

## Микроэлементы в поверхностных водах на склонах Эльбруса

Дреева Ф.Р.<sup>ID</sup>, Реутова Н.В.<sup>ID</sup>, Реутова Т.В.<sup>ID</sup>

*Центр географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН, Нальчик, f.dreeva@mail.ru*

**Аннотация.** В связи с активным рекреационным освоением и большим количеством выявленных ранее на территории Национального парка «Приэльбрусье» комплексных гидрохимических аномалий, был подробно изучен микроэлементный состав поверхностных вод в зоне влияния Эльбрусского вулканического центра. Определено содержание ряда микропримесей (Al, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Ag, Cd, Pb, Li, F, Sr) в водах главных ледниковых рек района исследования – Уллу-Кам, Малка, Баксан и Терскол, и в водах их притоков. Площади водосборов этих рек частично или полностью расположены на западном, северном и южном склонах Эльбруса и его отрогах. Отбор проб проводили в период летних паводков с 2013 по 2022 гг. На основе сравнения средних концентраций с кларками речных вод, рассчитаны кларки концентраций микроэлементов и построены геохимические спектры речных вод региона исследования. В результате выявлены закономерности распределения микроэлементов в исследуемых реках и определены возможные источники поступления отдельных примесей.

**Ключевые слова:** микроэлементы, природные воды, р. Уллу-Кам, р. Малка, р. Баксан, р. Терскол, Эльбрус.

## Trace elements in surface waters on the slopes of Elbrus

Dreeva F.R.<sup>ID</sup>, Reutova N.V.<sup>ID</sup>, Reutova T.V.<sup>ID</sup>

*Kabardin-Balkar scientific center of Russian Academy of Sciences, Center of geographical researches, Nalchik, f.dreeva@mail.ru*

**Abstract.** Due to the active recreational development and a large number of complex hydrochemical anomalies previously identified in the territory of the Elbrus National Park, the trace element composition of surface waters in the zone of influence of the Elbrus volcanic center was studied in detail. The content of some trace elements (Al, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Ag, Cd, Pb, Li, F, Sr) was determined in the waters of the main glacial rivers of the study area – Ullu-Kam, Malka, Baksan and Terskol, and in the waters of their tributaries. The catchment areas of these rivers are partially or completely located on the western, northern and southern slopes of Elbrus and its spurs. Sampling was carried out during the summer floods from 2013 to 2022. Based on the comparison of average concentrations with river water clarks, clarks of trace element concentrations were calculated and geochemical spectra of river waters of the study region were constructed. As a result, the regularities of the distribution of trace elements in the studied rivers were revealed and possible sources of individual impurities were identified.

**Keywords:** trace elements, natural waters, Ullu-Kam river, Malka river, Baksan river, Terskol river, Elbrus.

### Введение

Реки и ручьи горных областей, которые питаются талыми водами ледников и родниками и не подвергаются прямому антропогенному воздействию, представляются идеальным источником чистой воды. Однако, даже если не принимать в расчет малую минерализацию таких вод и их физиологическую неполноценность, связанную с весьма низким содержанием главных ионов, использовать их без подробного изучения микроэлементного состава для питьевого водоснабжения может быть весьма опасным. На территории водосборной площади верхнего течения р. Кубань и крупных левых притоков р. Терек нами был выявлен ряд водных объектов с достаточно высоким уровнем содержания одного или нескольких компонентов состава, например, мышьяка или стронция (Реутова и др., 2021 а; Реутова и др., 2021 б). Некоторые из них активно используются местным населением в качестве источников «очень чистой питьевой воды» без предварительной водоподготовки, что может представлять потенциальную опасность для здоровья людей. Как показали результаты ранее проведенных нами исследований, большинство комплексных гидрохимических аномалий

в поверхностных водах высокогорной зоны Центрального Кавказа от бассейна р. Малка до бассейна р. Черек Балкарский связаны с Эльбрусским вулканическим центром (Реутова и др., 2022).

