

УДК 550.4

## СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВНЫХ ИОНОВ В РЕКЕ ЧЕРЕК ОТ ЕГО ИСТОКА ДО ВЫХОДА В ПРЕДГОРНУЮ ЗОНУ (КБР)

Керимов А.М., Курашева О.А.

*Высокогорный геофизический институт, Нальчик, e-mail: oks.anchik@mail.ru*

Территория Кабардино-Балкарии относится к «водонасыщенным» районам Северного Кавказа, так как обладает достаточно развитой речной сетью, за исключением северо-восточной части. В данной работе в соответствии с задачами исследования произведены выборы пунктов отбора проб речных вод для оценки химического состава рек на территории Кабардино-Балкарской Республики. Пункты были выбраны таким образом, что каждый из них характеризует влияние на качество воды предприятий промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, сельского хозяйства и населенных пунктов. Приводятся результаты химических анализов проб из р. Черек от его истоков (Черек Безенгийского и Черек Балкарского) до выхода в предгорную зону. Определение содержания главных ионов в реке производилось в отделе физики облаков (ОФО) – лаборатории аналитической химии ВГИ. Во всех отобранных пробах измерялись величины Ph, неорганических соединений азота ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Пробоотбор в 2009–2010 гг. проводился в августе-сентябре – в конце периода абляции, а также в 2018 г. в период зимней межени. Результаты химического анализа и анализов пределов изменений состава вод р. Черек Балкарский показали, что наибольший расход воды приходится на V–IX месяцы, наименьший расход воды на IX–IV месяцы. Химический анализ проб воды Черек Балкарского выявил, что Ph мало зависит от сезона. Показатель pH в р. Черек Безенгийский в зимней межени изменялся от 7,86 до 8,5 ед., что относит их к нейтральным, слабощелочным водам.

**Ключевые слова:** главные ионы, р. Черек, р. Черек Безенгийский, р. Черек Балкарский, Кабардино-Балкарская Республика

## CONTENT OF THE MAIN IONS IN THE CHEREK RIVER FROM ITS SOURCE TO THE EXIT TO THE FOOTHILL ZONE (KBR)

Kerimov A.M., Kurasheva O.A.

*High-Mountain Geophysical Institute (HMGI), Nalchik, e-mail: oks.anchik@mail.ru*

The territory of Kabardino-Balkaria belongs to the «water-saturated» regions of the North Caucasus, as it has a sufficiently developed river network, with the exception of the northeastern part. In this work, in accordance with the objectives of the study, the selection of points for sampling river waters was made to assess the chemical composition of rivers in the territory of the Kabardino-Balkarian Republic. The points were selected in such a way that each of them characterizes the impact on water quality of industrial enterprises, housing and communal services, agriculture and settlements. The results of chemical analyzes of samples from the river. Cherek from its sources (Cherek Bezengi and Cherek Balkarsky) to the exit to the foothill zone. The determination of the content of the main ions in the river was carried out in the Department of Cloud Physics (OFD) – the laboratory of analytical chemistry of the VGI. In all the samples taken, the value of Ph, inorganic nitrogen compounds ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), ions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  were measured. Sampling in 2009–2010 was carried out in August–September – at the end of the ablation period, as well as in 2018. during the period winter low water. The results of chemical analysis and analyzes of the limits of changes in the composition of the waters of the river. Cherek Balkarsky showed that the highest water consumption occurs in the V–IX months, the lowest water consumption in the IX–IV months. Chemical analysis of water samples from Cherek Balkarsky revealed that Ph depends little on the season. The pH indicator in the river. Cherek Bezengiykiy in the winter low-water period varied from 7.86 to 8.5 units, which refers them to neutral, slightly alkaline waters.

**Keywords:** main ions, r. Cherek, r. Cherek Bezengiykiy, r. Cherek Balkarsky, Kabardino-Balkarian

В связи с увеличением потребления пресных вод в народном хозяйстве Северо-Кавказского региона, и в частности на территории КБР, большой интерес представляет изучение химического состава (тяжелых металлов и главных ионов) снега, льда, а также речных вод ледникового питания от их истоков до выхода в предгорную зону на стационарных пунктах.

Сведения о современном оледенении важны для правильного решения задач использования и регулирования рек со значительной долей ледникового питания. В этом отношении река Черек Безенгийский пред-

ставляет большой интерес, поскольку в её бассейне параметры ледникового стока изучены более подробно: площадь, занятая ледниками, равна почти 12%, а ледниковое питание составляет 33% годового стока и 43% в тёплый период [1]. Основная доля снегового и ледникового стока из гляциальной зоны соответствует теплоте периода года, когда потребность в пресной воде для отраслей экономики наибольшая [2]. Цель исследования: дать пространственно-временную характеристику концентрации главных ионов в реке Черек за последнее десятилетие и оценить качество в данном речном бассейне.



