

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РЕКИ ЧЕРЕК-БЕЗЕНГИЙСКИЙ

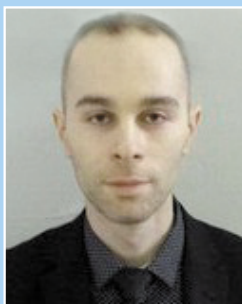
© 2016 г. Х.-М.М. Газаев¹, Э.А. Агоева¹, А.Б. Иттиев²

¹ ФГБУ «Кабардино-Балкарский государственный высокогорный природный заповедник», пос. Кашхатау, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

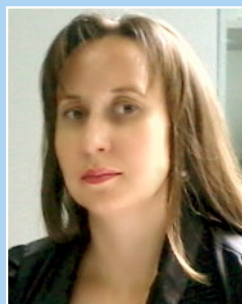
² ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Ключевые слова: заповедник, ледниково-снежное питание реки, микроэлементы, геологический и геоморфологический фон, предельно допустимая концентрация, качество вод, р. Черек-Безенгийский.

Отмечена актуальность вопросов изучения качества вод в горно-ледниковых высокогорных районах Кавказа, откуда берут свое начало реки, питающие равнинные части Кабардино-



Х.-М.М. Газаев



Э.А. Агоева



А.Б. Иттиев

Балкарской Республики. Исследован микроэлементный состав речных вод Безенгийского ущелья на содержание Mn, Zn, Cu, Pb, Ag, Ni, Cr, Cd. Проведено сравнение концентраций микроэлементов высокогорной реки с ледниково-снежным питанием р. Черек-Безенгийский от истока к устью в период зимней межени и ледникового половодья.

Установлено, что загрязнение речных вод микроэлементами в высокогорье носит природный геохимический и геоморфологический фон, что связано с вымыванием микроэлементов из горных пород. Проведенными ранее исследованиями установлено, что при выходе реки на равнинную часть концентрации микроэлементов значительно уменьшаются по сравнению с верхним течением. Выявлено, что по экологическим классам качества поверхностных вод исследуемые воды р. Черек-Безенгийский по содержанию Mn, Pb, Cr, Cd, Ni, Cu, Ag можно отнести к чистым, за исключением содержания Zn, по которому исследуемые воды относятся к сильно загрязненным. Представлены минимальные, максимальные и средние значения концентраций главных ионов и содержащих азот веществ в водах реки в период зимней межени и ледникового половодья. Значимость проведенного исследования определяется тем, что р. Черек-Безенгийский впадает в р. Терек и формирует речной бассейн Каспийского моря.

Огромные запасы пресной воды сосредоточены в ледниках, являющихся крайне динамичными ландшафтными комплексами, чутко реагирующими на колебания климата. В связи с этим год от года актуализируются вопросы обеспечения экологической безопасности в водохозяйственной сфере, задачи охраны источников пресной воды.

Главный Кавказский хребет – основная зона распространения ледников на Кавказе. Река Черек-Безенгийский берет начало с северного склона Большого Кавказа, вытекая из-под ледника Уллу-Чиран. Общая протяженность реки 54 км, площадь водосбора 627 км², средний уклон 60 ‰, средняя высота водосбора 2480 м над уровнем моря [1].

Известно, что микроэлементный состав высокогорных водосборов Кавказа отличается повышенным содержанием многих микроэлементов, причиной которого является распространение в их бассейнах рудоносных пород. Так, отмечено рудопоявление свинца и цинка в бассейнах рек Чегем и Черек; месторождение меди выявлено на северных склонах Главного Кавказского хребта в междуречье Баксана и Чегема, в верховьях р. Черек-Безенгийский [2]. Геологическое строение верховий бассейна р. Черек сложено кристаллическими сланцами, гранитом, вулканогенными породами, полевым шпатом, гнейсом, амфиболитами, туфами и другими породами, формирующими микроэлементный состав вод [3, 4]. Естественные процессы разрушения горных пород путем выветривания, химического разложения осадками, грунтовыми и поверхностными водами приводят к тому, что в водах рек содержание микроэлементов формируется в зависимости от их водного режима.

