

УДК 556.114.6:556.535.8

**ИОННЫЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ЗАПОВЕДНИКА В ПЕРИОД ЛЕТНЕГО ИНТЕНСИВНОГО  
ТАЯНИЯ ЛЕДНИКОВ**

*Жинжакова Лилия Зуберовна<sup>1</sup>,  
Чередник Елена Александровна<sup>2</sup>*

*1 старший научный сотрудник  
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»*

*Нальчик*

*2 научный сотрудник*

*ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»*

*Нальчик*

**IONIC COMPOSITION OF THE SURFACE WATER OF THE KABARDINO-BALKARIAN STATE  
RESERVE DURING THE INTENSIVE SUMMER MELTING OF GLACIERS**

*Zhinzhakova Liliya Zuberovna<sup>1</sup>  
Cherednik Elena Alexandrovna<sup>2</sup>*

*1 Senior staff scientist  
FSBI «High-Mountain Geophysical Institute»*

*Nalchik*

*2 Staff scientist*

*FSBI «High-Mountain Geophysical Institute»*

*Nalchik*

**Аннотация.** Целью данного исследования является изучение ионного состава поверхностных вод бассейна реки Чегем на территории Кабардино-Балкарского государственного заповедника в период интенсивного таяния ледников. Объектами исследования являлись водотоки, расположенные на территории заповедника от двух истоков до выхода реки на равнину на расстоянии 87 км до слияния с водами р. Баксан. Получены гидрохимические показатели качества и пригодности вод для различных целей. Речные воды Чегема относятся к классу гидрокарбонатных группы кальция, пресным водам с низкой жёсткостью, не содержащих опасных уровней биогенных соединений. В 2020 году проведено исследование вод реки Чегем и ее притоков в летний период от истоков (левого и правого), формирующих начало реки до устьевой зоны. Содержание главных ионов определяли методами химического анализа. В статье приведены результаты наблюдений увеличения концентраций макрокомпонентов и неорганических соединений азота вниз по течению реки. Выявлено, что увеличение концентраций связано с условиями взаимодействия горных пород с талыми и речными водами. Проведена оценка пригодности вод в различных целях.

**Abstract.** The purpose of this study is to study the ionic composition of the surface waters of the river basin Chegem on the territory of the Kabardino-Balkarian State Reserve during the period of intensive melting of glaciers. The objects of study were watercourses located on the territory of the reserve from two sources to the exit of the river to the plain at a distance of 87 km to the confluence with the waters of the river. Baksan. Hydrochemical indicators of water quality and suitability for various purposes have been obtained. River waters of Chegem belong to the class of calcium bicarbonate group, fresh waters with low hardness, which do not contain dangerous levels of biogenic compounds. In 2020, a study of the waters of the river. Chegem and its tributaries in the summer from the sources (left and right), forming the beginning of the river to the mouth zone. The content of the main ions was determined by chemical analysis methods. The article presents the results of observations of an increase in the concentrations of macrocomponents and inorganic compounds of nitrogen downstream the river. It was revealed that the increase in concentrations is associated with the conditions of interaction of rocks with melt and river waters. An assessment of the suitability of waters for various purposes was carried out.

**Ключевые слова:** Гидрохимия, концентрация, макрокомпоненты, загрязнение, неорганические соединения азота.

**Keywords:** Hydrochemistry, concentration, macrocomponents, pollution, inorganic nitrogen compounds.

В настоящее время отмечается повышение среднемесячных и среднегодовых значений температуры атмосферы, среднемесячные и среднегодовые числа дней с грозой и их годовая продолжительность, количество выпадающих осадков, интенсивность таяния ледников и связанная с этим селявая опасность в горных районах Кавказа. Это влияет на сокращение площади горного оледенения, и, соответственно, увеличивается годовой и сезонный сток рек, истоки которых расположены на ледниках [1-3]. Изменение состава вод во времени обусловлено физико-географическими условиями бассейна. В связи с этим могут меняться условия формирования химического состава, связанного с качеством поверхностных вод. Данные о количественном составе природных вод являются ценной информацией, которую необходимо учитывать при всех видах водопользования. Наблюдение за содержанием загрязняющих веществ в водных объектах, в том числе и опасных токсикологических соединений азота (нитриты, аммоний), является важной и актуальной задачей, решению которой способствует проведение исследования вод.

