

УДК 504.45

DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-105-116

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЦЕНТРЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

**Ф.Р. ДРЕЕВА, Н.В. РЕУТОВА, Т.В. РЕУТОВА,  
А.М. ХУТУЕВ, А.А. КЕРИМОВ**

ФГБНУ «Федеральный научный центр  
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»  
Центр географических исследований  
360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2  
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

*В статье обобщены основные результаты гидрохимических исследований, проводимых в Центре географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра с 2013 года в рамках государственного задания. Исследования охватывали территорию от истоков главных рек в высокогорных районах до выхода на предгорную равнину от р. Теберда на западе до р. Черек на востоке. Выявлены значительные различия в содержании главных ионов и микроэлементов в водных объектах, берущих начало от ледников или в местах выхода подземных вод. Показано, что загрязнение природных вод микроэлементами в высокогорье имеет очаговый характер и в большей мере связано с влиянием подстилающих горных пород. Особенности динамики ионного состава также связаны с изменением типа горных пород при переходе от высокогорной зоны к среднегорью. Полученные результаты имеют особую практическую значимость в связи с интенсивным рекреационным освоением высокогорных районов Центрального и Западного Кавказа.*

**Ключевые слова:** гидрохимические исследования, поверхностные воды, главные ионы, микроэлементы, Центральный Кавказ, Западный Кавказ, горные реки.