На основании исследований, проведенных в 1946 г. Б.Д. Зайковым, отмечено, что по характеру внутригодового хода стока реки Кавказа делятся на реки с половодьем в теплую часть года, реки с весенним половодьем и реки с паводочным режимом. Реки с половодьем в теплую часть года протекают преимущественно в верхних частях северного склона Большого Кавказа, где и расположена территория Кабардино-Балкарского государственного высокогорного природного заповедника [5].

В 2015 г. сотрудниками заповедника проведены исследования микроэлементного состава речных вод Безенгийского ущелья на содержание Mn, Zn, Cu, Pb, Ag, Ni, Cr, Cd. Объект исследования – высокогорная р. Черек-Безенгийский с ледниково-снежным питанием, образующая левый исток р. Черек. Цель исследования – сравнение концентраций микроэлементов от истока к устью по длине реки в период зимней межени и ледникового половодья.

В настоящее время изучение качества вод высокогорных областей Северного Кавказа имеет чрезвычайно важное научное и практическое значение, т. к. они формируют полноводные, со стоком в течение всего года реки

западной части Кабардино-Балкарской Республики и относятся к бассейну одной из крупнейших рек Кавказа – Тереку, которая несет свои воды в Каспийское море. Также высокогорья являются фоновой территорией, по изменению показателей на которой можно судить о степени локального, регионального и глобального загрязнения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В табл. 1 представлены пункты отбора проб воды на р. Черек-Безенгийский. Пробы воды отбирали в течение года, консервировали и готовили к анализу в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 [6]. Измерения концентраций микроэлементов проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией [7]. В табл. 2 представлены концентрации главных ионов и азотсодержащих веществ. По полученным данным концентраций микроэлементов в поверхностных водах (табл. 3) построены гистограммы (рисунок).

Таблица 1. Пункты отбора проб на р. Черек-Безенгийский

Пункт отбора	Расстояние, км	Высота над уровнем моря, м
1. Ледник Уллу-Чиран, исток	0	2100
2. Камнерезный цех	14,0	1420
3. Около с. Бабугент	54,0	765

В результате проведенных исследований установлено, что воды р. Черек-Безенгийский относятся к нейтральным и слабощелочным. Так, величина рН речной воды зимней межени и ледникового половодья изменяется в пределах 8,23–8,60 рН и 7,48–8,17 рН соответственно. Также отмечено изменение величины минерализации от 118,74 до 214,08 мг/л в зимнюю межень и от 37,81 до 104,90 мг/л в ледниковое половодье. Преобладающими анионами являются гидрокарбонаты, катионами – кальций. Таким образом, наблюдается пространственно-временное изменение величины минерализации, т. е. увеличение от истока к устью и повышение в период межени, которые напрямую зависят от изменения типа питания в водном балансе, высоты протекания водосбора, метеорологических особенностей года. Полученные в результате исследований данные макросостава поверхностных вод высокогорной части р. Черек-Безенгийский (табл. 2) позволяют отнести их к чистым и очень чистым по экологическим классам качества поверхностных вод суши [8], превышений ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования не выявлено [9]. По классификации О.А. Алекина воды реки носят характер гидрокарбонатных, группы кальция и относятся к I типу [10].

Таблица 2. Концентрации главных ионов и азотсодержащих веществ в водах р. Черек-Безенгийский

Значения	Концентрация, мг/л									Σи, мг/л
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	
Зимняя межень										
Максимальное	85,40	17,3	2,13	44,1	8,75	1,75	0,017	6,51	0,16	214,0
Минимальное	51,85	9,41	0,20	23,2	0,73	0	0,0023	5,85	0,11	97,30
Среднее	58,9	28,2	1,63	26,9	4,22	1,12	0,0088	6,25	0,14	127,2
Ледниковое половодье										
Максимальное	65,07	17,3	0,63	20,0	4,37	6,75	0,062	6,94	0,17	105,0
Минимальное	20,33	1,68	0,20	3,21	0,97	0	0,022	4,34	0,07	34,47
Среднее	31,51	5,04	0,32	8,28	1,94	3,05	0,035	5,42	0,12	55,2
ПДК										
ПДК*	–	500	350	180	50	200+50	3,3	45	1,5 (по азоту)	1000
ПДК _{рх} **	–	100	300	180	40	120+50	0,080	40	0,5	–

Примечание: ПДК* – предельно допустимая концентрация в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [10]; ПДК_{рх}** – предельно допустимая концентрация в водах рыбохозяйственного назначения [11]; (–) – не нормируется или иные требования.

