

ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕЧНЫХ ВОДАХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

Ф.А. Атабиева, Е.А. Чередник

E-mail: atabieva 0812@mail.ru

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик, Россия

АННОТАЦИЯ: На основании многолетних данных проведена оценка сезонной изменчивости содержания соединений тяжелых металлов в воде рек предгорной зоны Центрального Кавказа – Терек, Малка, Баксан, Ардон, Черек и Урух. За многолетний период обобщающих исследований, затрагивающих региональные особенности уровня содержания опасных тяжелых металлов в речных водах предгорной зоны Центрального Кавказа, практически не проводилось. Задачей данной работы стала оценка уровня содержания опасных соединений тяжелых металлов (Cr, Ni, Mo, Mn, Zn, Pb) в воде рек Терек, Малка, Баксан, Ардон, Черек и Урух в шести пунктах наблюдений за период с 2005 по 2018 гг.

Уровень содержания соединений тяжелых металлов в воде рек оценивали по таким характеристикам, как среднемноголетнее и медианное значения концентраций, диапазон колебаний концентраций, частота случаев превышения ПДК_{рх}. Анализ многолетних данных уровня содержания соединений тяжелых металлов за период 2005–2018 гг. в воде рек Баксан, Малка, Урух, Терек, Черек и Ардон в предгорной зоне Центрального Кавказа показал, что в большей степени загрязнение вод рек происходит в летний дождевой паводок. Полученные результаты могут иметь значение при разработке региональных показателей качества воды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Центральный Кавказ, мониторинг, предгорная зона, речные воды, тяжелые металлы, загрязнение, качество воды.

При оценке качества воды в речных системах выделяют так называемые приоритетные загрязняющие вещества, которые обладают высоким токсичным воздействием и представляют особую опасность для различных экосистем [1]. Среди особо опасных химических веществ выделяются тяжелые металлы, т. к. в отличие от загрязняющих веществ органической природы, разлагающихся в природных водах в той или иной степени, соединения тяжелых металлов стабильны и сохраняются длительное время даже после устранения источника загрязнения [2–4]. Соединения тяжелых металлов присутствуют в определенных количествах практически во всех средах, даже в незагрязненных (фоновых) природных экосистемах [5–7].

© Атабиева Ф.А., Чередник Е.А., 2020

Тяжелые металлы сравнительно легко накапливаются в различных экосистемах, но трудно и очень медленно из них выводятся, интенсивно аккумулируются органами и тканями живых организмов. Поэтому даже при относительно низких концентрациях они обладают высокой токсичностью для живых организмов. Наряду с установлением концентраций загрязняющих веществ в водных объектах особое значение приобретает изучение общих закономерностей их распределения по отдельным участкам водных экосистем в различные фазы водного режима. Работы [8, 9], посвященные изучению содержания и распределения тяжелых металлов в водных объектах Центрального Кавказа, основаны на разовых или экспедиционных исследованиях рек. Обобщающих исследований, затрагивающих региональные особенности распределения тяжелых металлов в речных водах предгорной зоны Центрального Кавказа, практически не проводилось. В данном исследовании представлены результаты обобщения многолетней (2005–2018 гг.) изменчивости уровня содержания наиболее приоритетных соединений тяжелых металлов в воде рек предгорной зоны Центрального Кавказа в основные фазы водного режима.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мониторинг по оценке качества воды проводится ежегодно сотрудниками лаборатории аналитической химии Высокогорного геофизического института путем отбора речных вод при проведении маршрутно-экспедиционных работ вдоль северного склона Центрального Кавказа. Объектом исследования являлись реки Терек, Урух, Малка, Баксан, Черек и Ардон.

Река Терек берет начало на склоне Главного Кавказского хребта в Трусовском ущелье, из ледника горы Зилга-Хох на высоте 2713 м над уровнем моря. Бассейн Терека относится к Каспийскому водосборному пространству. Длина реки составляет 623 км, площадь водосборного бассейна – 43 200 км², средний уклон – 4,4 м/км. В низовьях, распадаясь на ряд протоков, Терек впадает в Каспийское море и Аграханский залив. Река Малка – самый большой левобережный приток Терека: длина реки 200 км, площадь водосбора 10 500 км². Малка берет начало из ледников северного склона Эльбруса и имеет горный характер течения. Площадь оледенения в бассейне реки достигает 593 км², что составляет около 6 % от общей площади водосбора.

Река Урух берет начало на ледниках Дигории, общая площадь которых около 130 км². В верховьях река течет в долине узкого ущелья. Длина р. Ардон – 102 км, исток – на северном склоне Кавказского хребта. Длина р. Баксан составляет 169 км, площадь водосборного бассейна – 6800 км². Баксан берет свое начало из ледников в районе Эльбруса, имеет множество притоков, наиболее крупными из которых являются реки Черек и Черем. Река Черек образуется от слияния рек Черек Безенгийский и Черек Балкарский, берущих на-

чало на ледниках северного склона Главного Кавказского хребта. Длина реки 79 км, водосборная площадь 3070 км² [10]. Как было указано выше, истоки исследуемых рек сосредоточены в высокогорной зоне, на ледниках Большого Кавказа, в связи с чем микроэлементный состав воды этих рек в значительной мере определяется степенью взаимодействия воды с горной породой.