*Рис. 1. Исток реки Черек Безенгийский  
(фото Курашевой О.А., 2020 г.)*



*Рис. 2. Исток реки Мижирги  
(фото Курашевой О.А., 2020 г.)*

### Материалы и методы исследования

Гидрографическая сеть республики представлен 2172 реками бассейнов рек Терек и Кума. Общая протяжённость (суммарная длина) рек составляет 5470 км

Густота речной сети наибольшая в горной части (0,5–0,6 км/км<sup>2</sup>), затем постепенно уменьшается к предгорьям (0,2–0,3 км/км<sup>2</sup>), а в равнинной части составляет менее 0,1 км/км<sup>2</sup>. Максимальная густота отмечается в бассейне р. Баксан (1,0–1,5 км/км<sup>2</sup>) [3–4].

Ледники бассейна реки Черек Безенгийский достаточно хорошо изучены в масс-балансовом отношении [1]. Геохимические исследования в этом районе проводились гораздо реже. Достаточно подробно исследования химического состава ледников Центрального Кавказа приводятся в работе [2].

Река Черек образуется в результате слияния рек Черек Балкарский и Черек Безенгийский (Хуламский) и является правым притоком р. Баксан. Истоком реки являются ледники Главного Кавказского хребта. Длина реки 131 км (считая от истока р. Черек Балкарский); площадь водосбора 3070 км<sup>2</sup>.

Реки Черек Балкарский и Черек Безенгийский имеют много небольших притоков. Ниже слияния первых и образования р. Черек количество притоков резко уменьшается. Наибольшей густоты (около 0,6–0,7 км/км<sup>2</sup>) речная сеть достигает в районе предгорий. В высокогорной области густота речной сети уменьшается до 0,4 км/км<sup>2</sup>, а в равнинной – до 0,3 км/км<sup>2</sup>. Водный режим р. Черек, как и р. Баксан, определяется в основном таянием ледников и высокогорных снегов. В нижнем и среднем его течении весьма значительную роль играет грунтовое питание. Роль дождевых осадков

в питании реки невелика [1]. Основная доля снегового и ледникового стока из гляциальной зоны соответствует теплomu периоду года, когда потребность в пресной воде для отраслей экономики наибольшая [1]. Истоки рек Черек Безенгийский и Мижирги представлены на рис. 1, 2.

### Результаты исследования и их обсуждение

Выбранные пункты расположены на главных реках и на притоках первого порядка указанных выше рек. Пробы отбираются до и после впадения в основной водоток. Отбор проб производился, начиная с истоков р. Черек, с разным гидрологическим режимом рек (летнее половодье – июль, август; зимняя межень – январь, февраль). Отбор проб производится на одном и том же пункте с фиксированными координатами. При отборе проб из реки ледникового питания, а также их притоков первого порядка на стационарных пунктах: фиксировались время отбора, температура воздуха и воды, цвет воды, прозрачность. Отбор проб производился в пластмассовые ёмкости объёмом 250 мл, которые хранились в холодильнике. Консервация производилась в день отбора проб с использованием азотной кислоты.

Средняя температура воды в зимнюю межень на р. Черек от +2,2 до +4 °С. В летнее половодье температура воды р. Черек от +1,8 до +15,9 °С. Температура воздуха зависит от времени суток. В зимнюю межень по долине р. Черек температура воздуха меняется от +2 до +5 °С. В летнее половодье по долине р. Черек температура воздуха меняется от +21 до +30 °С. Прозрачность рек в зимнюю межень составляла 100%,

что характерно для данной реки. Прозрачность реки в летнее половодье практически во всех створах меньше 10 %, за исключением р. Хеу (90 %).

Выбранные пункты характеризуют особенности изменения химического состава. Определение химического состава на содержание главных ионов в реке производилось в отделе физики облаков (ОФО) – лаборатории аналитической химии ВГИ. Во всех отобранных пробах измерялись значения Ph, неорганических соединений азота ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Величина pH определялась по РД 52.24.495-2005 [5].  $\text{NO}_3^-$  определялся «Ионометром-ЭВ-74» с применением ионселективных халькогенидных электродов (ИСЭ) [6], РД 52.24.381-2006,  $\text{NO}_2^-$  определялся на спектрофотометре; с использованием ионной хроматографии (ИХ) – МВИ (ФР.1.31.2005.01738) и РД 52.24.486-2006 определяли  $\text{NH}_4^+$  (СФ-46).