Цинк относится к числу широко распространенных в природе элементов. Основные источники поступления цинка в поверхностные пресные воды – процессы растворения и разрушения горных пород и минералов – сфалерита, сульфидных комплексных и железных руд [3, 4, 12]. Цинк, как и другие микроэлементы, переносится речными водами во взвешенном состоянии, большое значение имеет мутность речных вод, с увеличением которой возрастают и показатели количества цинка. В большом диапазоне значений рН сорбируют цинк глинистые минералы, их поглощающая способность по отношению к микроэлементам позволяет этим наиболее

Таблица 3. Содержание микроэлементов в водах р. Черек-Безенгийский

Пункт отбора	Фаза водного режима	Концентрация, мкг/л							
		Mn	Zn	Cu	Pb	Ag	Ni	Cr	Cd
1. Ледник Уллу-Чиран, исток	зимняя межень	33,19	59,37	4,87	1,94	0,58	1,76	0,82	0,135
	ледниковое половодье	15,59	31,9	1,7	1,81	0,29	2,07	1,2	0,141
2. Камнерезный цех	зимняя межень	11,82	17,7	5,46	1,36	0,58	1,26	1,13	0,148
	ледниковое половодье	5,97	28,4	1,58	1,12	0,33	1,76	0,89	0,153
3. Около с. Бабугент	зимняя межень	7,07	58,09	4,53	1,26	1,28	2,17	0,82	0,095
	ледниковое половодье	1,82	30,6	2,27	0,97	0,9	2,26	0,36	0,102
ПДК _{экппв} [*] , мкг/л		10	10	1	6	50	10	20	1

Примечание: ПДК_{экппв}^{*} – предельно допустимая концентрация микроэлемента согласно экологическим классам качества поверхностных вод [8].

распространенным сорбентам играть важную роль в самоочищении природных вод. Взвешенная форма цинка в наибольших количествах обнаруживается в речных водах горных районов [13–14]. Лимитирующий признак вредности – токсикологический.

На первом месте по содержанию в исследуемых водах стоит цинк, фоновое содержание которого в высокогорной и предгорной частях зафиксировано на одном уровне. Так, концентрация цинка в верховьях исследуемой реки в зимнюю межень составляет 59,37 мкг/л, далее снижаясь в горной местности до 17,7 и снова повышаясь в предгорье почти до уровня концентраций высокогорной зоны – 58,09 мкг/л.

Концентрация цинка в ледниковое половодье ниже, чем в межень, что связано с разбавлением речных вод талыми, менее минерализованными. Так, содержание цинка в половодье изменяется незначительно – от 31,9 до 30,6 мкг/л. На исследуемом участке реки наблюдаются максимальные превышения ПДК_{экппв} в 5,9 и 3,2 раза в межень и половодье соответственно. Таким образом, среднее содержание цинка в 1,5 раз больше в меженный период, чем в половодье.