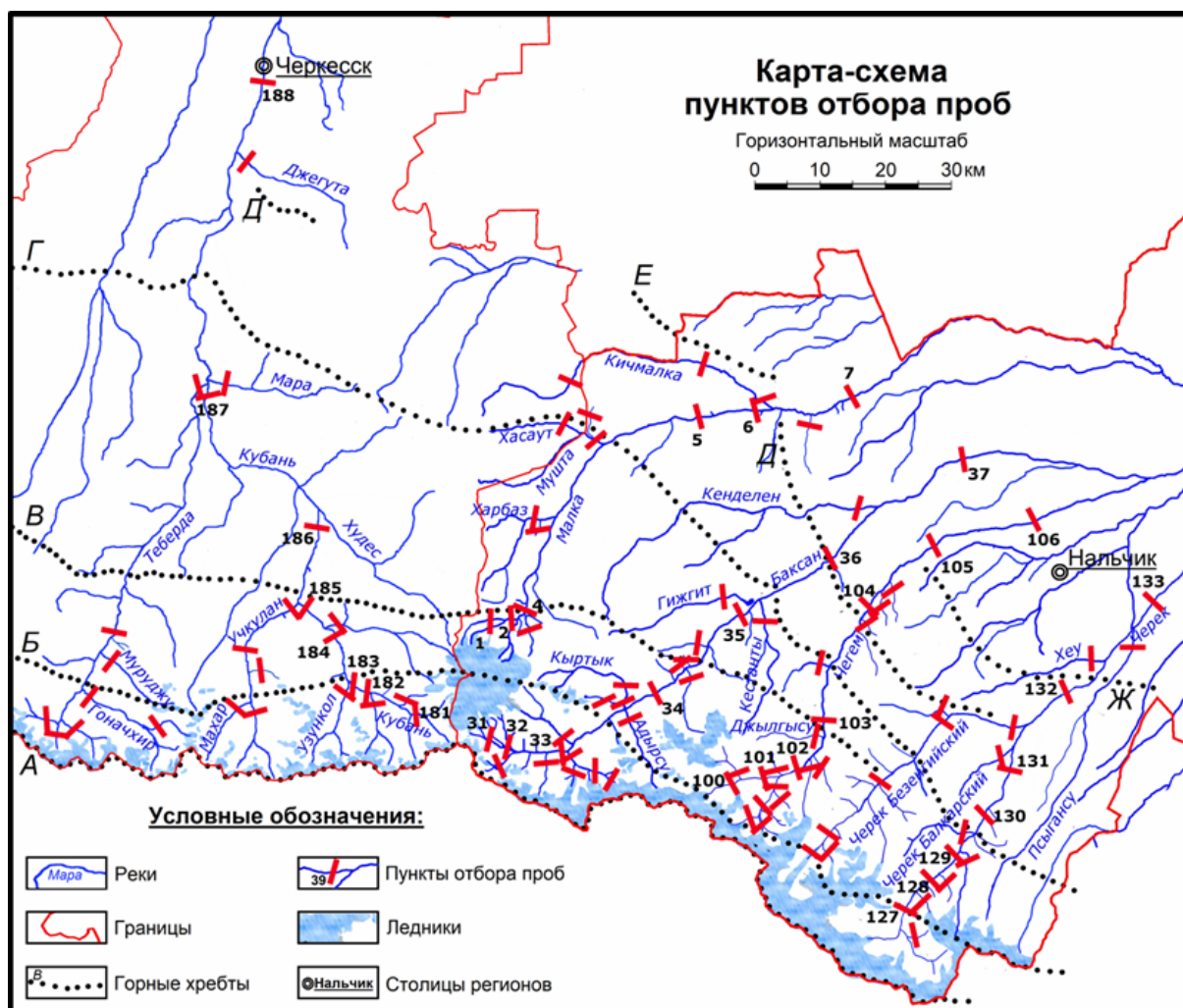
*Поступила в редакцию 22.03.2021*

**Для цитирования.** Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Реутова Т.В., Хутуев А.М., Керимов А.А. Основные результаты гидрохимических исследований в Центре географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра (Обзорная статья) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 2(100). С. 105-116.

Центр географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН (ЦГИ КБНЦ РАН) с 2013 года проводит регулярные масштабные исследования по изучению гидрохимических особенностей водных объектов Северного Кавказа. Ранее в ЦГИ проводились разовые обследования отдельных рек [1, 2], но они были связаны в большей мере с геохимическими исследованиями ледников Эльбруса. За весь период исследований в рамках государственного задания под руководством Н.В. Реутовой были утверждены и выполнены три темы НИР: «Исследование природных и техногенных загрязнителей в различных ландшафтных условиях и разработка генетических методов их биоиндикации» (2013–2015 гг.), «Исследование закономерностей формирования и динамики содержания микропримесей в поверхностных водах горной зоны Центрального и Западного Кавказа» (2016–2018 гг.), «Исследование динамики состава природных вод Северного Кавказа в зависимости от высотной зональности и биоиндикация влияния условий высокогорья на живые организмы» (2019–2021 гг.). На основе полученных данных в общей сложности было подготовлено 43 научные публикации, в том числе 1 монография и 23 статьи в российских и зарубежных периодических научных изданиях.

Цель данной статьи – обзор основных результатов исследований особенностей формирования химического состава речных вод Центрального и Западного Кавказа под влиянием природных и антропогенных факторов, проведенных в Центре географических исследований за период с 2013 по 2020 г.

Объектами исследований являлись главные реки Центрального и Западного Кавказа, которые берут начало от ледников Главного Кавказского и Бокового хребтов, и их большие и малые притоки ледникового и подземного происхождения. Реки Малка, Баксан, Чегем и Черек относятся к бассейну реки Терек, а западнее Эльбруса обследовались верховья бассейна р. Кубань с наиболее крупными притоками этой зоны – Теберда, Учкулан и др. От истоков до выхода на равнину транзитные реки пересекают Главный, Боковой, Передовой, Скалистый, Пастбищный и Лесистый хребты. В высокогорье распространены древние глубоко метаморфизованные кристаллические сланцы и гнейсы, граниты разных возрастов, а также существует два вулканических центра – молодой Эльбрусский и более древний Верхнечегемский. Среднегорная и низкогорная зоны (Скалистый, Пастбищный и Лесистый хребты) сложены осадочными породами юрского, мелового и неогенового возраста, а между реками Куркужин и Белая речка расположен Нижнечегемский вулканический район [3].



**Рис. 1.** Карта-схема пунктов отбора проб. Масштаб основы 1:200 000.  
Условные обозначения к карте-схеме: А – Главный хребет; Б – Боковой хребет;  
В – Передовой хребет; Г – Скалистый хребет; Д – Пастбищный хребет;  
Е – Джинальский хребет; Ж – Лесистый хребет.

Наблюдения за состоянием водных объектов в пределах территории исследований проводились в рамках системы государственного мониторинга [4] и другими коллективами ученых [5–8]. Однако чаще всего эти работы были связаны с изучением влияния Тырныаузского горно-обогатительного комбината на окружающую среду или с исследованием отдельных водных объектов. Створы наблюдения, как правило, располагались на наиболее крупных транзитных реках региона в предгорной зоне или в равнинной части региона [9], где водотоки разбиваются на рукава и протоки, перемешиваются и испытывают интенсивную антропогенную нагрузку, что не позволяет выявить закономерности формирования ионного и микроэлементного состава речных вод и определить отдельные источники поступления компонентов, оказывающих значительное влияние на качество вод.

Отбор проб проводили на больших и малых водотоках ледникового и подземного происхождения, в местах выходов пресных и минеральных подземных вод на дневную поверхность, а также на озерах различного происхождения в бассейнах главных рек Центрального и Западного Кавказа от высокогорья до равнины. Для решения поставленных задач ежегодно проводится корректировка сети пунктов отбора проб. Изменяется число створов и количество отбираемых проб. Если в 2014 году было отобрано около 90 проб воды, то в 2019 и 2020 годах их число достигло почти 230 (табл. 1). Для большинства пунктов отбор проб воды производился только в период наиболее интенсивного таяния ледников, питающих реки, однако в бассейне р. Баксан дополнительно отбирались пробы весной в период таяния сезонного снега в верховьях и в зимнюю межень. Для остальных рек использование такой схемы отбора проб невозможно из-за труднодоступности створов наблюдения в высокогорных районах в холодное время года.