Отбор проб проводили в постоянных пунктах (рис. 1). При отборе проб фиксировали температуру воздуха, воды и прозрачность. Консервацию проб осуществляли азотной кислотой. В стационарных условиях измеряли величину рН, концентрацию тяжелых металлов (Cr, Ni, Mo, Pb, Zn, Mn, Cd). Определение тяжелых металлов проводилось атомно-абсорбционным методом с использованием спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915М» [11].

В работе проанализированы многолетние данные об уровне содержания тяжелых металлов в шести пунктах наблюдений на шести реках, расположенных в предгорной зоне Центрального Кавказа, за период с 2005 по 2018 гг. Уровень загрязнения речных вод опасными тяжелыми металлами оценивали по повторяемости превышения ПДК.



Рис. 1. Картосхема пунктов отбора.
Fig. 1. The schematic map of sampling points.

При оценке уровня загрязненности поверхностных вод использованы нормативы качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в т. ч. нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [12]. Для математико-статистической обработки данных применялась программа Excel [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетняя (2005–2018 гг.) изменчивость уровня содержания в воде рек соединений тяжелых металлов показана по таким характеристикам, как среднемноголетнее и медианное значения концентраций, а также по диапазону колебаний концентраций (табл. 1). Часто медиану, нежели арифметическое значение средней величины, используют как более надежный показатель типичного значения признака, если ряд значений неоднороден и включает резкие отклонения от средней величины [13]. Диапазон колебаний является важной характеристикой ряда и дает первое общее представление о различии показателей внутри совокупности.

Как следует из данных табл. 1, диапазон колебаний концентраций соединений металлов в летний дождевой паводок выше, чем в зимнюю межень, исключение составляет диапазон колебаний Мо.

Многолетняя изменчивость уровня содержания тяжелых металлов в основные фазы водного режима в воде указанных выше рек, в предгорной зоне, представлена на рис. 2–5. Превышение ПДК_{рх} по соединениям Мо наблюдалось в воде р. Баксан в обе фазы водного режима, но число случаев превышения ПДК_{рх} в летний дождевой паводок больше, чем в зимнюю межень (рис. 2). В воде рек Терек и Урух отмечены единичные случаи превышения ПДК_{рх}. В воде других рек превышения ПДК_{рх} по Мо не обнаружено.

По соединениям Mn и Pb в зимнюю межень выявлены единичные случаи превышения ПДК_{рх}. В летний дождевой паводок зафиксированы регулярные превышения ПДК_{рх} в воде почти всех рек (рис. 3–4). Диапазон колебания значений концентраций для соединений Mn и Pb в летний дождевой паводок составляет 0,10–55,90 мкг/л и 0,10–57,01 мкг/л соответственно (табл. 1). Максимальное содержание соединений Mn в летний дождевой паводок наблюдалось в воде рек Баксан и Малка. Наибольшее содержание соединений Pb ($X_{cp} = 9,46$ мкг/л, табл. 1) обнаружено в воде р. Терек также в летний дождевой паводок. Превышение ПДК_{рх} для соединений Zn отмечено в воде рек Баксан, Черек, Терек и Ардон в летний дождевой паводок, в зимнюю межень выявлены единичные случаи в воде рек Терек, Ардон и один случай за многолетие в воде р. Малка. Максимальное содержание соединений Zn обнаружено в воде рек Урух и Ардон в 2007 г. (рис. 5). Содержание остальных анализируемых соединений металлов, таких как Cr и Ni, было существенно ниже ПДК_{рх}.

Таблица. 1. Среднемноголетние данные уровня содержания соединений металлов (мкг/л) в воде исследованных рек за 2005–2018 гг. в основные фазы водного режима

Table 1. The mean many-year data on the metal compound content levels (mkg/l) in water of the rivers under investigation during the main phases of the water regime over 2005–2018