Объектом нашего исследования в 2014-2016 годах [4], а в последующем и в 2020 году, являлось изучение химического состава вод р. Чегем и ее притоков (рис. 1) на содержание гидрохимических показателей от истока до устья на расстоянии ~100 км до слияния с р. Баксан.

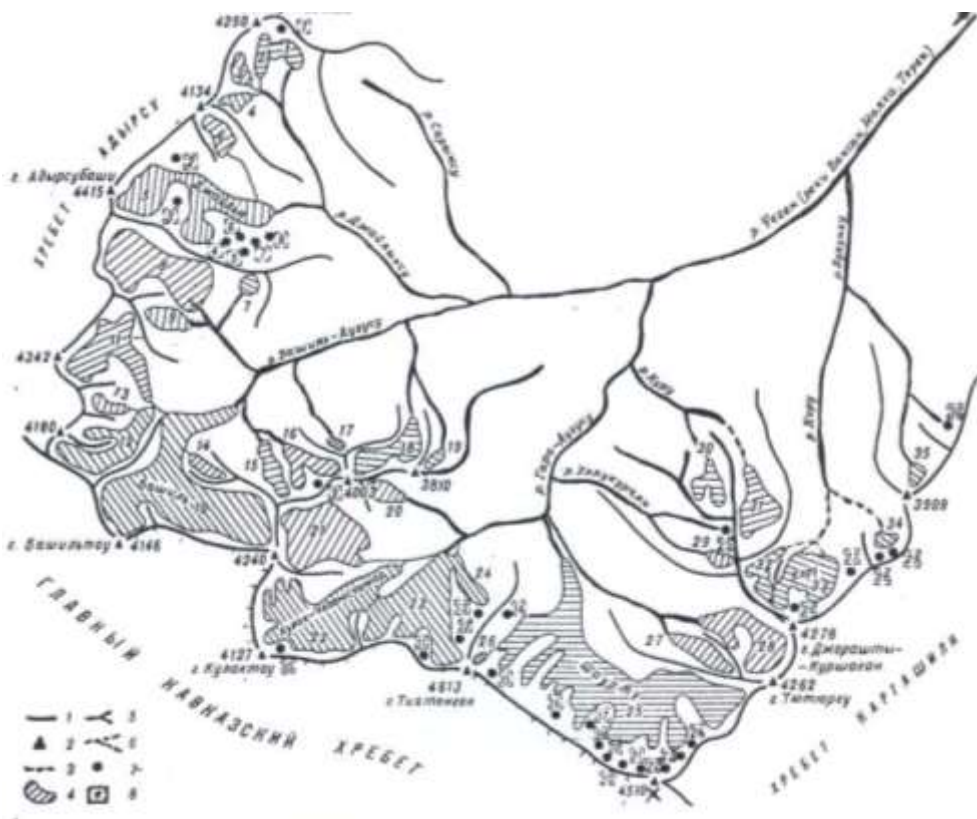


Рис. 1. Схема расположения ледников в бассейне р. Чегем

1 - водоразделы; 2 - вершины; 3 - ледовые раздели; 4 - ледники и их номера; 5- реки; 6 - подземный сток; 7,8 - ледники площадью менее 0,1 км<sup>2</sup>.

Река Чегем протяженностью 115 км является правым притоком Баксана. На высоте 2050 м река образуется от слияния двух ледниковых речек Главного Кавказского хребта (Башиль -Аузусу -12 км и Гара-Аузусу -14 км), берущих начало от одноименных ледников. Она течет в северо-восточном направлении от истока на равнину, проходя через Боковой, Скалистый, Пастбищный и Лесистый хребты. Два притока служили исходными фоновыми точками (0 км), а после их слияния на 6 км принято считать начало реки Чегем. Ледниковые воды обеспечивают целые регионы питьевой водой. Ранее отмечали высокие питьевые качества талых вод. Нами были ранее опубликованы данные мониторинга рек Центрального Кавказа [5]. Из литературных источников известно, что вода из ледников проходит два основных и совершенных этапа естественной природной очистки: испарение и вымораживание. В связи с изменением климата целью данной работы являлось выявление изменения химического состава вод р. Чегем по загрязняющим веществам, начиная от истока и ниже, где проживает местное население, использующее в качестве питьевых вод и различных нужд только речные воды Чегемского ущелья.