Хотя проблема формирования микроэлементного состава поверхностных вод Эльбруса занимает ученых не один десяток лет, в качестве наиболее значимого фактора, оказывающего влияние на состав рек, берущих начало на склонах Эльбруса, приводили атмосферный перенос и талый сток оледенения Эльбруса (Керимов и др., 2008; Кудерина, Суслова, 2017; Чижова и др., 2017) и не рассматривали в качестве основного источника поступления примесей породы, слагающие конус Эльбруса или его флюиды. Как правило, влияние вулканических аппаратов на природные воды рассматривается с позиции формирования гидротерм или холодных минеральных источников (Лаврушин, 2012; Арсанова, 2014), а вопрос влияния потухших или спящих вулканов на состав пресных поверхностных вод изучен, с нашей точки зрения, недостаточно.

Целью исследования является изучение особенностей распределения микроэлементов в поверхностных водах на склонах Эльбруса.

Вулкан Эльбрус относится к Эльбрус-Кюгеренскому вулканическому району Эльбрусской вулканической области Большого Кавказа. Конус Эльбруса сложен двумя вулканическими пачками: липарито-дациты в нижней (плиоценовой), и дациты и андезито-дациты в верхней (антропогеновой), которые отличаются слегка повышенной щелочностью от вулканитов восточной части Эльбрусской области и относятся к нормальному известково-щелочному ряду. Сходны по составу андезито-дациты и дациты, которые встречаются на юго-западном отроге Эльбруса на водоразделе рек Кыртык и Сылтран-су (Кыртык-Тызыльский участок Эльбрус-Кюгеренского района) (Лаврушин, 2012). Ледниковый покров Эльбруса, общая площадь которого составляет около 130 км<sup>2</sup>, состоит из 23 ледников, сильно различающихся по протяженности и мощности (Ледники и климат Эльбруса, 2020). Ледники Эльбруса на северном, южном и западном склонах Эльбруса дают начало наиболее крупным рекам региона – Малке, Баксану и Кубани, а также некоторым их крупным притокам в зоне высокогорья (рис. 1). Реки Уллу-Кам, Малка, Баксан и Терскол, которые являются объектами исследования, хотя и берут начало с ледников Эльбрусского узла оледенения, но ниже по течению принимают воды пресных и минеральных источников, а также относительно крупных и малых рек подземного и ледникового происхождения, протекающих не только по склонам Эльбруса, но и прилегающим хребтам и отрогам.

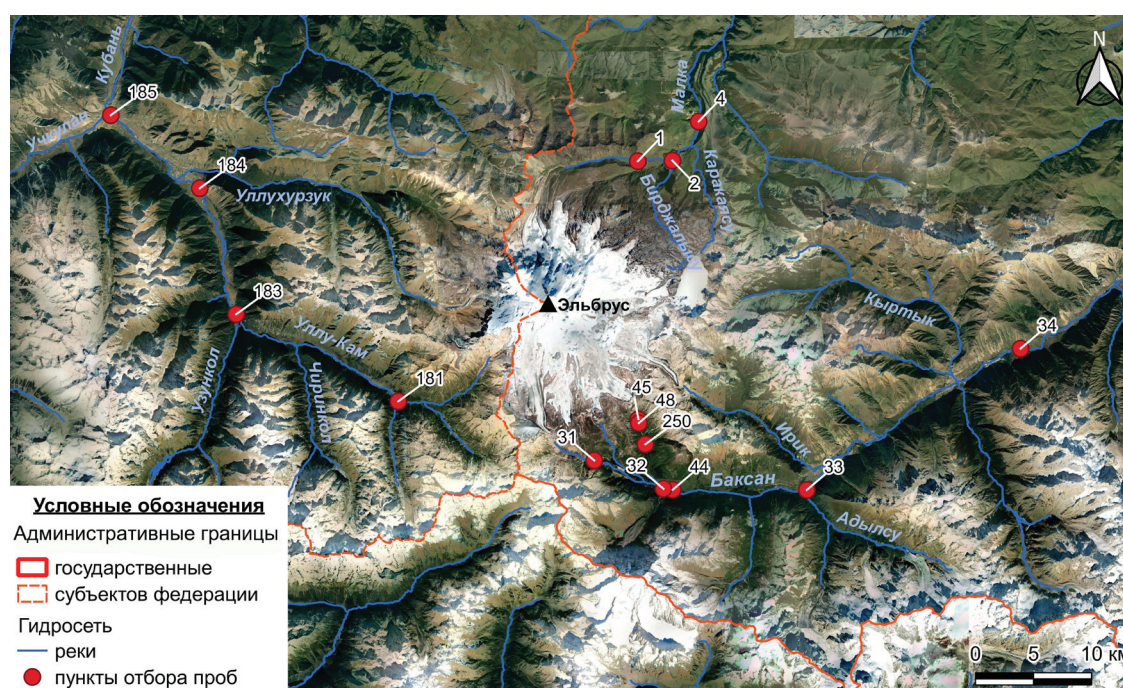


Рис. 1. Район исследования и расположение пунктов отбора проб.

