксан). Источники его поступления в воды Баксана имеют как антропогенное (дренажные воды, отвалы, хвостохранилища ТГОК), так и природное (подземные воды) происхождение. Так, влияние антропогенных источников прослеживается в створах на 60-м, 77-м и 113-м км, расположенных ниже г. Тырнауза. Здесь на 50-м км в Баксан впадает левый приток – р. Камыксу с содержанием Mo от 14 до 220 мкг/л в разные сезоны, в который поступают дренажные воды из рудника «Молибден» [12]. В самих дренажных водах Тырнаузского месторождения среднее содержание Mo находится на уровне 700 мкг/л [13]. Однако основными поставщиками Mo являются небольшие временные водотоки Большой и Малый Мукуланы, протекающие по рудным карьерам «Высотный» и «Мукуланский» и впадающие в р. Баксан выше г. Тырнауза. В этих водотоках содержание Mo отмечалось на уровне 1263 и 730 мкг/л, что составило абсолютный максимум не только для бассейна р. Баксан, но и для всей территории Кабардино-Балкарии с 2012 года. С другой стороны, в высокогорной части бассейна во многих притоках подзем-

ного происхождения отмечаются концентрации выше ПДК_{р/х} и превышающие типичные для района уровни содержания (0,4-1,1 мкг/л) в несколько раз. Так, в вдп. Девичьи косы содержание Мо достигает 5,7 мкг/л, в ручье Сарыкол в ущелье р. Терскол – 4 мкг/л, в вдп. Байдаево – 2,9 мкг/л, а в родниках в ущелье Адылсу – около 2,5 мкг/л.

Значения концентраций на уровне ПДК_{р/х} или немного превышающие его были характерны и для Mn, хотя он проявил себя как характерный загрязнитель только в реках Ирик (№12) и Адылсу (№11), протекающих в зоне тектонического разлома. В их бассейнах находится много источников углекислых минеральных вод, обогащенных железом и марганцем. В трех створах наблюдения превышения ПДК_{р/х} по Mn не были отмечены ни разу, а в остальных пунктах отбора превышения ПДК_{р/х} носили спорадический характер, но уровни загрязненности сильно различались. В девяти створах загрязненность характеризовалась как «низкая», а в 6 – «средняя». Максимальные значения C_{cp} Mn отмечены в верхнем ручье Иткол (23,2 мкг/л), хотя такой высокий уровень C_{cp} сложился за счет очень высокого разового содержания Mn в этом пункте наблюдений (152,8 мкг/л в 2013 г.). При последующих отборах концентрации Mn здесь были не более 13,5 мкг/л. Типичным и для исследуемых рек являлись C_{cp} в диапазоне от 4 до 11 мкг/л. К обедненным марганцем объектам относятся нижний ручей Иткол и вдп. Байдаево, где C_{cp} не превышали 2 мкг/л.

Последний элемент, оказавший влияние на качество вод реки Баксан и ее притоков, – никель. Превышения норм содержания Ni в исследуемых водах были разовыми, однако они достигали уровня более 4 ПДК_{р/х}. Особенно выделился отбор проб в июле 2016 г., когда превышение ПДК_{р/х} отмечалось в > 60% проб. Максимальные значения концентраций за период наблюдений были отмечены именно в это время в устье реки Терскол. В целом загрязненность Ni характеризуется как «неустойчивая» с «низким» (пункты 3 и 7) и «средним» (12 пунктов) уровнями загрязнения. В пунктах наблюдений, где превышения ПДК_{рыбхоз} за исследуемый период не отмечались (5-й, 13-й, 17-й и 18-й), типичными оказались C_{cp} Ni на уровне от 1,1 до 1,5 мкг/л.

Прочие определяемые нами элементы (серебро, хром, кадмий, свинец) в исследуемых пробах содержались в количествах, намного ниже уровня наиболее жестких ПДК по каждому из компонентов, а иногда и ниже предела определения, поэтому можно считать, что они не оказали влияния на качество р. Баксан, хотя и являются высокотоксичными.