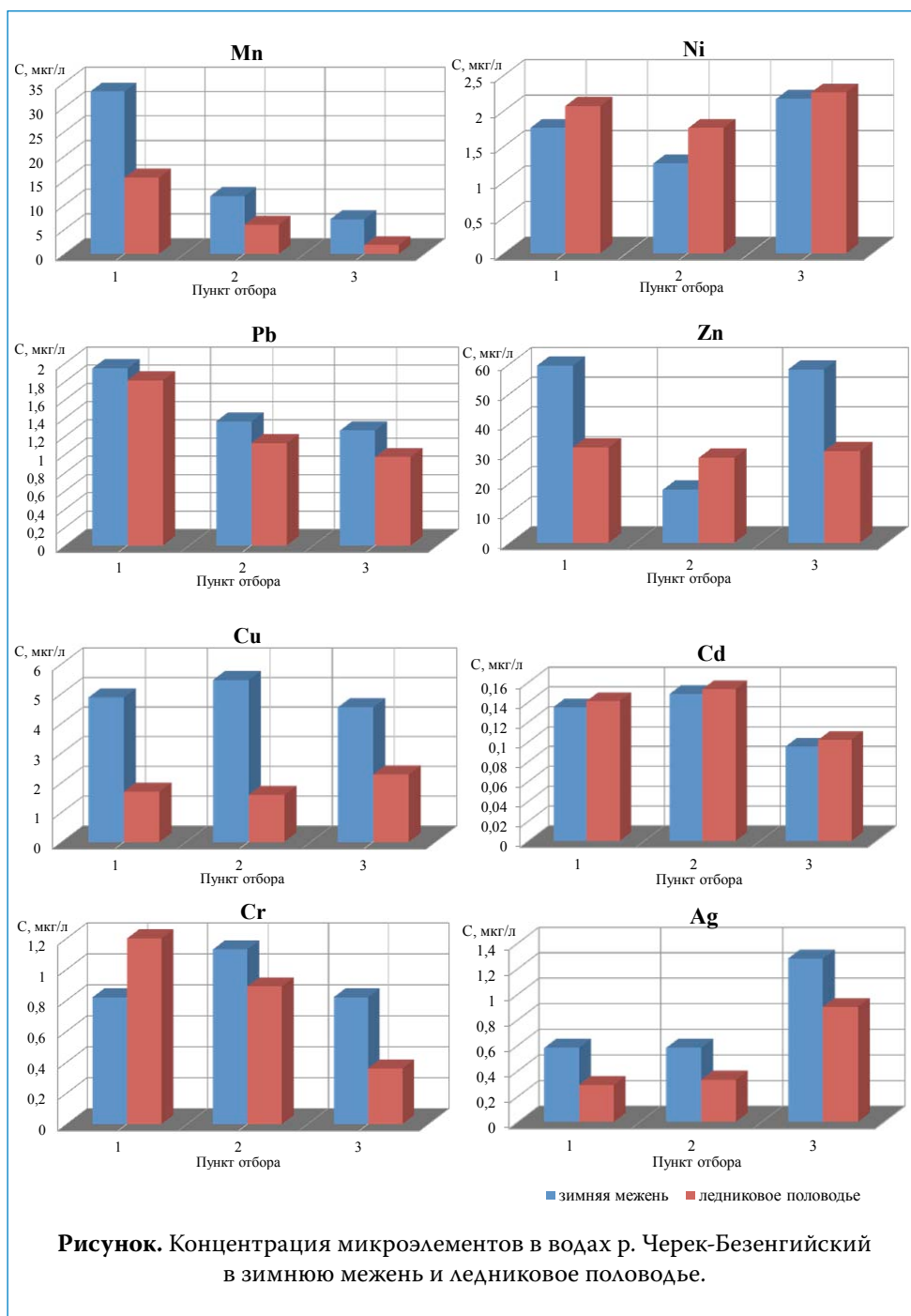
Железомарганцевые руды – основной источник поступления марганца. Содержание марганца в растворенной форме определяется количеством взвешенных веществ. Особенно четко эта связь прослеживается для рек, в которых количество взвешенных веществ увеличивается в период половодья [3, 4, 12]. Выявлено, что значительное количество марганца сорбируется речными взвесями при высоком содержании в них пелитовой фракции и преобладании глинистых минералов. Среди взвешенных форм марганца чаще встречаются его труднорастворимые оксиды – карбонаты, силикаты. Некоторая часть металла переносится в составе органического детрита [13–14]. Лимитирующий признак вредности – токсикологический.

В исследуемых водах отмечено повышенное содержание марганца в высокогорной и горной областях. Так, изменение концентрации марганца от высокогорной к горной области в период зимней межени колеблется от 33,19 до 11,18 мкг/л, что превышает ПДК_{экппв} в 3,3 и 1,1 раза соответственно. Далее в предгорной области до слияния с водами р. Черек-Балкарский концентрация марганца снижается до 7,07 мкг/л, не превышая ПДК_{экппв}.