#### Материалы и методы исследований

Объектом нашего исследования являлось изучение химического состава вод р. Чегем и ее притоков на содержание гидрохимических показателей от истока до устья (до слияния с р. Баксан). Отбор проб воды проводили в летнее половодье по рекомендациям [6]. Были определены пункты отбора проб воды р. Чегем от двух истоков (левого и правого) до замыкающего створа на 87 км. Исследование проводилось от истока к устью с применением физико-химических методов анализа [7-8]. В данной статье представлены результаты изменения концентраций главных ионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  (рис.2) и неорганических соединений азота  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$  (рис.3) по длине исследуемой реки.

### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследования по гидрохимическим показателям представлены на рисунках, дана характеристика содержания главных ионов и неорганических соединений азота в водах летнего отбора р. Чегем. По данным химического анализа прослеживается закономерное изменение состава вод, отобранных в различных высотных зонах ее протекания.

Величина рН в ледниковых водах истоков Башиль-Аузсу и Гара-Аузсу составляет 7,60-7,85 ед. рН, увеличиваясь вниз по течению от 8,1 до 8,40 ед., что говорит о защелачивании вод Чегема к выходу на равнину. Температура воды и воздуха изменялась от 1 до 18°C и от 11 до 28°C соответственно.

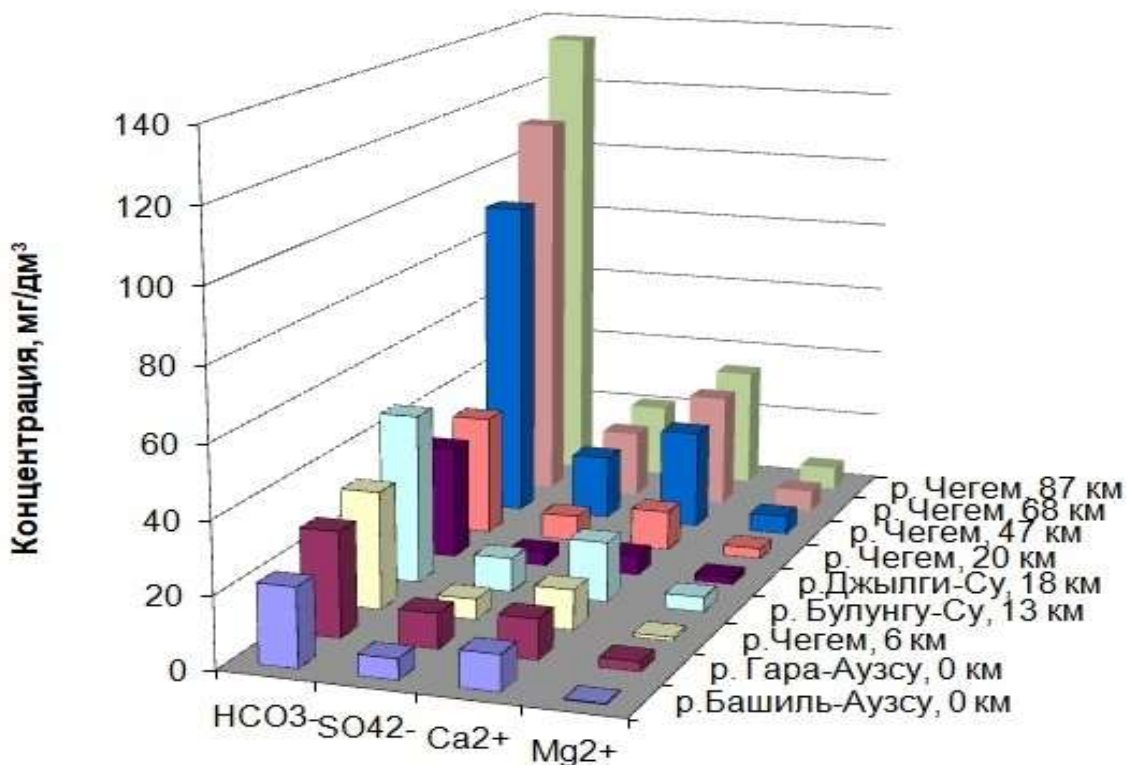


Рис. 2. Концентрации некоторых главных ионов в летних водах р. Чегем

Воды реки в верхнем течении соответствуют нейтральным водам, слабощелочным в среднем и ближе к устьевой зоне. Гидрокарбонатные ионы (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) у истоков в пределах 20-25 мг/дм<sup>3</sup>, а по течению реки увеличивались в 7 и более раз, составляя 152 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация сульфатных ионов в водах Чегема изменялась от 5 до 8 мг/дм<sup>3</sup>, на 87 км содержание достигало 24,5 мг/дм<sup>3</sup>, что в 3-4 раза выше, чем у истоков. Минимальная концентрация сульфатных ионов отмечалась в левом притоке реки Чегем (р. Джылги-су на 18 км). В нижнем течении реки