Таблица 1

## РАЗВИТИЕ ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЙ С 2013 ПО 2020 Г.

| Год  | Кол-во пунктов отбора проб | Кол-во проб | Определяемые показатели   | Кол-во публикаций |
|------|----------------------------|-------------|---|-------------------|
| 2013 | 103                        | 123         | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn  | 0                 |
| 2014 | 76                         | 89          | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn  | 2                 |
| 2015 | 84                         | 99          | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn  | 7                 |
| 2016 | 132                        | 176         | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Al, Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn  | 4                 |
| 2017 | 145                        | 208         | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Li <sup>+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Al, As, Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn | 6                 |
| 2018 | 142                        | 173         | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Li <sup>+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Al, As, Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn | 9                 |
| 2019 | 186                        | 229         | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Li <sup>+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Al, As, Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn | 6                 |
| 2020 | 228                        | 228         | pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Li <sup>+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Al, As, Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn | 8                 |

Пробы природных вод отбирались в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 [10]. После необходимой пробоподготовки определялись уровни содержания главных ионов (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), микропримесей ионной природы (Li<sup>+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, F<sup>-</sup>), тяжелых металлов (Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, V, Mo, Cu, Mn, Zn), токсичных элементов (Al, As). Определение

содержания анионов и катионов выполнялось методом капиллярного ионофореза [11, 12]. Измерения концентраций микроэлементов проводились методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией на приборе МГА-915 в соответствии с аттестованной методикой [13, 14].

Полученные результаты позволили выявить некоторые особенности в распределении примесей и их динамике. Почти все изученные реки в высокогорных районах Центрального и Западного Кавказа характеризуются повышенным природным уровнем содержания ряда микроэлементов, систематически превышающим ПДК<sub>рыб.-хоз</sub> [15]. Так, концентрации алюминия в водах рек высокогорных районов, особенно в бассейнах рек Малка, Баксан и Чегем, значительно превышают рекомендуемый уровень 200 мкг/л, что может сказываться на здоровье населения [16]. Это может быть связано с интенсивным выщелачиванием микроэлементов из изверженных и метаморфических горных пород в высокогорных условиях. Четко прослеживается зависимость повышенных концентраций молибдена и мышьяка в речных водах от наличия природных геохимических аномалий, особенно в зоне Тырнаузского месторождения вольфрамо-молибденовых руд [17, 18]. Наименьшие концентрации большинства микроэлементов характерны для водотоков высокогорной части бассейна р. Кубань, что связано в основном с климатическими особенностями данного региона, в результате чего основным источником питания рек бассейна р. Кубань становится дождевое, а не подземное питание [19].

Еще одной особенностью для обследованных горных рек с преимущественно ледниковым питанием является тенденция понижения концентраций тяжелых металлов от первых километров течения к устьевой зоне [20]. Эти изменения концентраций не всегда можно объяснить влиянием притоков, так как содержание металлов в некоторых из них бывает достаточно высоким [21, 22]. Возможно, причинами являются подземное поступление в русло профильтрованных через осадочные породы вод зоны активного водообмена и изменение общей гидрохимической обстановки, что приводит к выводу растворенных микроэлементов в автохтонную взвесь и/или их адсорбции на твердых взвешенных частицах.

Весьма интересным оказалось и распределение микроэлементов в водных объектах, расположенных в вулканических зонах. Так, среди рек, берущих свое начало с ледников Эльбруса, наиболее загрязнены водотоки с южных и восточных склонов (истоки р. Баксан, относящейся к бассейну Каспийского моря, и ее крупные левые притоки), а наименее загрязнены реки, стекающие с его западных склонов (истоки р. Кубань, бассейн Азовского моря) [23]. Воды минеральных источников, расположенных в районе Эльбрусской неовулканической области, содержат экстремально высокие концентрации марганца. Воды ледниковых рек в районе Верхнечегемской кальдеры и Эльбрусского вулканического массива отличаются значительно более высокими концентрациями алюминия [16].

Воды родников, расположенных на больших высотах, отличаются более высоким содержанием никеля. Как и реки в данном регионе, родниковые воды характеризуются высоким содержанием цинка, но меньшим содержанием алюминия. В водных объектах высокогорья, образованных стоком родников, зачастую концентрации таких элементов, как Сг и Рb, оказываются крайне низкими [24].