Fig. 1. Research area and location of sampling points.



Рис. 2. Водопад Терскол (А) и гроты в столбчатых отдельностях на южном склоне Эльбруса (Б).  
Фото Дреевой Ф.Р.

Fig. 2. Terskol Waterfall (A) and grottos in columnar jointing on the southern slope of Elbrus (B)  
Photo by Dreeva F.R.

Река *Уллу-Кам* – правая составляющая реки Кубань – берет начало на юго-западном склоне Эльбруса от одноименного ледника. Уже на 6-м километре в нее впадают воды равнозначного по длине и расходу левого притока – р. Уллу-Ёзень, а ниже впадает еще несколько крупных ледниковых притоков - реки Кичкинекол, Чиринкол и Узункол, причем все они протекают по северному склону Главного хребта. Все правые притоки р. Уллу-Кам до слияния с р. Узункол, как правило, небольшие по протяженности и расходу воды, и имеют преимущественно подземное питание. Среди правых притоков р. Уллу-Кам в верхнем течении, которые берут начало на склонах или отрогах Эльбруса, относительно крупным притоком с собственной разветвленной гидрографической сетью можно считать лишь р. Уллухурзук. Она образуется при слиянии водотоков с ледников Кюкюртли (основной исток) и Битиктебе на западном склоне Эльбруса.

Река *Малка* образуется у подножия северного склона Эльбруса при слиянии ледниковых рек Кызылкол, Уллукол, Бирджалы и Каракаясу. Площади водосборов всех этих рек, кроме р. Кызылкол, которую принимают за основной исток Малки, расположены непосредственно на склоне Эльбруса. Река Кызылкол на третьем километре от истока меняет направление течения почти под прямым углом, и левый борт долины реки представляет собой южный склон Передового хребта, породы которого сильно отличаются по составу. Эту разницу можно увидеть и невооруженным глазом, когда в период интенсивного таяния все вышеупомянутые реки несут большое количество мелких частиц, из-за которых приобретают серо-коричневый цвет, а воды Кызылкола – желтоватый. На водосборах всех притоков в верховьях р. Малка находятся множественные выходы углекислых минеральных вод, которые сильно различаются по составу (Лаврушин, 2012).

Реки *Баксан* и *Терскол* берут начало на южном склоне г. Эльбрус, однако, р. Азау (основной исток р. Баксан) уже на первых сотнях метров принимает воды притоков со склонов Главного хребта, в то время как площадь водосбора реки Терскол, которая является одним из притоков р. Баксан в верхнем течении, расположена только на склоне Эльбруса и его отрогах. Кроме р. Терскол, к крупным ледниковым правым притокам р. Баксан первого порядка относятся реки Гарабаши и Ирик со склонов Эльбруса, а также р. Кыртык с его восточного отрога. Левые притоки связаны с Главным и Боковым хребтами, причем на площади их водосборов зачастую встречаются естественные выходы углекислых минеральных вод, хотя и в меньшем количестве (Лаврушин, 2012). Среди особенностей можно выделить также ряд выходов пресных подземных вод, которые стекают по столбчатым

отдельностям на южном склоне Эльбруса или даже вытекают из расположенных в них гротах, образуя при этом весьма живописные водопады (рис. 2).