содержание ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, как и гидрокарбонатных ионов, увеличивается. Хлоридные ионы (Cl<sup>-</sup>) в исследуемых водотоках бассейна р. Чегем составляли всего 0,18-1,24 мг/дм<sup>3</sup>, что является хорошим показателем, и соответствуют концентрациям в талых ледниковых водах. Кальций и магний (Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>) в подчинённом положении, где ионы кальция доминируют над ионами магния и являются лидером, что характерно для вод с ледниковым питанием Кабардино-Балкарской республики. Содержание кальция в водах верхнего течения Чегема менялось от 9 до 10 мг/дм<sup>3</sup> в истоках, а в замыкающем створе на 87 км в 3-4 раза выше (36,57 мг/дм<sup>3</sup>), а ионов магния во всех образцах – в пределах 0,19-6,44 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрации натрия и калия приближались к нулю. Жёсткость вод низкая у истоков, незначительная по движению реки и увеличивается до 2,0 мг-экв/л в последнем пункте отбора, что является хорошим показателем качества вод. Минерализация у истоков 32-45 мг/дм<sup>3</sup>, максимальная 220 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. возрастала в 4-5 раз к нижнему створу. Речные воды могут квалифицироваться как пресные. Низкая минерализация связана с притоком большого количества талых вод в летний период, разбавляющих воды Чегема. Таким образом, можно сделать вывод о том, что исследуемые воды р. Чегем и ее притоки относятся к мягким и очень мягким водам и отвечают санитарно гигиеническим требованиям и нормативам качества питьевой воды [9].

На рис. 3 представлены концентрации неорганических соединений азота в водах Чегема. Содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> изменялось незначительно и соответствовало 4,92-5,15 мг/дм<sup>3</sup> в верхнем течении, а в замыкающем створе его

концентрация убывала и составляла 3,27-3,32 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрации нитратов, аммония и нитритов в речных водах не превышали принятых нормативов и составляли 3,0-5,0 мг/ дм<sup>3</sup> по нитратам, от 0,10 до 0,28 мг/ дм<sup>3</sup> по аммонии и 0,003-0,016 мг/дм<sup>3</sup> по нитритам.