Противоположна картина распределения главных ионов в горной зоне исследуемой территории, для которых характерно повышение концентраций по течению. При этом в среднегорной зоне наблюдается ступенчатое повышение концентраций компонентов ионного состава во всех основных водных артериях, что связано с изменением типа горных пород при переходе от Главного Кавказского, Бокового и Передового хребтов (кристаллические породы) к Скалистому, Пастбищному и Лесистому хребтам (осадочные породы) [25]. Протекая в низкогорной и равнинной зоне, реки сохраняют относительно постоянный ионный состав. На территории исследования однозначно выделяется район

Северо-Юрской депрессии, где речные воды за несколькими исключениями имеют обогащенный ионный состав и после выхода из которого основных ледниковых рек скачкообразно повышаются концентрации ионов в их водах. Однако данная тенденция для разных ионов выражена в разной степени. Наибольшее повышение характерно для  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , мало изменяется содержание  $\text{Na}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . В итоге на небольшой территории водные объекты отличаются по концентрации главных ионов более чем на 2 порядка, а по содержанию  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  – на 3 порядка.

Различия ионного состава заметны при сравнении ледниковых и неледниковых рек. Еще большее многократное повышение концентраций главных ионов наблюдается в реках среднегорной и предгорно-низкогорной зоны, хотя отдельные максимальные значения в высокогорных неледниковых водных объектах были сравнимы с концентрациями в ниже лежащей зоне.

Имеющиеся отличия между бассейнами выражены меньше, чем отличия по происхождению и зональные. Водные объекты, содержащие высокие концентрации одних ионов, могли не выделяться по содержанию других. Тем не менее можно отметить повышенный уровень содержания натрия и хлоридов в бассейне р. Малка, более высокие концентрации кальция и сульфатов в бассейне р. Черек в высокогорной зоне. Среди основных водных артерий наиболее высокий уровень содержания всех главных ионов отмечался в р. Малка, протекающей в западной части региона исследований.

В процессе исследования обнаружено два типа ассоциаций  $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$  или  $\text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+} - \text{K}^+$  и кроме того  $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$ , иногда с  $\text{K}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$  [26]. Иногда встречались промежуточные ассоциации или выделялся только один компонент. Прослеживаются аналогии в зональном распределении ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . С этими ионами явно связано и присутствие  $\text{Li}^+$  в речных водах. Повышенное содержание  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  в высокогорной зоне соотносится с водными объектами на склонах Эльбруса. Для  $\text{Sr}^{2+}$  характерны самые значительные различия между группами ледниковых, высокогорных неледниковых и речных вод в нижних высотных поясах. Сверхвысокие концентрации стронция, превышающие ПДК<sub>пит.</sub>, зарегистрированы в минеральных сероводородных водах, широко представленных на границе среднегорной и низкогорной зон [27]. Это приводит к существенному увеличению его концентраций и в больших транзитных реках. Выявленные зоны с повышенным содержанием фтора связаны с Эльбрусским вулканическим центром, Тырнаусским вольфрамо-молибденовым месторождением и выходами холодных сероводородных вод вдоль северного склона Скалистого хребта [28].

Проведенные исследования позволили прийти к следующим выводам:

1. Повышенный уровень содержания некоторых тяжелых металлов ( $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Mn}$ ) в высокогорной зоне сопровождается крайне низкими концентрациями главных ионов ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), не обеспечивающими нормы их потребления. Поскольку токсичность тяжелых металлов усиливается при отсутствии конкуренции с главными ионами, на эту проблему следует обратить особое внимание.

2. Наблюдается устойчивая тенденция уменьшения концентраций микроэлементов и ступенчатого увеличения концентраций главных ионов при прохождении главных ледниковых рек через различные высотные зоны. Значительные различия в составе вод малых рек в зависимости от высотной зоны и резкое изменение ионного состава вод транзитных рек связаны с изменением типа горных пород при переходе от Главного Кавказского, Бокского и Передового хребтов к Скалистому, Пастбищному и Лесистому хребтам и наклонной равнине.