Для периода ледникового половодья наблюдается иная картина. Содержание марганца в водах высокогорья, по-прежнему превышает ПДК_{экппв} в 1,6 раза и составляет 15,59 мкг/л, в горной и предгорной области концентрация марганца снижается до 1,82 мкг/л. Таким образом, среднее содержание марганца в межень и половодье различно и составляет 17,36 и 7,79 мкг/л соответственно.

Медь входит в состав 200 минералов, главные источники меди – сульфидные руды и медистые песчаники [3, 4, 12]. Лимитирующий признак вредности – общесанитарный. В исследуемых водах медь занимает третье место по содержанию, в период зимней межени ее количество остается на одном уровне, изменяясь от 4,87 до 4,53 мкг/л. В период ледникового половодья наблюдается иная картина – увеличение концентраций от истока к устью в 1,3 раза. Максимальное превышение ПДК_{экппв} в 5,4 раза отмечено для пункта отбора № 2 (камнерезный цех) в межень, а в половодье для пункта отбора № 3 (около с. Бабугент) в 2,27 раза. В целом необходимо отметить, что содержание меди в высокогорной, горной и предгорной областях превышает ПДК_{экппв} от 1,58 до 4,87 раза.

Свинец относится к числу малораспространенных элементов, в природе встречается в виде эндо- и экзогенных минералов. В речных водах содержание свинца повышается за счет его миграции в составе взвешенных веществ: количество свинца $Pb_{взв}$ обнаруживает положительную корреляцию с мутностью рек. При увеличении общей мутности от 0,05 до 0,5 г/л доля взвешенных форм свинца (II) в валовом содержании возрастает от 84,8 до 98,2 %. Существенный вклад в адсорбционные процессы вносит



органическое вещество, входящее в состав взвешенных веществ [3, 4, 12]. Согласно [15], концентрация растворенного свинца в природных водах, значение рН которых близко к нейтральным, обычно невелика и не превышает 10 мкг/л. Это объясняется тем, что свинец сравнительно легко вступает в реакции с главными макрокомпонентами природных вод, образуя трудно-растворимые соединения. Лимитирующий показатель вредности свинца – санитарно-токсикологический.

Содержание свинца в исследуемых водах от истока к устью изменяется от 1,94 до 1,26 мкг/л в межень и от 1,81 до 0,97 мкг/л в половодье, т. е. содержание свинца в межень в 1,17 раза выше, чем в половодье. При ПДК_{ЭКПВ} равном 6 мкг/л превышений не отмечено.

Основное соединение хрома – хромистый железняк. Кларк содержания хрома в земной коре $8,3 \cdot 10^{-3} \%$ [3, 4, 12]. Одним из факторов, лимитирующих растворимость хрома в поверхностных водах суши, является хромит (FeCr_2O_4), удаление хрома из воды также происходит вследствие адсорбции Cr^{3+} на поверхности взвешенных частиц [16]. Лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический.

Значения концентраций хрома на исследуемом участке р. Черек-Безенгийский в межень почти не изменяются и составляют 0,82 и 1,13 мкг/л. В половодье содержание хрома вниз по реке снижается от 1,2 до 0,36 мкг/л. Среднее содержание хрома в межень в 1,13 раза выше, чем в половодье. При ПДК_{ЭКПВ} равном 20 мкг/л превышений не отмечено.

Кадмий – типичный рассеянный элемент. Одним из источников его поступления является выщелачивание полиметаллических и медных руд [3, 4, 12]. Взвешенные формы в миграции кадмия играют менее важную роль по сравнению с другими металлами. Доказано, что значительная часть кадмия способна адсорбироваться на поверхности глинистых частиц, причем количество адсорбированного металла возрастает с повышением рН [16]. Лимитирующий признак вредности – токсикологический.

Содержание опасного и очень токсичного кадмия в высокогорной и предгорной зоне в зимнюю межень остается на одном уровне, изменяясь незначительно от 0,135 до 0,095 мкг/л и снижаясь от истока к устью в 1,42 раза. В половодье изменение концентраций также незначительно – от 0,141 до 0,102 мкг/л. Превышений ПДК_{ЭКПВ} по кадмию не отмечено.