### Материалы и методы

В основе исследования лежат данные о содержании растворимых форм ряда микроэлементов в водах исследуемых рек и их притоков. Отбор и подготовку проб выполняли в соответствии с утвержденными стандартами (ГОСТ Р 59024-2020; ГОСТ Р 57162-2016; ГОСТ 31869-2012; М 01-58-2018) в период интенсивного таяния ледников (июль-август) в 2013-2022 гг. На каждой реке пробы отбирали в 3–4 пунктах (табл. 1), местоположение которых приведено на рисунке 1. Верхние створы расположены максимально близко к истокам в зависимости от доступности (3.2–10.6 км), а нижние – в устье или ниже по течению от места впадения последнего притока, который берет начало на склонах Эльбруса или его отрогах. Определение содержания микроэлементов выполняли методами атомно-абсорбционной спектроскопии (Al, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Ag, Cd, Pb) (ГОСТ Р 57162-2016) и капиллярного ионофореза (Li, F, Sr) (ГОСТ 31869-2012; М 01-58-2018). На основе полученных средних концентраций были рассчитаны кларки концентраций (КК) по отношению к среднему составу речных вод (Гордеев, 1983) и построены геохимические спектры по створам наблюдения на каждой реке.

Таблица 1. Пункты отбора проб

Table 1. Sampling point

| № пункта | Река           | Расстояние<br>от истока, км | № пункта | Река        | Расстояние<br>от истока, км |
|----------|----------------|-----------------------------|----------|-------------|-----------------------------|
| 181      | Уллу-Кам       | 7.5                         | 31       | Баксан/Азау | 3.2                         |
| 183      |                | 20.7                        | 32       |             | 8.1                         |
| 184      |                | 31.1                        | 33       |             | 17.7                        |
| 185      |                | 38.3                        | 34       |             | 35.3                        |
| 1        | Малка/Кызылкол | 10.6                        | 45       | Терскол     | 2.2                         |
| 2        |                | 12.4                        | 48       |             | 2.7                         |
| 4        |                | 15.8                        | 250      |             | 4.4                         |
|          |                |                             | 44       |             | 8.1                         |

### Результаты и обсуждение

Литием обогащены воды всех обследованных рек с максимальным значением КК на 16-м км р. Малка (рис. 3). Исключение составляет р. Уллу-Кам на 20.7 и 31.1 км, содержание лития в этих пунктах близко к значению кларка (2.5 мкг/л). Наиболее обогащенными литием можно считать воды р. Малка (КК 4.6–7.2). Судя по всему, основным источником поступления лития в воды обследованных рек являются подземные воды, многочисленные выходы которых расположены на склонах Эльбруса (84.6 мкг/л в водопаде Девичьи Косы на южном склоне; 60.5 мкг/л в роднике Каракая в бассейне р. Малка; 126.9 мкг/л в питьевом водоводе в урочище Битиктебе на западном склоне Эльбруса), в особенности – минеральные источники (392.5 мкг/л в нарзане «Глазном» на северном склоне; 182.3 мкг/л в источнике Нейтрино в бассейне р. Баксан и 2956 мкг/л в нарзане в урочище Битиктебе), что подтверждается и литературными данными (Лаврушин, 2012). Для сравнения, во многих левых притоках р. Уллукам и правых притоках р. Баксан, водосборы которых не относятся к Эльбрусскому вулканическому центру литий содержится в количествах ниже предела определения (< 1 мкг/л) – это реки Уллу-Ёзень, Чиринкол, Узункол, Когутай, Адырсу и др.

Обогащение алюминием (КК до 14.2) характерно для вод обследованных рек почти во всех пунктах, кроме верхнего створа на р. Кызылкол, где концентрация Al также близка к значению кларка поверхностных вод – 50 мкг/л. Очень сильно (КК > 10) обогащены алюминием воды р. Баксан в верхнем створе и р. Терскол в 4.2 км от истока. Среди притоков наиболее высоким содержанием алюминия отличаются, как правило, ледниковые реки: р. Гарабаши – 549 мкг/л; в дп. Терскол