3. Верховья горных ледниковых рек не могут считаться фоновым районом. При проведении гидрохимического мониторинга антропогенного загрязнения тяжелыми металлами следует ориентироваться на участки рек в среднегорной зоне тех водотоков, которые в наименьшей степени подвержены антропогенной деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Керимов А.М., Зильберман П.Ф., Рототаева О.В., Черняк М.М., Хмелевской И.Ф. Оценка влияния макрокомпонентов, содержащихся в ледниках Приэльбрусья, на химический состав речных вод бассейна р. Баксан // *Материалы гляциологических исследований*. 2007. № 102. С. 147–153.
2. Зильберман П.Ф., Машкова Р.А., Хаджиева Ф.Д., Керимов А.М., Орехова Л.П. Геоэкологическое обследование водных ресурсов Баксанского ущелья Кабардино-Балкарской Республики // *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2005. № 4. С. 323–325.
3. Атлас Кабардино-Балкарской Республики / Под ред. Бураева Р. А. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1997. 42 с.
4. Доклад об экологической ситуации и природопользовании в Кабардино-Балкарской Республике в 2018 году. Нальчик, 2019.
5. Кучменова И.И., Фролова Н.Л., Газаев Х.-М.М., Кондратьева Н.В., Атабиева Ф.А. Обобщение результатов многолетних исследований по изучению основных показателей солевого состава воды рек на территории Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника // *Вода: химия и экология*. 2018. № 10–12 (117). С. 109–118.
6. Атабиева Ф.А., Чередник Е.А. Оценка сезонной изменчивости содержания соединений тяжелых металлов в речных водах предгорной зоны Центрального Кавказа // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2020. № 3. С. 68–81.
7. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Дегтярев А.П., Данилова В.Н., Гуляева У.А., Догадкин Д.Н. Формирование биогеохимических аномалий в бассейне р. Баксан // *Геохимия*. 2020. Т. 65. № 10. С. 955–968.
8. Хаустов В.В., Тюпин В.Н., Агарков Н.Б. О дренажных водах месторождения Тырныауз на эксплуатационной и постэксплуатационной стадиях // *Горный журнал*. 2020. № 10. С. 100–104.
9. Дреева Ф.Р. К вопросу о системе мониторинга водных ресурсов Кабардино-Балкарской Республики / 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*. 2017. С. 129–132.
10. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
11. Методика измерений массовой концентрации хлорид-ионов, нитрит-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, фторид-ионов и фосфат-ионов в пробах природных, питьевых и очищенных сточных вод с применением системы капиллярного электрофореза «Капель». ПНД Ф 14.1:2.4.157-99 (издание 2013 года). (М 01-30-2009).
12. ГОСТ 31869-2012 Вода. Методы определения содержания катионов (аммония, бария, калия, кальция, лития, магния, натрия, стронция) с использованием капиллярного электрофореза.
13. ГОСТ Р 57162-2016 Вода. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.
14. Методика измерений массовой концентрации алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, селена, серебра, стронция, титана, хрома, цинка 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 (издание 2013 года). (М 01-46-2013).

15. 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 / 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.
16. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Khutuev A.M., Kerimov A.A. Features of aluminum concentrations in rivers of the mountain zone of the Central Caucas // Russian Journal of General Chemistry. 2018. Vol. 88. № 13. P. 2884-2892. DOI: 10.1134/S1070363218130091.
17. Реутова Н.В., Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Хутуев А.М., Керимов А.А. Особенности химического состава поверхностных вод национального парка «Приэльбрусье» // Биота и среда заповедных территорий. 2020. № 4. С. 95–113.
18. Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Реутова Т.В. Оценка загрязненности реки Баксан (Центральный Кавказ) и её притоков микроэлементами // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 5 (91). С. 38–46.
19. Реутова Н.В., Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Хутуев А.М. Микроэлементный состав вод верховьев реки Кубань // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2018. № 3 (83). С. 48–52.
20. Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Реутова Н.В. Пространственное распределение концентраций токсичных тяжелых металлов в речных водах горной зоны Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014. № 6 (62). С. 99–104.
21. Реутова Н.В., Реутова Т.В., Дреева Ф.Р. Микроэлементный состав малых рек ледникового происхождения на примере р. Терскол // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. № 1 (75). С. 75–79.
22. 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.
23. Реутова Н.В., Реутова Т.В., Дреева Ф.Р. Сравнительная характеристика микроэлементного состава рек, берущих начало со склонов Эльбруса // Экологическая химия. 2019. Т. 28. № 6. С. 318–325.
24. 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.
25. Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Хутуев А.М. Изменение ионного состава природных вод от высокогорной до низкогорной зоны Центрального Кавказа // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2018. Т. 3. № 1 (9). С. 33–41.
26. Реутова Н.В., Реутова Т.В., Дреева Ф.Р. Геоэкологические исследования на территории Кабардино-Балкарской Республики за период с 2012 по 2018 годы. Том 2. Пространственное распределение примесей в водах бассейнов главных рек Кабардино-Балкарской Республики. Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2019. 170 с.
27. Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Реутова Н.В. Сравнительная гидрохимическая характеристика водных объектов карстового происхождения в Кабардино-Балкарской Республике // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 5 (97). С. 127–135.
28. Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Хутуев А.М. Содержание фторидов в речных водах западной части бассейна реки Терек // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том X. Ч. 2. С. 506–510.