Элемент	Зимняя межень			Дождевой паводок		
	$X_{\text{ср}}$	X_{50}	$X_{\text{мин}} - X_{\text{макс}}$	$X_{\text{ср}}$	X_{50}	$X_{\text{мин}} - X_{\text{макс}}$
р. Терек						
Mo	0,17	0,10	0,10–0,91	0,32	0,19	0,10–1,10
Mn	5,21	3,30	0,10–19,09	12,42	11,83	0,87–30,66
Zn	10,59	3,96	1,5–70,0	19,8	13,85	1,50–43,48
Pb	1,84	1,06	0,10–6,66	9,46	3,36	0,10–57,01
р. Урух						
Mo	0,44	0,23	0,10–2,17	0,43	0,35	0,10–2,01
Mn	1,73	0,40	0,10–7,58	7,26	3,94	1,0–50,43
Zn	3,09	2,76	1,26–8,25	10,93	4,77	1,50–81,19
Pb	0,97	0,21	0,10–5,43	3,31	0,47	0,10–21,54
р. Ардон						
Mo	0,22	0,20	0,07–0,68	0,25	0,20	0,10–0,83
Mn	1,15	0,25	0,10–7,57	10,71	3,52	0,10–35,95
Zn	3,76	3,21	0,20–1,21	10,01	5,31	1,50–57,04
Pb	1,1	0,36	0,10–5,99	3,77	2,58	0,10–10,82
р. Малка						
Mo	0,21	0,10	0,10–1,10	0,30	0,27	0,10–0,64
Mn	1,28	0,21	0,10–12,01	7,61	3,69	0,10–47,83
Zn	3,17	1,50	1,16–14,16	4,35	2,93	1,50–11,21
Pb	0,63	0,10	0,10–3,32	1,19	0,33	0,10–4,72
р. Баксан						
Mo	1,27	0,85	0,17–5,06	2,59	2,14	0,32–8,30
Mn	1,72	0,31	0,10–14,65	9,15	3,47	0,10–55,90
Zn	2,29	1,50	0,88–7,49	6,47	4,43	1,50–22,54
Pb	1,01	0,18	0,10–8,57	3,31	0,47	0,10–12,66
р. Черек						
Mo	0,37	0,10	0,10–2,36	0,39	0,43	0,10–1,04
Mn	2,32	0,10	0,10–29,67	6,37	4,34	1,48–22,83
Zn	2,50	1,75	1,50–6,89	12,70	6,14	1,50–54,57
Pb	0,69	0,31	0,10–4,17	4,24	1,14	0,10–15,54

Примечание: $X_{\text{ср}}$ – средняя арифметическая концентрация загрязняющего вещества; X_{50} – варианта, которая делит набор информации на две равные части: половина будет меньше X_{50} , половина – больше; $X_{\text{мин}}$ и $X_{\text{макс}}$ – самая низкая и самая высокая концентрация загрязняющего вещества на водном объекте за отчетный период.

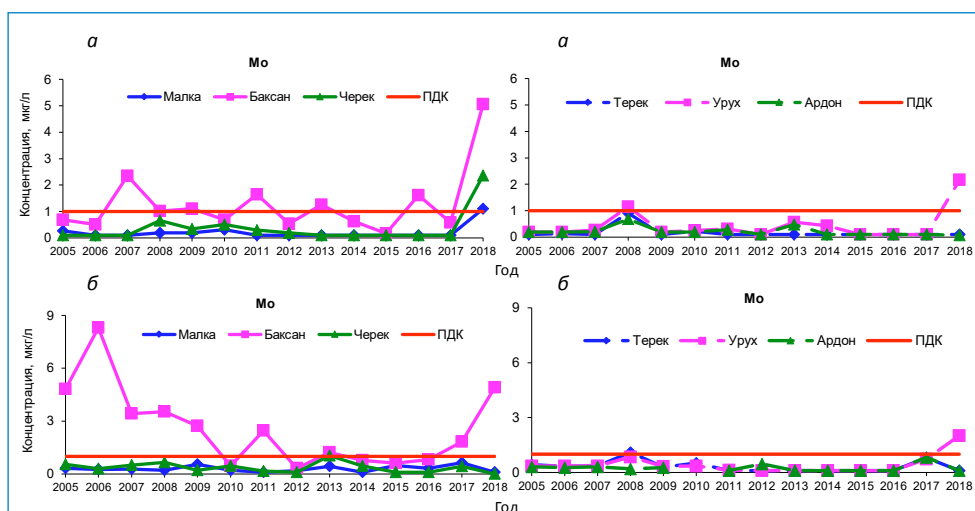


Рис. 2. Многолетняя изменчивость концентраций соединений молибдена в воде рек бассейна р. Терек: в зимнюю межень (а), летний дождевой паводок (б).

Fig. 2. The molybdenum compounds concentration many-year variability in the Terek River basin rivers during the winter low-water period (a), summer rain high-water period (б).

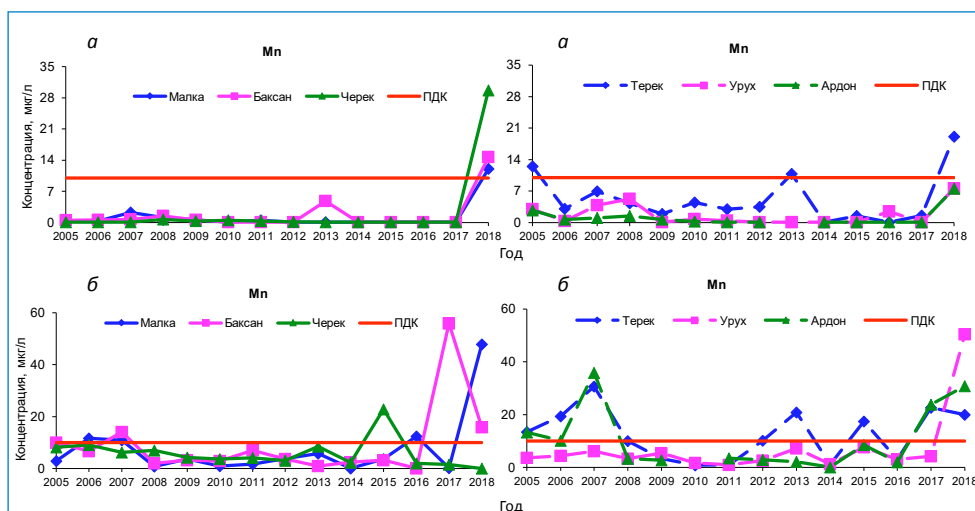


Рис. 3. Многолетняя изменчивость концентраций соединений марганца в воде рек бассейна р. Терек: (а) – в зимнюю межень, (б) – в летний дождевой паводок.