Малораспространенный элемент никель в природе встречается в виде соединений с мышьяком или серой в минералах купферникель, железоникеливый колчедан, мышьековоникелевый блеск. Среди факторов, определяющих пространственное распространение никеля, важное значение имеет

состав пород и почв, химико-биологические процессы, динамика водных масс [3, 4, 12]. Содержание никеля во взвешенных формах значительно возрастает с увеличением мутности воды, существенную роль при этом играют мелкозернистые глинистые частицы (пелитовая фракция взвесей). По данным [17], глинистые частицы переносят около 29 % никеля из общего содержания взвешенных форм никеля, равного 43 %. Лимитирующий признак вредности – токсикологический.

В исследуемых водах концентрация никеля в период межени изменяется в пределах от 1,76 до 2,17 мкг/л, в половодье – от 2,07 до 2,26 мкг/л. Таким образом, концентрация никеля в половодье выше в 1,17 раза, чем в межень. Превышений ПДК_{экппв} не выявлено.

Источниками поступления серебра в поверхностные воды являются подземные воды и сточные воды рудников, обогатительных фабрик, фото-предприятий. В незагрязненных поверхностных водах серебро присутствует в субмикrogramмовых концентрациях. В подземных водах концентрация серебра колеблется от единиц до десятков микрограммов в 1 дм³, в морской воде – в среднем 0,3 мкг/дм³. Ионы серебра способны уничтожить бактерии и уже в незначительной концентрации стерилизуют воду (нижний предел бактерицидного действия ионов серебра 2·10⁻¹¹ моль/дм³). Полученные в ходе исследования данные указывают на повышение концентрации серебра от истока к устью в зимнюю межень и ледниковое половодье в 2,2 и 3,1 раза соответственно. Суммарное содержание серебра в межень в 1,6 раза выше, чем в половодье.

Таким образом, данные по содержанию микроэлементов в водах р. Черек-Безенгийский – левой составляющей истока р. Черек – показали, что суммарная микроэлементная нагрузка на природные воды составляет в период зимней межени 217,4 мкг/л, ледникового половодья – 77,4 мкг/л. Схематично ряд микроэлементов по средним значениям имеет следующий вид (мкг/л):

зимняя межень:

$$\frac{\text{Zn}}{45,05} > \frac{\text{Mn}}{17,36} > \frac{\text{Cu}}{4,95} > \frac{\text{Ni}}{1,7} > \frac{\text{Pb}}{1,5} > \frac{\text{Cr}}{0,92} > \frac{\text{Ag}}{0,81} > \frac{\text{Cd}}{0,13},$$

ледниковое половодье:

$$\frac{\text{Zn}}{30,3} > \frac{\text{Mn}}{7,8} > \frac{\text{Ni}}{2,03} > \frac{\text{Cu}}{1,85} > \frac{\text{Pb}}{1,3} > \frac{\text{Cr}}{0,82} > \frac{\text{Ag}}{0,51} > \frac{\text{Cd}}{0,13}.$$

Таблица 4. Превышение ПДК_{экппв} в водах р. Черек-Безенгийский в ледниковое половодье

Пункт отбора	2011 г.		2012 г.	
	Zn*	Cu	Mn	Cu
Ледник Уллу-Чиран, исток	3,19	1,36	2,19	1,58
Камнерезный цех	4,68	2,02	1,79	1,02
Около с. Бабугент	3,05	3,7	3,31	1,43

Примечание: * – превышение ПДК_{экппв}.

Согласно полученным в 2011–2012 гг. данным, в период половодья (табл. 4), превышения ПДК_{экппв} по трем микроэлементам – Zn, Cu, Mn – являются постоянными и связаны с естественным геохимическим фоном района исследования [18].