## REFERENCES

1. Kerimov A.M., Zil'berman P.F., Rototaeva O.V., Chernyak M.M., Khmelevskoy I.F. *Otsenka vliyaniya makrokomponentov, soderzhashchikhsya v lednikakh Priel'brus'ya, na khimicheskiy sostav rechnykh vod basseyna r. Baksan* [Assessment of the influence of macro-components contained in the glaciers of the Elbrus region on the chemical composition of the river waters of the Baksan River basin] // *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy* [Materials of glaciological studies] 2007. No. 102. Pp. 147–153.
2. Zil'berman P.F., Mashkova R.A., Khadzhiyeva F.D., Kerimov A.M., Orekhova L.P. *Geoekologicheskoe obsledovanie vodnykh resursov Baksanskogo ushel'ya Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Geoecological survey of water resources of the Baksan Gorge of the Kabardino-Balkarian Republic] // *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya* [Geoecology. Engineering geology, hydrogeology, geocryology]. 2005. No. 4. Pp. 323–325.
3. *Atlas Kabardino-Balkarskoy Respubliki / Pod red. Buraeva R.A.* M.: *Federal'naya sluzhba geodezii i kartografii Rossii* [Atlas of Kabardino-Balkarian Republic under the editorship of Buraev R.A.]. M.: Federal Service of geodesy and cartography of Russia, 1997. 42 p.
4. *Doklad ob ekologicheskoy situatsii i prirodopol'zovanii v Kabardino-Balkarskoy Respublike v 2018 godu* [Report on the environmental situation and nature management in the Kabardino-Balkarian Republic in 2018]. Nalchik, 2019.
5. Kuchmenova I.I., Frolova N.L., Gazaev Kh.-M.M., Kondrat'eva N.V., Atabieva F.A. *Obobshchenie rezul'tatov mnogoletnikh issledovaniy po izucheniyu osnovnykh pokazateley solevogo sostava vody rek na territorii Kabardino-Balkarskogo vysokogornogo zapovednika* [Synthesis of the results of long-term studies on the main indicators of the salt composition of river water in the Kabardino-Balkarian highland reserve territory] // *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: chemistry and ecology]. 2018. No. 10–12 (117). Pp. 109–118.
6. Atabieva F.A., Cherednik E.A. *Otsenka sezonnoy izmenchivosti sodержaniya soedineniy tyazhelykh metallov v rechnykh vodakh predgornoy zony Tsentral'nogo Kavkaza* [Assessment of the seasonal variability of the content of heavy metal compounds in the river waters of the foothill zone of the Central Caucasus] // *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water sector of Russia: problems, technologies, management]. 2020. No. 3. Pp. 68–81.
7. Ermakov V.V., Tyutikov S.F., Degtyarev A.P., Danilova V.N., Gulyaeva U.A., Dogadkin D.N. *Formirovanie biogeokhimicheskikh anomalii v basseyne r. Baksan* [Formation of biogeochemical anomalies in the Baksan River basin] // *Geokhimiya* [Geochemistry]. 2020. Vol. 65. No. 10. Pp. 955–968.
8. Khaustov V.V., Tyupin V.N., Agarkov N.B. *O drenazhnykh vodakh mestorozhdeniya Tyrnyauz na ekspluatatsionnoy i posteksplyuatatsionnoy stadiyakh* [On drainage waters of the Tyrnyauz ore deposit at the operational and post-operational stages] // *Gornyy zhurnal* [Mountain Magazine]. 2020. No. 10. Pp. 100–104.
9. Dreeva F.R. *K voprosu o sisteme monitoringa vodnykh resursov Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [To the problem of monitoring system of water resources in Kabardino-Balkarian Republic]. *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. Nal'chik, KBNTs RAN* [Sustainable development: problems, concepts, models. Materials of the All-Russian Conference with interna-



tional participation devoted to the 75th anniversary of the Chairman of the FSBSE "Federal scientific center "Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" Doctor of Technical Sciences, Professor P. M. Ivanov]. 2017. Pp. 129–132.

10. GOST 17.1.5.05-85 *Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, l'da i atmosferynykh osadkov* [State Standard 17.1.5.05-85. Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling surface and sea waters, ice and atmospheric precipitation].

11. *Metodika izmereniy massovoy kontsentratsii khlorid-ionov, nitrit-ionov, sul'fationov, nitrat-ionov, florid-ionov i fosfat-ionov v probakh prirodnykh, pit'evykh i ochishchennykh stochnykh vod s primeneniem sistemy kapillyarnogo elektroforeza "Kapel"* [Methods for measuring the mass concentration of chloride ions, nitrite ions, sulfation ions, nitrate ions, fluoride ions and phosphate ions in samples of natural, drinking and treated waste water using the system of capillary electrophoresis "Kapel"]. PND F 14.1:2:4.157-99 (2013 issue). (M 01-30-2009).