Fig. 3. The manganese compounds concentration many-year variability in the Terek River basin rivers during the winter low-water period (a), summer rain high-water period (б).

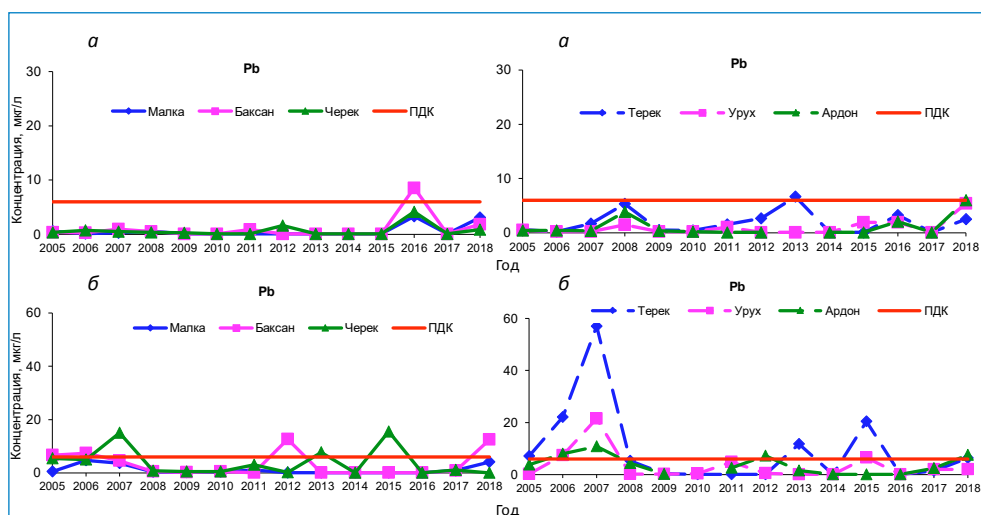


Рис. 4. Многолетняя изменчивость концентраций соединений свинца в воде рек бассейна р. Терек: (а) – в зимнюю межень, (б) – в летний дождевой паводок.

Fig. 4. The lead compounds concentration many-year variability in the Terek River basin rivers during the winter low-water period (a), summer rain high-water period (b), in the foothill zone.