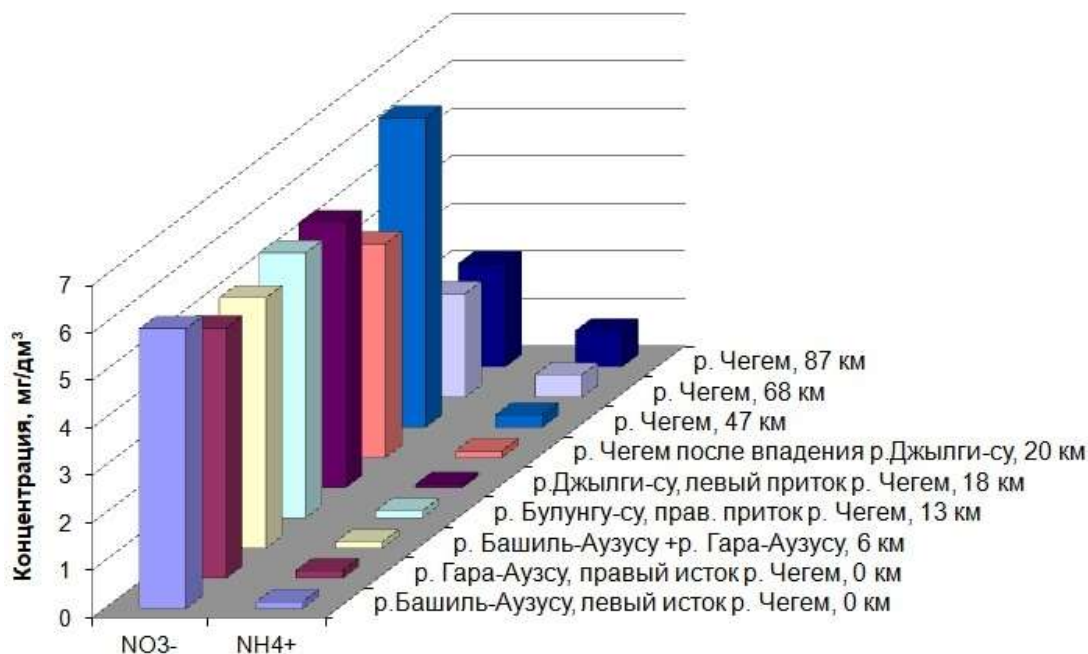


Рисунок 3. Концентрации нитратов и аммония в водах летнего половодья р. Чегема

По химическому составу воды реки Чегем относятся по экологическим классам поверхностных вод, особенно в верхнем и среднем течении, к чистым водам. В нижнем течении реки в период летнего половодья, вызванного таянием ледников и снежников, выпадением интенсивных осадков, возрастает мутность, и речные воды становятся непригодными для питья, но используются для полива сельскохозяйственных угодий и других целей.

#### Выводы

В результате проведенного химического анализа представлены ряды распределения макрокомпонентов и соединений азота в водах бассейна Чегем от двух истоков по длине реки. Наблюдается тенденция увеличения минерализации и некоторых показателей от области питания (ледники) до замыкающего створа. Воды Чегема гидрокарбонатные группы кальция, слабоминерализованные, слабощелочные и мягкие по общей жесткости. По экологическим классам качества поверхностных вод суши в летнее половодье воды р. Чегем относятся к I классу и могут быть квалифицированы как чистые, очень чистые и пригодные для различных целей. При оценке качества вод применялись требования [10-11]. Отмечается тенденция увеличения концентраций компонентов по течению реки к замыкающему створу. В связи с отсутствием влияния бытовых сточных и производственных вод река Чегем не испытывает антропогенную нагрузку на водотоки, что является следствием хорошего качества вод. По гидрохимическим показателям воды Чегема соответствуют высшей категории и пригодны для питья, орошения и полива сельскохозяйственных угодий. Реки республики, берущие начало в высокогорной зоне от ледников, являются важным «сырьем» для поддержания экологического равновесия и питания равнинных рек. Наблюдение за содержанием вредных ингредиентов в водных объектах, в том числе и опасных экотоксикантов (нитриты, аммоний), является важной задачей, решению которой способствует дальнейшее проведение мониторинга ледниковых рек Центрального Кавказа. Запасы чистой воды есть и будут в дальнейшем надежным капиталом в экономике региона и страны.

#### Библиографический список

1. Ефремов, Ю.В., Панов, В.Д., Лурье, П.М., Ильичев, Ю.Г., Панова, С.В. Д.А., Лутков, Д.А. Орография, оледенение, климат Большого Кавказа: опыт комплексной характеристики и взаимосвязей. Краснодар, 2007, 338 с.
2. Разумов, В.В., Курданов, Х.А., Разумова, Л.А., Крахмаль, А.Г., Батырбекова, Л.М. Экосистемы гор Центрального Кавказа и здоровье человека. М.: Илекса. 2003. 448с.

3. Аджиева А.А., Кондратьева Н.В. Изменение климата и гидрометеорологические явления в горных районах Кавказа // Международный научный журнал «Устойчивое развитие горных территорий».- Владикавказ. 2009. №1. С. 68-72.

4. Газаев Х.М., Жинжакова Л.З., Агоева Э.А., Иттиев А.Б. Исследование макрокомпонентного состава вод высокогорной зоны р. Чегем. [Вода: химия и экология](#). 2014. № 11 (77). С. 115-122.