12. GOST 31869-2012 *Voda* [Water]. *Metody opredeleniya sodержaniya kationov (ammoniya, bariya, kaliya, kal'tsiya, litiya, magniya, natriya, strontsiya) s ispol'zovaniem kapillyarnogo elektroforeza* [State Standard 31869-2012. Methods for determining the content of cations (ammonium, barium, potassium, calcium, lithium, magnesium, sodium, strontium) using capillary electrophoresis].

13. GOST R 57162-2016 *Voda* [Water]. *Opredelenie sodержaniya elementov metodom atomno-absorbtsionnoy spektrometrii s elektrotermicheskoy atomizatsiey* [State Standard R 57162-2016. Determination of the content of elements by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization].

14. *Metodika izmereniy massovoy kontsentratsii alyuminiya, bariya, berilliya, vanadiya, zheleza, kadmiya, kobal'ta, litiya, margantsa, medi, molibdena, mysh'yaka, nikelya, svintsa, seleno, serebra, strontsiya, titana, khroma, tsinka v probakh prirodnykh i stochnykh vod atomno-absorbtsionnym metodom s elektrotermicheskoy atomizatsiey s ispol'zovaniem atomno-absorbtsionnogo spektrometra modifikatsiy MGA-915, MGA-915M, MGA-915MD* [Methods for measuring the mass concentration of aluminum, barium, beryllium, vanadium, iron, cadmium, cobalt, lithium, manganese, copper, molybdenum, arsenic, nickel, lead, selenium, silver, strontium, titanium, chromium, zinc in natural and waste samples water by atomic absorption method with electrothermal atomization using an atomic absorption spectrometer of modifications MGA-915, MGA-915M, MGA-915MD]. PND F 14.1:2.253-09 (izdanie 2013 goda/ 2013 issue). (M 01-46-2013)

15. 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. Nal'chik, KBNTs RAN* [Sustainable development: problems, concepts, models. Materials of the All-Russian Conference with international participation devoted to the 75th anniversary of the Chairman of the FSBSE "Federal scientific center "Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" Doctor of Technical Sciences, Professor P.M. Ivanov]. 2017. Pp. 132–134.

16. Reutova N. V., Reutova T. V., Dreeva F. R., Khutuev A. M., Kerimov A. A. Features of aluminum concentrations in rivers of the mountain zone of the Central Caucasus // Russian Journal of General Chemistry. 2018. Vol. 88. № 13. Pp. 2884-2892. DOI: 10.1134/S1070363218130091.

17. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Khutuev A.M., Kerimov A.A. *Osobennosti khimicheskogo sostava poverkhnostnykh vod natsional'nogo parka «Priel'brus'e»* [ Peculiarities of the chemical composition of surface waters of the Prielbrusye National Park] // *Biota i sreda zapovednykh territoriy* [Biodiversity and environment of protected areas]. 2020. No. 4. Pp. 95–113.

18. Dreeva F.R., Reutova N.V., Reutova T.V. *Otsenka zagryaznennosti reki Baksan (Tsentral'nyy Kavkaz) i ee pritokov mikroelementami* [Assessment of heavy metals pollution of Baksan River (Central Caucasus) and its tributaries] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2019. No. 5 (91). Pp. 38–46.

19. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Khutuev A.M. *Mikroelementnyy sostav vod verkhov'ev reki Kuban'* [The microelement composition of waters of the upper reaches of the Kuban River] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS] 2018. No. 3 (83). Pp. 48–52.

20. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. *Prostranstvennoe raspredelenie kontsentratsiy toksichnykh tyazhelykh metallov v rechnykh vodakh gornoy zony Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Spatial distribution of toxic heavy metals concentrations in river waters of mountainous area of Kabardino-Balkarian Republic] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2014. No. 6 (62). Pp. 99–104.

21. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R. *Mikroelementnyy sostav malykh rek lednikovogo proiskhozhdeniya na primere r. Terskol* [The microelement composition of small rivers of glacial origin on the example of Terskol river] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2017. No. 1 (75). Pp. 75–79.

22. 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 Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2016. No. 2 (70). Pp. 53–57.

23. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R. *Sravnitel'naya kharakteristika mikroelementnogo sostava rek, berushchikh nachalo so sklonov El'brusa* [Comparative characterization of the microelement composition of the rivers originating from the Elbrus slopes] // *Ekologicheskaya khimiya* [Environmental chemistry]. 2019. Vol. 28. No. 6. Pp. 318–325.

24. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Kerimov A.A., Khutuev A.M. *Khimicheskiy sostav rodnikovykh vod vysokogornoy i srednegornoy 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 Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2017. No. 2 (76). Pp. 83–89.

25. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V., Khutuev A.M. *Izmenenie ionnogo sostava prirodnykh vod ot vysokogornoy do nizkogornoy zony Tsentral'nogo Kavkaza* [Change in the ion composition of natural waters from the high-mountain to the low-mountain zone of the Central Caucasus ] // *Groznenskiy estestvennonauchnyy byulleten'* [Grozny natural science bulletin]. 2018. Vol. 3. No. 1 (9). Pp. 33–41.

26. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R. *Geoekologicheskie issledovaniya na territorii Kabardino-Balkarskoy Respubliki za period s 2012 po 2018 gody. Tom 2. Prostranstvennoe raspredelenie primesey v vodakh basseynov glavnykh rek Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Geoecological investigations in the territory of the Kabardino-Balkarian Republic from 2012 to 2018. Volume 2. Spatial distribution of the impurities in the waters of the main rivers basins of the Kabardino-Balkarian Republic]. Nal'chik: Izd-vo KBNTs RAN/KBSC of RAS Publishing House/, 2019. 170 p.

27. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. *Sravnitel'naya gidrokhimicheskaya kharakteristika vodnykh ob'ektov karstovogo proiskhozhdeniya v Kabardino-Balkarskoy respublike* [Comparative hydrochemical characteristics of water bodies of karst origin in the Kabardino-Balkarian Republic] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 5 (97). Pp. 127–135.

28. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V., Khutuev A.M. *Soderzhanie ftoridov v rechnykh vodakh zapadnoy chasti basseyna reki Terek* [The content of fluorides in river waters of the western part of the Terek River basin]. *Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza* [Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus]. Volume X. Part 2. Pp. 506–510.

## THE MAIN RESULTS OF HYDROCHEMICAL INVESTIGATION IN THE CENTER FOR GEOGRAPHICAL RESEARCH OF THE KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC CENTER

F.R. DREEVA, N.V. REUTOVA, T.V. REUTOVA,  
A.M. KHUTUEV, A.A. KERIMOV

FSBSE «Federal scientific center  
«Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»  
Center of Geographical Researches  
360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.  
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

*The article summarizes the main results of hydrochemical studies conducted at the Geographical Research Center of the Kabardino-Balkarian Scientific Center since 2013. The research covered the territory from the sources of the main rivers in the high-altitude areas to their flow to the foothill plain from the Teberda River in the west to the Cherek River in the east. Significant differences in the content of major ions and microelements in waters originating from glaciers or in the places of underground water outlets were revealed. It is shown that the contamination of natural waters with trace elements in the highlands has a focal character and is largely associated with the influence of underlying rocks. The features of the dynamics of the ionic composition are also associated with the change in the type of rocks during the transition from the high-altitude zone to the middle-altitude zone. The results obtained are of particular practical significance in connection with the intensive recreational development of the high-altitude areas of the Central and Western Caucasus.*

**Keywords:** hydrochemical studies, surface waters, major ions, microelements, Central Caucasus, Western Caucasus, mountain rivers.

*Received by the editors 22.03.2021*

**For citation.** Dreeva F.R., Reutova N.V., Reutova T.V., Khutuev A.M., Kerimov A.A. The main results of hydrochemical investigation in the center for geographical research of the Kabardino-Balkarian Scientific Center // News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2021. No. 2 (100). Pp. 105-116.

**Сведения об авторах:**

**Дреева Фатима Робертовна**, н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: f.dreeva@mail.ru

**Реутова Нина Васильевна**, д.б.н., в.н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: reutova371@mail.ru

**Реутова Татьяна Васильевна**, с.н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: reuttat@yandex.ru

**Хутуев Ахмед Махмутович**, н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: khutuev.a.m@mail.ru

**Керимов Ахмат Азретович**, н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова 2.

E-mail: 89287206000@mail.ru

**Information about authors:**

**Dreeva Fatima Robertovna**, researcher, The Center of Geographical Research of KBSC of the Russian Academy of Sciences.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.

E-mail: f.dreeva@mail.ru

**Reutova Nina Vasilevna**, Doctor of Biological Sciences, leading researcher, The Center of Geographical Research of KBSC of the Russian Academy of Sciences.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.

E-mail: reutova371@mail.ru

**Reutova Tatiana Vasilevna**, senior researcher, The Center of Geographical Research of KBSC of the Russian Academy of Sciences.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.

E-mail: reuttat@yandex.ru

**Khutuev Akhyed Makhmutovich**, researcher, The Center of Geographical Research of KBSC of the Russian Academy of Sciences.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.

E-mail: khutuev.a.m@mail.ru

**Kerimov Akhmat Azretovich**, researcher, The Center of Geographical Research of KBSC of the Russian Academy of Sciences.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.

E-mail: 89287206000@mail.ru