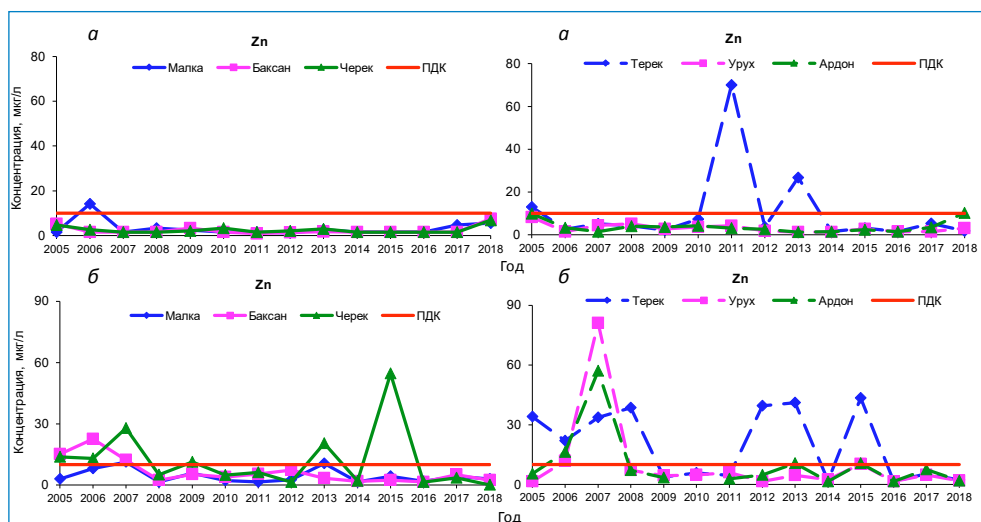
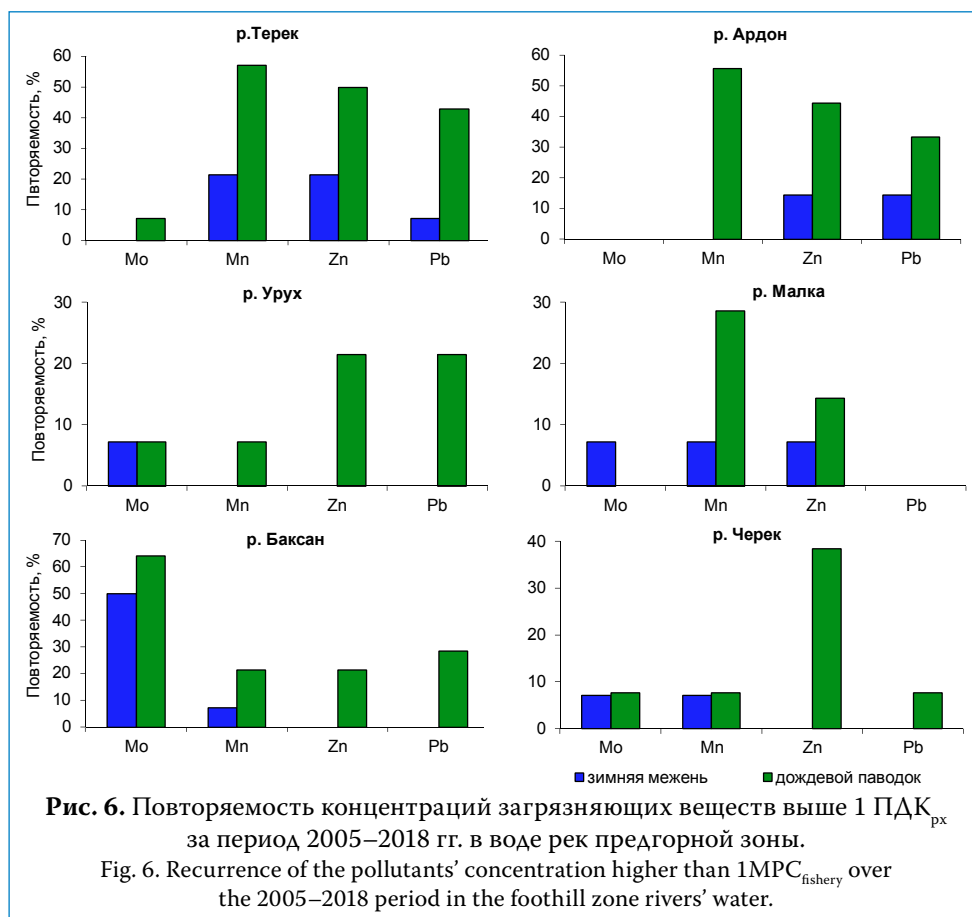


Рис. 5. Многолетняя изменчивость концентраций соединений цинка в воде рек бассейна р. Терек: (а) – в зимнюю межень, (б) – в летний дождевой паводок.

Fig. 5. The zinc compounds concentration many-year variability in the Terek River basin rivers during the winter low-water period (a), summer rain high-water period (b).

Для характеристики уровня загрязненности воды рек использована повторяемость превышения ПДК_{рх} для соединений тяжелых металлов за исследуемый многолетний период. Как показано на рис. 6, для соединений Мо наибольшая повторяемость случаев превышения ПДК_{рх} наблюдалась в водах р. Баксан в обе фазы водного режима (50 % и 65 % соответственно).



По соединениям Mn наибольшая повторяемость превышения ПДК_{рх} отмечена в воде р. Терек. В зимнюю межень она составляла 20 %, в летний дождевой паводок около 60 %. Наибольшая повторяемость случаев превышения ПДК_{рх} по соединениям Zn наблюдалась в летний дождевой паводок в воде рек Терек, Ардон и Черек (52 %, 45 % и 40 % соответственно); в зимнюю межень повторяемость случаев превышения ПДК_{рх} значительно меньше. Для соединений Pb максимальная повторяемость случаев превышения ПДК_{рх} (50 %) зафиксирована в воде Терека в летний дождевой паводок. Доля

проб, в которых за период исследования наблюдалось превышение $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ по соединениям тяжелых металлов, в речных водах предгорной зоны Центрального Кавказа не превышала 34,5 %. Во всех исследуемых пробах воды за период 2005–2018 гг. уровень содержания соединений металлов не превышал $10 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$.

Как отмечено в [14], вся территория Северного Кавказа загрязнена Ni, Zn, Cu, Cr, Sn, Pb, а отдельные ландшафты и Mo, V, Mn, Sr. Несколько ландшафтов близки к минимально допустимому уровню по концентрации в почвах Mo. Из 11 нормированных химических элементов почвы ландшафтов Северного Кавказа не загрязнены только Co. Очевидно, что литогеохимические особенности обусловили повышенный фон таких соединений тяжелых металлов, как Mo, Zn, Pb, Mn в воде исследованных в рамках данной работы рек. В естественных условиях ионы металлов поступают в поверхностные воды в основном за счет выветривания, выщелачивания, растворения минералов и пород, слагающих водосборный бассейн. Вертикальная зональность территории, многообразие подстилающих горных пород и почв водосборных площадей предопределяют повышенное содержание тяжелых металлов в воде рек Центрального Кавказа ледникового происхождения.