В 2009–2010 гг. в период зимней межени и летнего паводка был проведен отбор проб воды р. Черек Балкарский. Пункты отбора проб воды: р. Черек Балкарский (исток), ручей (правый приток), р. Гюльчису (правый приток), р. Черек Балкарский, р. Черек Балкарский, р. Рцывашки (правый приток),

р. Карасу (левый приток). Во всех отобранных пробах измерялись величины Ph, неорганических соединений азота ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . В период летнего половодья отобраны пробы воды по тем же створам. Результаты анализа и пределы изменений химического состава вод р. Черек Балкарский во всех вышеперечисленных створах представлены в табл. 1.

Химический анализ проб воды выявил, что уровень Ph мало зависит от сезона. Содержание  $\text{HCO}_3^-$  мало зависит от сезона, но увеличивается от истока вниз по течению. Уровень  $\text{SO}_4^{2-}$  летом в 1.7–3.2 раза выше, чем зимой. Наличие  $\text{Cl}^-$  мало отличается по сезонам. Уровни  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  незначительно меняются по сезонам. Содержание  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$  от сезона не зависит, но в 2009 г. в 2–3 раза выше, чем в 2010 г.

В 2018 году в период зимней межени был проведен мониторинг р. Черек на содержание нитритов, нитратов и аммония, а также величины pH речных вод. Координаты пунктов отбора проб из основного водотока и притоков представлены в табл. 2.

В период летнего половодья отобраны пробы воды в створах, указанных в табл. 2. Результаты анализа зимних проб (15.02.2018 г.) представлены в табл. 3.

Таблица 1

Пределы изменений химического состава вод р. Черек Балкарский за 2009–2010 гг.

	2009 г.		2010 г.	
	Зимний межень	Летний паводок	Зимний межень	Летний паводок
$\varepsilon_{\text{ионов}}$ мг/л	111.4–267.94	53.53–243.4	106.0–273,5	40.8–200.8
Ph, ед.	7.40–7.70	6.65–7.90	7.80–8.50	6.90–7.65
$\text{HCO}_3^-$	78.08–214.72	32.53–182.99	73.20–115.0	20.33–162.7
$\text{SO}_4^{2-}$	6.05–8.90	4.56–9.56	6.48–9.60	0–22.80
$\text{Cl}^-$	0.036–1.95	0.035–0.25	0.036–1.95	0.04–0.89
$\text{Ca}^{2+}$	16.83–33.27	12.82–46.49	18.44–64.13	8.02–22.40
$\text{Mg}^{2+}$	0.49–15.31	0.97–8.75	1.46–3.40	0.49–1.94
Общая жесткость мг-экв/л.	1.04–2.92	0.74–3.02	1.20–3.20	0.52–1.68
$\text{NO}_2^-$	0.0045–0.010	0.040–0.043	0.045–0.016	0.021–0.086*
$\text{NO}_3^-$	3.25–4.65	2.76–5.58	4.15–5.58	2.60–4.65
$\text{NH}_4^+$	0.18–0.45	0.081–0.18	0.086–0.32	0.40–0.47

Таблица 2

Координаты места отбора речных проб на р. Черек (2018 г.)

Наименование точек	Широта, долгота	Высота н.у.м., м
р. Черек Безенгийский (исток)	43°6'50.07"С 43°8'37.94"В	2150
р. Мижирги (выше моста)	43°6'36.44"С 43°9'0.34"В	2125

<b>Окончание табл. 2</b>		
Наименование точек	Широта, долгота	Высота н.у.м., м
р. Черек Безенгийский (выше с. Безенги)	43°12'23.78"C 43°16'26.45"B	1559
р. Черек Хуламский (выше с. Карасу)	43°17'40.15"C 43°24'22.67"B	991
р. Черек Балкарский (выше с. Бабугент)	43°15'22.35"C 43°32'15.62"B	772
р. Черек Хуламский (выше с. Бабугент)	43°17'14.11"C 43°30'28.46"B	787
р. Черек (ниже пгт. Кашхатау)	43°19'34.60"C 43°37'51.40"B	650
р. Хеу (с. Аушигер, выше моста)	43°22'35.40"C 43°42'43.07"B	533
р. Черек (ниже с. Аушигер)	43°24'57.40"C 43°45'52.18"B	482

**Таблица 3**  
Величина рН и соединения азота в речных водах зимней межени (15.02.2018 г.)

Водные объекты	рН	Концентрация, мг/л		
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
р. Черек Безенгийский, выше с. Безенги	8,20	0,002	4,0	0,07
р. Черек Хуламский, выше с. Карасу	8,30	0,002	6,20	0,10
р. Черек Балкарский, выше с. Бабугент	8,31	0,009	5,60	0,16
р. Черек Хуламский, выше с. Бабугент	8,18	0,006	4,0	0,48
р. Черек, выше Кашхатау	8,45	0,014	12,0	0,13
р. Черек, ниже Аушигера	8,42	0,043	19,0	0,24
р. Хеу	8,44	0,044	21,5	0,33
Источник Аушигер, геотермальный	8,24	0	<b>57,3*</b>	<b>5,1*</b>
ПДК поверхн. вод	6,5–8,5	0,080	40	0,5

Примечание: \* – превышение ПДК.