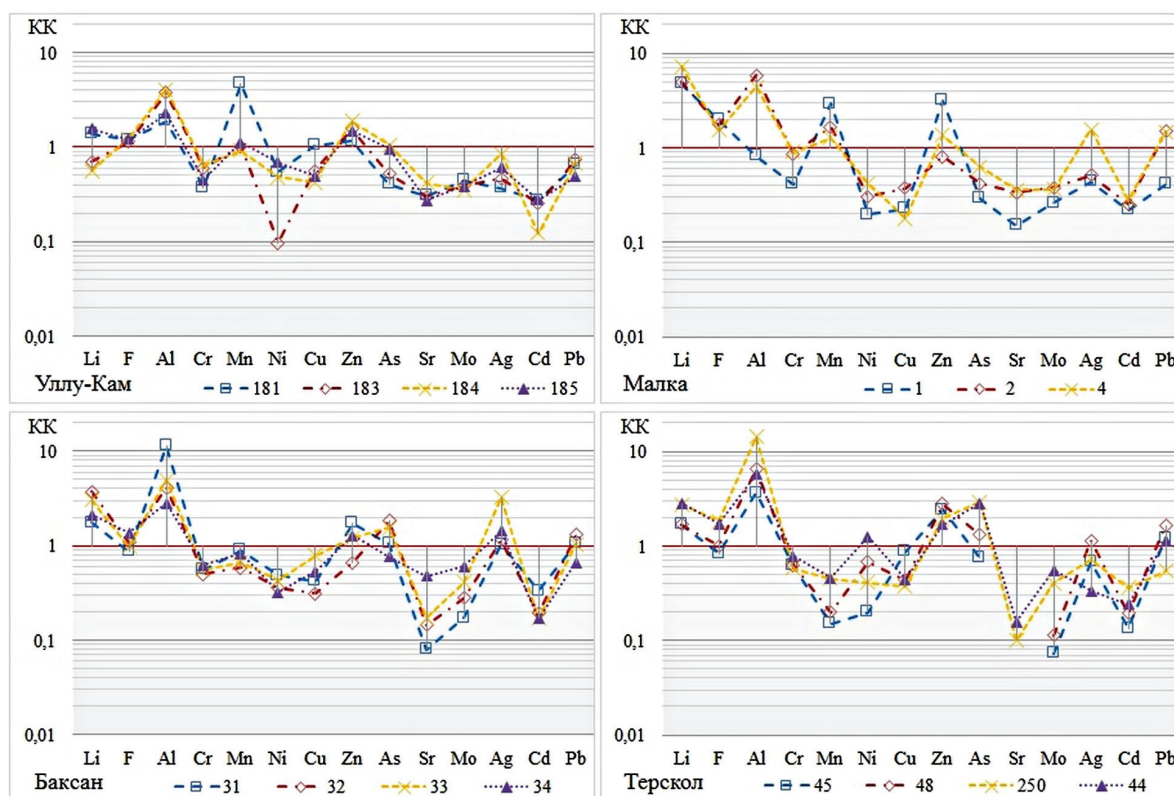


Рис. 3. Геохимические спектры речных вод на склонах Эльбруса (номера пунктов отбора под графиками соответствуют номерам в таблице 1; КК – кларки концентраций).

Fig. 3. Geochemical spectra of river waters on the slopes of Elbrus (the numbers of the selection points under the graphs correspond to the numbers in the table 1; КК – clarks of concentrations).

– 293 мкг/л; р. Шхельда – 284 мкг/л; р. Адылсу – 203 мкг/л; руч. Медвежий – 196 мкг/л; р. Узункол – 135 мкг/л; р. Уллухурзук – 138 мкг/л; р. Уллукол – 211 мкг/л; р. Султангорасу – 257 мкг/л; р. Каракаясу – 289 мкг/л и т.д. В водных объектах подземного происхождения концентрации алюминия значительно ниже (до 112 мкг/л). Исключение – несколько выходов подземных вод на северном склоне Эльбруса: углекислый источник на р. Султангорасу с уровнем минерализации, близким к ультрапресным водам (256 мкг/л Al) и родник, используемый для питьевых и хозяйственных целей в лечебно-оздоровительной местности Джилы-су (356 мкг/л Al). Во всех прочих случаях концентрации алюминия в ледниковых потоках заметно выше, нежели в родниках или ручьях подземного происхождения, расположенных в непосредственной близости или в схожих условиях. Данная закономерность характерна для природных вод горной местности центральной части северного склона Большого Кавказа (Реутова и др., 2018), и связана не только с составом дренируемых горных пород, но и агрессивностью ультрапресных талых вод высокогорья, что способствует мобилизации и активной миграции алюминия (Злобина и др., 2017).