Наибольшее загрязнение водных объектов предгорной зоны Центрального Кавказа наблюдается в период летних дождевых паводков, когда происходит таяние снежного покрова и смыв загрязняющих веществ с прилегающих территорий. Доля повторяемости превышения $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ за исследуемый период в зимнюю межень составила 10,1 %, в летний дождевой паводок – 24,4 %. Характер сезонной изменчивости растворенных форм соединений различных металлов в реках свидетельствует о сложной комбинации влияющих факторов: разнообразие горных пород, высотная зональность территории, соотношение концентрации соединений металлов в ледниковых и грунтовых водах и т. д.

В последнее время вопросу несовершенства существующей системы нормирования качества водной среды, основанной на применении устанавливаемых на федеральном уровне предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК), уделяется немало внимания [15, 16]. Существующая система нормирования качества водной среды не учитывает специфику функционирования водных экосистем в различных природно-климатических зонах. Согласно [17], концепция регионального экологического нормирования основывается на следующих положениях:

- антропогенное воздействие не должно приводить к нарушению экологического состояния водных объектов и ухудшению качества вод;
- в каждом отдельно взятом бассейне или его части (водохозяйственный участок) формируется особенный состав вод, свойственный данной водосборной территории и зависящий от природно-климатических условий;

- разработка и внедрение региональных допустимых концентраций направлена на сохранение и восстановление благоприятной среды обитания гидробионтов и нормальное функционирование экосистем;
- расчет региональных допустимых концентраций осуществляется на основе систематических данных наблюдений в различные экологические сезоны;
- региональные допустимые концентрации характеризуются сезонной изменчивостью.

Таким образом, полученные в ходе данного исследования результаты, несомненно, будут иметь значение при разработке региональных показателей качества воды.

ВЫВОДЫ

Анализ многолетних данных за период 2005–2018 гг. уровня содержания соединений тяжелых металлов в воде рек Баксан, Малка, Урух, Терек, Черек и Ардон в предгорной зоне Центрального Кавказа показывает, что в большей степени загрязнение вод рек происходит в летний дождевой паводок.

При анализе повторяемости превышения $ПДК_{рх}$ выявлено, что этот показатель колеблется в зимнюю межень от 8 % до 20 %, в летний дождевой паводок – от 8 % до 60 % и более. Исключение составляет повторяемость превышения $ПДК_{рх}$ для соединений молибдена в зимнюю межень в воде р. Баксан (50 %). Так, при анализе многолетних данных (2005–2018 гг.) по изучению уровня содержания соединений тяжелых металлов в основных реках бассейна р. Терек обнаружено превышение $ПДК_{рх}$ по содержанию соединений марганца, молибдена, цинка и свинца. В связи с тем, что истоки исследуемых рек сосредоточены в высокогорной зоне и берут начало с ледников Главного Кавказского и Бокового хребтов Большого Кавказа, химический состав воды этих рек в значительной мере определяется процессами выщелачивания или химического выветривания горных пород и степенью взаимодействия воды с продуктами выветривания. Очевидно, что литогеохимические особенности, вертикальная зональность территории, многообразие подстилающих горных пород и почв водосборных площадей предопределяют повышенное содержание соединений тяжелых металлов в воде рек Центрального Кавказа ледникового происхождения. Эти факторы обусловили повышенный фон таких соединений тяжелых металлов, как Mo, Zn, Pb, Mn в воде исследуемых рек. При антропогенном загрязнении соединения тяжелых металлов выносятся в водоемы со сточными водами промышленных предприятий и шахтными водами. Таковые в предгорной зоне исследуемой территории отсутствуют. Таким образом, можно сделать предположение о природном характере загрязнения воды исследуемых рек соединениями тяжелых металлов.

Некоторые эксперты выступают за бассейновый подход в сфере нормирования качества вод. Разработка и внедрение бассейновых предельно допустимых концентраций (БДК) может позволить исправить ситуацию, когда ПДК_{рх} не могут быть соблюдены в силу естественных причин, обусловленных природным гидрохимическим фоном. Однако до сих пор отсутствует научное обоснование этих нормативов и процедура их разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПб.: Наука, 2004. 294 с.
2. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // Соросовский образовательный журнал. Биология. 1998. № 5. С. 23–29.
3. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 310 с.
4. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния / пер. с англ. М.: Мир, 1987. 288 с.
5. Бутаев А.М., Гуруев М.А., Магомедбеков У.Г., Осипова Н.Ф., Магомедрасулова Х.М., Магомедова А.Д., Мухучев А.А. Тяжелые металлы в речных водах Дагестана // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2006. № 26. С. 43–50.
6. Дреева Ф.Р., Реутова Т.В., Реутова Н.В. Особенности содержания тяжелых металлов в поверхностных водах горной части Центрального Кавказа // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. IV Всеросс. научн. конф. с межд. участием. 2015. С. 150–152.
7. 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, геокриология. 2018. № 2. С. 51–60.
8. Воробьева Т.И., Жинжакова Л.З., Чередник Е.А., Отарова А.С. Оценка фоновое уровня содержания микропримесей в речных водах на территории Центрального Кавказа // Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований. Владикавказ, 2017. С. 535–542.
9. Воробьева Т.И., Реутова Т.В., Гущина Л.П., Жинжакова Л.З., Чередник Е.А. Оценка загрязненности рек Центрального Кавказа // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод: мат-лы научн. конф. с межд. участием. 2015. С. 200–204.
10. Ресурсы поверхностных вод суши. Т. 8. Северный Кавказ / под ред. канд. геогр. наук В.В. Куприянова. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 448 с.
11. ПНД Ф 14.1:2.253-09. Методика выполнения измерений массовых концентраций Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, Zn в природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915». М., 2009.
12. Перечень нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных

- веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения / Приказ Росрыболовства от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 12 октября 2018 года).
13. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 2001. 480 с.
 14. Дьяченко В.В. Геохимия и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа: автореф. дис... д-ра геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2004. 50 с.
 15. Селезнёва А.В., Селезнёв В.А. Учет природных региональных особенностей при нормировании антропогенной нагрузки на водные объекты // Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов: материалы Объединенного Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии, Гидробиологического общества при РАН и Межведомственной ихтиологической комиссии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 167–170.
 16. Тимофеева Л.А., Фрумин Г.Т. Проблемы нормирования качества поверхностных вод // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2015. № 38. С. 215–229.

Для цитирования: Атабиева Ф.А., Чередник Е.А. Оценка сезонной изменчивости содержания соединений тяжелых металлов в речных водах предгорной зоны Центрального Кавказа // Водное хозяйство России. 2020. № 3. С. 68–81.

Сведения об авторах:

Атабиева Фатимат Адраевна, канд. хим. наук, заведующая лабораторией, старший научный сотрудник, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 2; e-mail: atabieva0812@mail.ru

Чередник Елена Александровна, научный сотрудник, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 2; e-mail: elena.cherednik@mail.ru

**ESTIMATION OF THE SEASONAL VARIABILITY OF THE CONTENT
OF HEAVY METAL COMPOUNDS IN THE RIVER WATERS OF THE FOOTHILL
ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS**

F.A. Atabieva, E.A. Cherednik

E-mail: atabieva0812@mail.ru

High-mountain Geophysical Research Institute, Nalchik, Russia

Absract: Based on long-term data, the seasonal variability of the content of heavy metal compounds in the water of the rivers of the foothills of the Central Caucasus – the Terek, Malka, Baksan, Ardon, Cherek, and Uruk – was estimated.

Generalizing studies affecting the regional characteristics of the level of hazardous heavy metals in the river waters of the foothill zone of the Central Caucasus have not been

carried out over many years. Therefore, the objective of the study was to assess the level of hazardous compounds of heavy metals (Cr, Ni, Mo, Mn, Zn, Pb) in the water of the Terek, Malka, Baksan, Ardon, Cherek and Uruk rivers at 6 observation points located in the foothill zone of the Central Caucasus, for the period from 2005 to 2018. In the analysis, the atomic absorption method using the MGA-915M electrothermal atomizer was used. The level of heavy metal compounds in river water was evaluated by such characteristics as the long-term average and median concentrations, the range of concentration fluctuations, and the frequency of exceeding the maximum permissible concentration. An analysis of long-term data for the period 2005-2018 on the study of the level of heavy metal compounds in the water of the Baksan, Malka, Uruk, Terek, Cherek and Ardon rivers in the foothill zone of the Central Caucasus shows that river water pollution to a greater extent occurs in summer rain flood. The revealed levels of heavy metal compounds in river water over the long-term period under study, as well as the frequency of exceeding the maximum permissible concentration, are illustrated by graphs. The results obtained may be relevant in the development of regional water quality indicators.

Key words: Central Caucasus, monitoring, foothill zone, river waters, concentration, heavy metals, pollution, water quality, maximum permissible concentration

About the authors:

Fatimat A. Atabieva, Candidate of Chemical Sciences., Head of Laboratory, Senior Researcher, High-mountain Geophysical Research Institute, pr. Lenina, 2, Nalchik, 360030, Republic of Kabardino-Balkaria, Russia; e-mail: atabieva0812@mail.ru

Elena A. Cherednik, Researcher, High-mountain Geophysical Research Institute, pr. Lenina, 2, Nalchik, 360030, Republic of Kabardino-Balkaria, Russia; e-mail: elena.cherednik@mail.ru

For citation: Atabieva F.A., Cherednik E.A. Estimation of the Seasonal Variability of the Content of Heavy Metal Compounds in the River Waters of the Foothill Zone of the Central Caucasus // *Water Sector of Russia*. 2020. No. 3. P. 68–81.