Наибольшие значения удельного комбинаторного индекса загрязненности воды были отмечены в пунктах отбора на р. Баксан на 60-м и 113-м километрах (5,17 и 4,9 соответственно), а также в высокогорных ледниковых притоках – р. Гарабаши (4,98) и р. Адылсу (4,8). Если река Баксан в нижних створах оказалась загрязнена тяжелыми металлами в результате антропогенной деятельности (последствия разработки Тырныаузского месторождения), то загрязнение притоков носит природный характер. В р. Гарабаши, которая полностью свободна от антропогенной нагрузки, ТМ поступают с тальными потоками с ледника Гарабаши на склоне Эльбруса [14] и мощным выходом подземных вод с большим расходом воды (вдп. Девичьи Косы), в котором часто наблюдается превышение ПДК_{р/х} по нескольким металлам (Al, Cu, Mo) [5]. На реке Адылсу расположено несколько турбаз и палаточных лагерей, которые функционируют только в летний период, но даже тогда не бывают заполнены. При этом в ущелье встречается множество выходов минеральных и пресных подземных вод, в которых часто отмечаются повышенные концентрации некоторых ТМ [15]. Несколько отличался от прочих исследованных объектов створ, расположенный на р. Донгуз-Орун в районе поляны Чегет, являющейся центром туризма на протяжении нескольких десятилетий. УКИЗВ в этом пункте наблюдений немного ниже прочих (3,09), что позволяет считать этот объект наименее загрязненным ТМ. Все прочие пункты оказались довольно близки по значениям УКИЗВ (3,22-4,64). В соответствии с классификацией [10], исследуемые воды относятся к «очень загрязненным» (3 «б») и

«грязным» (4 «а»), однако наличие одного или двух критических показателей загрязненности для большинства пунктов влияет на итоговую характеристику загрязненности. На общем фоне выделяются еще два объекта – р. Когутай и р. Байдаево, в которых отсутствуют КПЗ. Во всех прочих пунктах в качестве КПЗ выступает Al, к которому иногда добавляется Mo, Zn или Cu. Mo изменяет класс качества воды в нижних створах р. Баксан на 36-м, 60-м и 113-м км и в р. Гарабаши, цинк – в реках Адылсу и Адырсу, а медь – в р. Донгуз-Орун и нижнем ручье Иткол. С учетом коэффициентов запаса k воды в пунктах наблюдений стали относиться к 3 «б» – 4 «б» классам качества. Так, пункты 2, 11, 16 и 18, где отмечались наибольшие значения УКИЗВ, стали относиться к 4 «б» классу, а в пунктах наблюдения 1, 3 и 7 класс качества воды изменился с 3 «б» на 4 «а». По итогам проведенной оценки наиболее загрязненными тяжелыми металлами оказались воды реки Баксан на 60-м и 113-м километрах, р. Адылсу и р. Гарабаши с качественной характеристикой «грязные», а наименее – р. Донгуз-Орун и нижний ручей Иткол («очень загрязненные»).

ВЫВОДЫ

1. Воды реки Баксан и ее притоков загрязнены тяжелыми металлами. За период наблюдений в исследуемых реках были отмечены превышения ПДК_{рыбхоз} по нескольким ТМ – алюминию, меди, цинку, молибдену, марганцу и никелю.
2. Воды реки Баксан во всех пунктах наблюдения оказались «грязными». Характерными загрязнителями с различным уровнем загрязненности по всем пунктам оказались алюминий, медь и цинк, а в нижних створах добавился молибден.
3. В притоках воды оказались «очень загрязненными» и «грязными», а перечень характерных загрязнителей включает 5 тяжелых металлов (Al, Cu, Zn, Mo, Mn).
4. Критическим показателем загрязненности, способным изменить класс качества воды, почти во всех исследуемых водотоках оказался алюминий. В некоторых пунктах в качестве КПЗ дополнительно выступают молибден, медь или цинк.
5. Источники загрязнения вод реки Баксан и ее основных притоков имеют как антропогенное, так и природное происхождение, причем в некоторых случаях природные источники загрязнения сопоставимы по степени воздействия с антропогенными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хаустов В.В. Об экологической стороне процессов разработки полиметаллического месторождения Тырныауз. Часть 2. Твердый и жидкий сток // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2016. №3 (20). С.68-79.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Кабардино-Балкарской Республики в 2016 году. Нальчик: Издательская типография «Принт Центр». 2017. 260 с.
3. Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Реутова Н.В. Содержание примесей в водах горных рек верховьев Баксана (Национальный парк «Приэльбрусье») и его сезонные изменения // Водные ресурсы. 2018. Т. 45. № 1. С. 85-92.
4. Панов В.Д., Базелюк А.А., Лурье П.М. Река Терек: гидрография и режим стока. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2015. 608 с.
5. 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.
6. Гриднев Г.Д. Краткая геологическая характеристика Северного Кавказа. В кн.: Гидрогеология СССР. Том IX. Северный Кавказ / Под ред. Н.А. Григорьева. М.: Недра, 1968. С. 30-45.
7. Дьяченко В.В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Комплекс. 2004. 268 с.

8. Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Реутова Т.В., Хутуев А.М., Керимов А.А. Превышение экологических норм содержания тяжелых металлов в природных водах высокогорной зоны Кабардино-Балкарской Республики. В кн: Устойчивое развитие: проблемы, концепции, модели. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 75-летию председателя ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» доктора технических наук, профессора П.М. Иванова. Нальчик, КБНЦ РАН. 2017. С. 132-134.

9. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Pb, Se, Ag, Sr, Ti, Cr, Zn в пробах природных и сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД. ПНД Ф 14.1:2.253-09. (М 01-46-2013). М., 2009. 36 с.

10. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Методика комплексной оценки и степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 49 с.

11. Никаноров А.М. Региональная гидрохимия. Ростов-на-Дону: НОК, 2011. 389 с.

12. Гурбанов А.Г., Винокуров С.Ф., Лексин А.Б., Цуканова Л.Е., Шевченко А.В., Дударов З.И., Гурбанова О.А. Новые данные о геохимических особенностях вод реки Баксан района деятельности Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината (Кабардино-Балкарская Республика) // Вестник Владикавказского научного центра. 2017. Т.17. № 1. С. 46-57.

13. Хаустов В.В. Формирование дренажного стока месторождения Тырныауз // Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. № 3-1(42). С. 140-146.

14. Керимов А.М., Рототаева О.В., Хмелевской И.Ф. Распределение тяжелых металлов в поверхностных слоях снежно-фирновой толщи на южном склоне Эльбруса // Лед и снег. 2011. № 2(114). С. 24-34.

15. Реутова Н.В., Дреева Ф.Р., Реутова Т.В., Керимов А.А. Микроэлементный состав водных объектов бассейна реки Адылсу // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. №2(70). С. 53-57.

REFERENCES

1. Khaustov V.V. *Ob jekologicheskoj storone processov razrabotki polimetallicheskogo mestorozhdenija Tyrnyauz. Chast' 2. Tverdyj i zhidkij stok* [About environmental side of mining of the polymetallic deposit Tyrnyauz. Part 2. Solid and liquid effluents] // *Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii* [Proceedings of Southwestern state University. Series: Engineering and technology]. 2016. № 3 (20). Pp. 68-79.

2. *Doklad o sostojanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Kabardino-Balkarskoj Respubliki v 2016 godu* [Report on the state and protection of environment of the Kabardin-Balkar Republic in 2016]. Nal'chik: Publishing house «Print Center». 2017. 260 p.

3. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. *Soderzhaniye primesey v vodakh gornyx rek verkhov'jev Baksana (Natsional'nyy park «Priel'brus'ye») i yego sezonnyye izmeneniya* [Pollutant concentrations in mountain river waters in the upper Baksan area (Prielbrus'e national park) and their seasonal variation] // *Water Resources*. 2018. Т. 45. No. 1. P. 120-126.

4. Panov V.D., Bazelyuk A.A., Lur'e P.M. *Reka Terek: gidrografiya i rezhim stoka* [Terek River: hydrography and flow regime]. Rostov-on-Don, Don publishing house. 2015. 608 p.

5. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Kerimov A.A., Khutuev A.M. *Khimicheskiy sostav rodnikovyx vod vysokogornoj i srednegornoj zony KBR* [Chemical composition of spring water of high mountainous and middle mountainous zone of the KBR] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of the RAS]. 2017. No. 2 (76). P. 83-89.

6. Gridnev G.D. *Kratkaya geologicheskaya kharakteristika Severnogo Kavkaza* [Brief geological characteristics of the North Caucasus] // *Gidrogeologiya SSSR. Tom IX. Severnyy Kavkaz* [Hydrogeology of the USSR]. M.: Nedra. 1968. P. 30-45.

7. 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: Complex, 2004. 268 P.

8. Dreeva F.R., Reutova N.V., Reutova T.V., Khutuev A.M., Kerimov A.A. *Prevyshenie ekologicheskikh norm sodержaniya tyazhelykh metallov v prirodnykh vodakh vysokogornoy zony Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Exceeding the environmental standards of heavy metals content in natural waters of high mountain zone of KBR]. *Ustoychivoe razvitie: problemy, kontseptsii, modeli. Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 75-letiyu predsedatelya FGBNU «Federal'nyy nauchnyy tsentr «Kabardino-Balkarskiy nauchnyy tsentr Rossiyskoy akademii nauk» doktora tekhnicheskikh nauk, professora P.M. Ivanova* [Materials of the all-Russian conference with international participation "Sustainable development: problems, concepts, models", devoted to the 75th anniversary of the Chairman of FSBSE "Federal scientific center "Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", doctor of technical sciences, professor P. M. Ivanov]. Nalchik: KBSC of RAS. 2017. P. 132-134.