ВЫВОДЫ

В статье представлены результаты исследования содержания микроэлементов Mn, Zn, Cu, Pb, Ag, Ni, Cr, Cd в водах ледниковой реки Черек-Безенгийский в период зимней межени и ледникового половодья. В ходе проведенного исследования установлено, что загрязнение речных вод микроэлементами в верховье р. Черек-Безенгийский имеет природный геохимический и геоморфологический фон, что связано с вымыванием их из горных пород. По экологическим классам качества поверхностных вод суши исследуемые воды по содержанию Mn, Pb, Cr, Cd, Ni, Cu, Ag можно отнести к чистым, а по содержанию Zn – к сильно загрязненным. Выявлено, что концентрации микроэлементов в водах р. Черек-Безенгийский подвержены пространственной изменчивости: Mn, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn – убывают, а Ni, Ag – возрастают от истока к устью.

Временное изменение концентраций микроэлементов характеризуется повышением в зимнюю межень и снижением в ледниковое половодье. Объяснение этому кроется в увеличении объема стока в единицу времени в период половодья, когда тают ледники и снежники, разбавляющие поверхностный сток талыми, менее минерализованными водами, в то время как в период зимней межени большая доля в питании реки принадлежит подземным водам, вымывающим из недр значительное количество микроэлементов.

Пространственно-временное изменение состава вод по содержанию микроэлементов отличается от состава главных ионов, т. е. прослеживается обратная закономерность. Так, концентрации макрокомпонентов увели-

чиваются от истока к зоне выхода высокогорных рек на равнину. Проведенные исследования доказывают, что на состав и качество вод оказывают влияние изменение высоты протекания водотоков и географическое расположение русел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 8. Северный Кавказ. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 93 с.
2. Кузнецов С.С. Недра гор Северного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 108 с.
3. Войткевич Г.В. Справочник по геохимии / Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. М.: Недра, 1990. 480 с.
4. Геология СССР. Т. 9. Северный Кавказ. М.: Недра, 1968. С. 187–196.
5. Зайков Б.Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1946. 30 с.
6. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.
7. 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 «МГА-915». М., 2009. 14 с.
8. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 229 с.
9. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Зарег. Минюстом России № 4550 от 19.05.2003.
10. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 442 с.
11. Перечень рыбохозяйственных нормативов ПДК и ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов. М.: ВНИРО, 1999. 380 с.
12. Роева Н.Н. Специфические особенности поведения тяжелых металлов в различных природных средах // Журнал аналитической химии. 1996. Т. 51. № 4. С. 384–397.
13. Gibbs R.J. Mechanism of trace metal transport in rivers. Science. 1973. 180, No 4081, P. 71–73.
14. Hem J.D., Durum W.H Solubility and occurrence of lead in surface water/ Journ. Amer. WaterWorksassoc. 1973, 65, No 8. P. 562–568.
15. Schroeder D.C., Lee G.F. Potential transformations of chromium in natural waters. Water, Air and Soil pollut. 1975. No 3, 4. P. 355–365.
16. Pickering W.F. Cadmium retention by clays and other soil or sediment components. – In: Cadmium in the environment. Part 1. Ecological cycling J.O. Nriagu edit. New York: Wiley-Intersciens publ., 1980. P. 365–397.
17. McDuffie B., Hollod G.J. Trace metals in rivers-speciation, transport and role of sediments.-Trace substances Environ Health-X., Columbia Mo., 1976. P. 85–90.

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

Сведения об авторах:

Газаев Хаджи-Мурат Мухтарович, директор, ФГБУ «Кабардино-Балкарский государственный высокогорный природный заповедник», Россия, 361800, Кабардино-Балкарская республика, Черекский район, пос. Кашхатау, ул. Мечиева, 78; e-mail: kb_zarovednik@rambler.ru

Агоева Элеонора Анатольевна, научный сотрудник, ФГБУ «Кабардино-Балкарский государственный высокогорный природный заповедник», Россия, 361800, Кабардино-Балкарская республика, Черекский район, пос. Кашхатау, ул. Мечиева, 78; e-mail: eleonora_agoeva@mail.ru

Иттиев Абдуллах Биякаевич, канд. хим. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», Россия. 360030. г. Нальчик, ул. Ленина 1в; e-mail: kb_zarovednik@rambler.ru