REFERENCES

1. Dmitriev V.V., Frumin G.T. *Ekologicheskoe normirovanie i ustoichivost' prirodnnykh system* [Environmental rationing and sustainability of natural systems]. SPb.: Nauka, 2004. 294 p.
2. Budnikov G.K. Tiazhelye metally v ekologicheskom monitoringe vodnykh system [Heavy metals in environmental monitoring of water systems] // *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal. Biologiya*. 1998. № 5. P. 23–29.
3. Nikanorov A.M., Zhulidov A.V. *Biomonitoring tyazhelykh metallov v presnovodnykh ekosistemakh* [Heavy metal biomonitoring in freshwater ecosystems]. L.: Gidrometeoizdat, 1991. 310 p.
4. Mur Dzh., Ramamurti S. Tiazhelye metally v prirodnnykh vodakh: Kontrol' i otsenka vliianiia [Heavy Metals in Natural Waters: Monitoring and Evaluation of Impact] / Per. s angl. M.: Mir, 1987. 288 p.
5. Butaev A.M., Guruev M.A., Magomedbekov U.G., Osipova N.F., Magomedrasulova Kh M., Magomedova A D., Mukhuchev A.A. Tiazhelye metally v rechnykh vodakh Dagestana [Heavy metals in the river waters of Dagestan] // *Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2006. № 26. P. 43–50.
6. Dreeva F.R., Reutova T.V., Reutova N.V. Osobennosti sodержaniia tiazhelykh metallov v poverkhnostnykh vodakh gornoi chasti Tsentral'nogo Kavkaza [Features of the content of

- heavy metals in the surface waters of the mountainous part of the Central Caucasus] // Fundamental'nye problemy vody i vodnykh resursov. IV Vserossiiskaia nauchnaia konferentsiia s mezhdunarodnym uchastiem. 2015. P. 150–152.
7. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. Prirodnoe i antropogennoe zagriaznenie molibdenom vodnykh ob"ektov Tsentral'nogo Kavkaza i ego bioindikatsiia [Natural and anthropogenic pollution with molybdenum of water bodies in the Central Caucasus and its bioindication] // Geoekologiya. Inzhenernaia geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya, 2018. № 2. P. 51–60.
 8. Vorob'eva T.I., Zhinzhakova L.Z., Cherednik E.A., Otarova A.S. Otsenka fonovogo urovnia sodержaniia mikroprimesei v rechnykh vodakh na territorii Tsentral'nogo Kavkaza [Estimation of the background level of microimpurity content in river waters in the territory of the Central Caucasus] / V knige: Geologo-geofizicheskie issledovaniia glubinnogo stroeniia Kavkaza: Geologiya i geofizika Kavkaza: sovremennye vyzovy i metody issledovaniia. Kollektivnaia monografiia. Vladikavkaz, 2017. P. 535–542.
 9. Vorob'eva T.I., Reutova T.V., Gushchina L.P., Zhinzhakova L.Z., Cherednik E.A. Otsenka zagriaznennosti rek Tsentral'nogo Kavkaza [Assessment of the pollution of the rivers of the Central Caucasus] / Sovremennye problemy gidrokhimii i monitoringa kachestva poverkhnostnykh vod: mat-ly nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. 2015. P. 200–204.
 10. Resursy poverkhnostnykh vod sushi t. 8 severnyi Kavkaz Resursy poverkhnostnykh vod sushi [Land surface water resources]. Tom 8. Severnyi Kavkaz / Pod red. kand.geogr.nauk V.V. Kupriianova. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 448 p.
 11. PND F 14.1:2.253-09. Metodika vypolneniia izmerenii massovykh kontsentratsii Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, Zn v prirodnykh i stochnykh vodakh metodom atomno-absorbtsionnoi spektroskopii s ispol'zovaniem atomno-absorbtsionnogo spektrometra s elektrotermicheskoi atomizatsiei «MGA-915». M., 2009.
 12. Perechen' normativov kachestva vody vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znachenii, v tom chisle normativov predel'no dopustimykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znachenii [Tekst] / Prikaz Rosrybolovstva ot 13 dekabria 2016 g. № 552 «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znachenii, v tom chisle normativov predel'no-dopustimykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znachenii (s izmeneniiami na 12 oktiabria 2018 goda).
 13. Eliseeva I.I., Iuzbashev M.M. Obshchaia teoriia statistiki [General theory of statistics]. M.: Finansy i statistika, 2001. 480 p.
 14. D'iachenko V.V. Geokhimiia i otsenka sostoianiia landshaftov Severnogo Kavkaza [Geochemistry and assessment of the landscape of the North Caucasus]: avtoreferat dis... dok. geograf. nauk. Rostov-na-Donu, 2004. 50 p.
 15. Selezneva A.V., Seleznev V.A. Uchet prirodnykh regional'nykh osobennostei pri normirovanii antropogennoi nagruzki na vodnye ob"ekty [Consideration of natural regional features in the normalization of anthropogenic pressure on water bodies] // Voprosy ekologicheskogo normirovaniia i razrabotka sistemy otsenki sostoianiia vodoemov: materialy Ob"edinennogo Plenuma Nauchnogo soveta OBN RAN po gidrobiologii i ikhtiologii, Gidrobiologicheskogo obshchestva pri RAN i Mezhdovedstvennoi ikhtiologicheskoi komissii. M.: Tovariishchestvo nauchnykh izdaniia KMK, 2011. P. 167–170.
 16. Timofeeva L.A., Frumin G.T. Problemy normirovaniia kachestva poverkhnostnykh vod [Problems of standardization of surface water quality] // Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. 2015. № 38. P. 215–229.