9. *Kolichestvennyy khimicheskiy analiz vod. Metodika vypolneniya izmereniy massovykh kontsentratsiy Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Pb, Se, Ag, Sr, Ti, Cr, Zn v probakh prirodnykh i stochnykh vod atomno-absorbtsionnym metodom s elektrotermicheskoy atomizatsiyey s ispol'zovaniem atomno-absorbtsionnogo spektrometra modifikatsiy MGA-915, MGA-915M, MGA-915MD. PND F 14.1:2.253-09. (M 01-46-2013)* [Quantitative chemical analysis of waters. Methods of measurement of mass concentrations of Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Pb, Se, Ag, Sr, Ti, Cr, Zn in samples of natural and wastewater by atomic absorption method with electrothermal atomization using atomic absorption spectrometer modifications MGA-915, MGA-915M, MGA-915MD. PND F 14.1: 2.253-09. (M 01-46-2013)]. M. 2009. 36 p.

10. RD 52.24.643-2002. *Metodicheskie ukazaniya. Metodika kompleksnoy otsenki i stepeni zagryaznennosti poverkhnostnykh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam* [RD 52.24.643-2002. Methodical instructions. Method of complex assessment and degree of contamination of surface waters by hydrochemical indicators]. SPb.: Gidrometeoizdat. 2002. 49 p.

11. Nikanorov A.M. *Regional'naya gidrokhimiya* [Regional hydrochemistry]. Rostov-on-Don: NOK. 2011. 389 p.

12. Gurbanov A.G., Vinokurov S.F., Leksin A.B., Tsukanova L.E., Shevchenko A.V., Dudarov Z.I., Gurbanova O.A. *Novye dannye o geokhimicheskikh osobennostyakh vod reki Baksan rayona deyatelnosti Tyrnyauzskogo vol'framo-molibdenovogo kombinata (Kabardino-Balkarskaya respublika)* [New data on the geochemical features of the waters of the Baksan river in the area of activity of the Tyrnyauz tungsten-molybdenum combine (Kabardin-Balkar Republic)] // *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra* [Bulletin of Vladikavkaz scientific center]. 2017. T. 17. No. 1. P. 46-57.

13. Khaustov V.V. *Formirovanie drenazhnogo stoka mestorozhdeniya Tyrnyauz* [Formation of drainage flow of Tyrnyauz Deposit] // *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Southwestern State University]. 2012. No. 3-1(42). P. 140-146.

14. Kerimov A.M., Rototaeva O.V., Khmelevskoy I.F. *Raspredelenie tyazhelykh metallov v poverkhnostnykh sloyakh snezhno-firnovoy tolshchi na yuzhnom sklone El'brusa* [Distribution of heavy metals in the surface layers of snow-firn strata on the southern slope of Elbrus] // *Led i sneg* [Ice and snow]. 2011. No. 2(114). P. 24-34.

15. Reutova N.V., Dreeva F.R., Reutova T.V., Kerimov A.A. *Mikroelementnyy sostav vodnykh ob"ektov basseyna reki Adylsu* [Microelement composition of water sources of Adylsu river basin] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of the RAS]. 2016. No. 2(70). P. 53-57.

ASSESSMENT OF HEAVY METALS POLLUTION OF BAKSAN RIVER (CENTRAL CAUCASUS) AND ITS TRIBUTARIES

F.R. DREYEVA, N.V. REUTOVA, T.V. REUTOVA

FSBSE "Federal Scientific Center
"Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"
Center of geographical researches
360002, KBR, Nalchik, 2, Balkarov street
E-mail: cgrkbnrcan@bk.ru

The Baksan river is one of the main water arteries of the Central Caucasus, where due to geological and geochemical features, the water bodies contain high concentrations of many heavy metals (HM), which are considered the most dangerous pollutants. The aim of the study was to assess the degree of pollution of the Baksan river and its main tributaries by a number of metals. The calculations took into account the content of 10 elements (Al, Pb, Cd, Cr, Ni, Zn, Cu, Mo, Ag, Mn) in 18 observation points. Characteristic pollutants for each point and their typical concentration levels were identified, the specific combinatorial water pollution index (SCWPI) was calculated, the critical pollution indicators (CPI) were determined and the water quality class in each range was assigned. According to the results of the study, the most and least polluted water bodies, as well as pollutants characteristic for each of them and their typical levels were identified. It was revealed that in the objects that do not experience anthropogenic load, the class of water quality is not much different from the objects subject to significant anthropogenic impact, and in some cases were more contaminated.

Keywords: Baksan river, pollution, heavy metals, typical pollutants, SCWPI, class of water quality.

Работа поступила 04.10.2019 г.