Превышение ПДК концентраций в Аушигерском источнике в период зимней межени: по нитратам ПДК = 1,26; по аммонии ПДК = 10,2 мг/л.

Величина рН для рек ледникового питания варьирует в пределах 7,79–7,86 ед. рН. Для остальных речных вод максимальная рН 8,45 ед., минимальная составляет 8,18 ед.

Показатель рН в речных водах зимней межени изменялся от 7,86 до 8,5 ед., что относит их к нейтральным, слабощелочным водам. Содержание трёх форм неорганического азота находилось в пределах нормы. Концентрации нитритов и аммония по длине реки варьировали неоднозначно. Наблюдается закономерное увеличение распределения концентрации нитратов от истока к замыкающему створу.

Особенностью химического состава вод зимнего отбора выделяется Аушигерский высокотермальный источник, где концентрация нитратов составила 57,3 мг/дм<sup>3</sup>, превышая ПДК в 1,4 раза, а ионов аммония

более чем в 10 раз. Этот источник расположен на юго-западной окраине с. Аушигер, на правом берегу реки Хеу. Он относится к тёплому углекислому минеральному источнику с высоким содержанием азотных соединений. Для питья источник непригоден, только для купания. Вода используется в лечебных целях. Она применяется при лечении опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистых заболеваниях, артритах, дерматитах, псориазе и других заболеваниях, вода обладает очищающими, расслабляющими свойствами [7].

#### Выводы

1. Приведены основные параметры ледникового стока. Указан режим химического стока главных ионов в зависимости от гидрологического режима горной реки.
2. Проведена оценка уровня загрязнённости речных вод ледникового и подземного питания.
3. Концентрации азотсодержащих ионов в пробах вод ледникового питания

за рассматриваемый период существенно не изменились.

4. Воды ледникового питания бассейна р. Черек могут быть использованы как источники пресной воды для нужд народного хозяйства.

#### Список литературы / References

1. Панов В.Д. Режим и эволюция современного оледенения бассейна р. Черек Безенгийский. Л.: Гидрометеоздат, 1978. 135 с.
2. Керимов А.М., Курашева О.А. Деграция оледенения Центрального Кавказа с конца XIX века и характеристика химического состава речных вод ледникового питания // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод (г. Ростов-на-Дону, 22–24 сентября 2020 г.). 2020. С. 59–64.
3. Керимов А.М., Курасева О.А. Degradation of glaciers in the Central Caucasus since the end of the 19th century and characteristics of the chemical composition of river waters of glacial recharge // *Sovremennyye problemy gidrokhimii i monitoringa kachestva poverkhnostnykh vod*. (g. Rostov-na-Donu, 2020 g.). 2020. P. 59–64 (in Russian).
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской республике в 2019 году». Нальчик, 2019. 212 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://old.pravitelstvo.kbr.ru/oigv/minprirod/docs/gosdoklady/PROEKT%20GOSDOKLADA%202019.docx> (date of access: 08.11.2021).
5. РД 52.24.495-2010. Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электротрическим методом. М.: Росгидромет, 2013. 10 с.
6. РД 52.24.367-2010. Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений потенциметрическим методом с ионселективным электродом. М.: Росгидромет, 2010. 22 с.
7. Занилов А.Х. Водные ресурсы КБР. Экологическое состояние. Нальчик: Тетраграф, 2011. 152 с.
8. Zanilov A.Kh. Water resources of the KBR. Nalchik: Tetragraf, 2011. 152 p. (in Russian).
9. Galachieva L.A. Natural and recreational resources of Kabardino-Balkaria: monografiya. SPb.: «Lan'», 2018. 248 p. (in Russian).
10. Galachieva L.A. Природно-рекреационные ресурсы Кабардино-Балкарии: монография. СПб.: «Лань», 2018. 248 с.
11. Galachieva L.A. Natural and recreational resources of Kabardino-Balkaria: monografiya. SPb.: «Lan'», 2018. 248 p. (in Russian).
12. РД 52.24.367-2010. Mass concentration of nitrates in waters. The technique of making measurements by the potentiometric method with an ion-selective electrode. M.: Rosgidromet, 2010. 22 p. (in Russian).
13. Zanilov A.Kh. Water resources of the KBR. Nalchik: Tetragraf, 2011. 152 p. (in Russian).