5. Жинжакова Л.З., Чередник Е.А. Оценка загрязненности основных рек бассейна Терек соединениями азота за период 2017-2019гг. Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 2 (104) 1 часть, С.113-118

6. Р 52.24.353-2012. Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Утверждено зам. Руководителя Росгидромета. 2012.-27 с.

7. МВИ (ФР.1.31.2005.01738) Методика выполнения измерений массовой концентрации катионов методом ионной хроматографии.- М. 2008. - 26 с.

8. МВИ (ФР.1.31.2005.01724) Методика выполнения измерений массовой концентрации анионов методом ионной хроматографии.- М. 2008. - 30 с.

9. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль над качеством вод. - 10 с.

10. 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 2016г. № 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».

11. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. - Л.: Гидрометеиздат. 1990. - 229 с.

#### References

1. Efremov Yu.V., Panov V.D., Lurie P.M., Ilchichev Yu.G., Panova S.V., Lutkov D.A. Orography, glaciation, climate of the Greater Caucasus: an experience of complex characteristics and relationships. – Krasnodar, 2007. 338 p. (In Russian).

2. Razumov V.V., Kurdanov Kh.Kh., Razumova A.G., Krokhnal A.G., Batyrbekova L.M. Ecosystems of the mountains of the Central Caucasus and human health. - М., Илекса, 2003. 448 p. (In Russian).

3. Adzhieva A.A., Kondratieva N.V. Climate change and hydrometeorological phenomena in the mountainous regions of the Caucasus // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Ustoychivoye razvitiye gornykh territoriy».- Vladikavkaz. 2009. No. 1. Pp. 68-72. (In Russian).

4. Gazaev Kh.M., Zhinzhakova L.Z., Agoeva E.A., Itiev A.B. Study of the macrocomponent composition of the waters of the high-mountain zone of the river. Chegem // *Voda: khimiya i ekologiya*. 2014. № 11 (77). Pp. 115-122. (In Russian).

5. Zhinzhakova L.Z., Cherednik E.A. Assessment of pollution of the main rivers of the Terek basin with nitrogen compounds for the period 2017-2019. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2021. № 2 (104) 1 chast'. P.113-118. (In Russian).

6. R 52.24.353-2012. Rekomendatsii. Otkor prob poverkhnostnykh vod sushi i ochishchennykh stochnykh vod. - М., 27 p. (In Russian).

7. MVI (FR.1.31.2005.01738). Methods for measuring the mass concentration of cations by ion chromatography. - М., 26 p. (In Russian).

8. MVI (FR.1.31.2005.01724). Metodika vypolneniya izmereniy massovoy kontsentratsii anionov metodom ionnoy khromatografii. - М., 30 p. (In Russian).

9. GOST 2874-82. Voda pit'yevaya. Gigiyenicheskiye trebovaniya i kontrol' nad kachestvom vod. – 10 p. (In Russian).

10. Perechen' normativov kachestva vody vodnykh ob'yektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'yektov rybokhozyaystvennogo znacheniya [Tekst] / Prikaz Rosrybolovstva ot 13 dekabrya 2016 g. № 552 «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob'yektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no-dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'yektov rybokhozyaystvennogo znacheniya (s izmeneniyami na 12 oktyabrya 2018 goda). (In Russian).

11. Nezhikhovskiy R.A. Hydrological and ecological foundations of water management. - L.: Gidrometeoizdat, 1990. 229 p. (In Russian).

#### Об авторах

Жинжакова Лилия Зуберовна, старший научный сотрудник, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Россия, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 2, **Scopus ID:** 6504541441, **Researcher ID:** AAJ-8713-2021. Тел: +79380780809.

Zhinzhakova Liliya Zuberovna, Senior Scientist, FSBI «High-Mountain Geophysical Institute», 2, Lenina Ave., Nalchik, Kabardino-Balkar Republic, Russia, 360030. **Scopus ID:** 6504541441, **Researcher ID:** AAJ-8713-2021. Тел: +79380780809

Чередник Елена Александровна, научный сотрудник, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Россия, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 2, **Researcher ID:** AAI-7726-2021. Тел: +79094901967.

Cherednik Elena Alexandrovna, Researcher, FSBI «High-Mountain Geophysical Institute», 2, Lenina Ave., Nalchik, Kabardino-Balkar Republic, Russia, 360030. **Researcher ID:** AAI-7726-2021. Тел: +79094901967.