Содержание фтора в анализируемых водах находится на уровне кларка (100 мкг/л) и отличается от него не более, чем в 2 раза, однако наиболее обогащены данным компонентом р. Малка и нижняя часть р. Терскол ( $KK > 1.5$ ). Максимальные концентрации фтора в этих бассейнах отмечались в ряде родников и ручьев, питаемых пресными подземными водами. Например, в питьевом ручье и роднике Кара-суу в ущелье Терскол – 675 и 532 мкг/л; а в питьевой воде и ручье «Лагерном» в урочище Джилысу на северном склоне Эльбруса – 462 мкг/л и 451 мкг/л. В бассейне р. Уллу-Кам сопоставимые концентрации фтора нами отмечались только в углекислых источниках в урочище Битиктебе (368–510 мкг/л), а согласно литературным данным (Лаврушин, 2012), в некоторых углекислых источниках отмечались концентрации фтора  $> 1000$  мкг/л. Для сравнения, приведем концентрации фтора в крупных притоках исследуемых рек, площади водосборов которых расположены

на склонах Главного и Передового хребтов: 83 и 86 мкг/л в реках Исламчат и Шаукол; 58 и 161 мкг/л в устьевых створах рек Донгуз-Орунбаксан и Адылсу; 129 и 79 мкг/л в устьевых створах рек Кичкинекол и Узункол.

Наблюдается обогащение марганцем вод р. Малки и Уллу-Кам, однако в большинстве случаев концентрации марганца отличаются от значения кларка (10 мкг/л) не более, чем в 2 раза. Наиболее обогащены марганцем верхние створы на р. Кызылкол (КК = 2.9) и р. Уллу-Кам (КК = 4.65), а обедненными могут считаться воды р. Терскол на всем течении. Это вполне легко объясняется, если изучить содержание марганца в водах притоков. Наибольшие концентрации характерны для углекислых минеральных источников, особенно железистых (нарзан «Глазной» – 462 мкг/л; Белый нарзан – 223 мкг/л), большое количество естественных выходов которых находится в верховьях бассейнов рек Малка и Уллу-Кам, в то время как в бассейне Терскола их значительно меньше (Лаврушин, 2012).

Похожая картина наблюдается в распределении цинка, в большинстве пунктов отмечено содержание данного микроэлемента близкое к кларковым значениям (20 мкг/л) или отличающееся от них не более чем в 2 раза. Исключение – р. Терскол в верхних створах (КК 2.4 и 2.8) и воды р. Кызылкол (КК = 3.16). Говорить однозначно об определенных источниках поступления цинка в исследуемые речные воды не представляется возможным, т.к. для этого компонента характерна очень сильная изменчивость концентраций в водах региона, а среди объектов с максимальным содержанием Zn встречались как ледниковые водотоки, так и родники.

Хотя в отдельных створах концентрации мышьяка отличаются от кларка (2 мкг/л) более, чем в 2 раза как в сторону «обогащения» (КК 2.8–2.9 в нижних створах р. Терскол), так и в противоположную (КК 0.3–0.4 в верхних створах на р. Малка и 0.4 – на р. Уллу-Кам), в целом его можно характеризовать, как близкое к среднему содержанию в речных водах. Высокие концентрации мышьяка, отмечаемые в ряде водных объектов на южном склоне Эльбруса (р. Гарабаши – 66 мкг/л; в дп. Девичьи Косы – 80 мкг/л), по-видимому, связаны с влиянием мышьякового месторождения «Азау», тогда как в прочих притоках исследуемых рек значения концентраций не превышают 10 мкг/л.

Близки к кларковым значениям (0.2 мкг/л) и концентрации серебра в водах исследуемых рек. Среди исключений – воды р. Баксан на 18-м км (КК 3.2). Для этого бассейна характерно более высокое содержание серебра (КК > 1). Однако в большинстве водных объектов серебро отмечалось в следовых количествах, близких к нижнему пределу определения, что не позволяет делать однозначных выводов.

Наиболее равномерное распределение в исследуемых речных водах оказалось характерно для свинца, концентрации которого совпадают со средним содержанием в речных водах (1 мкг/л).

Исследуемые воды можно считать сильно обедненными Cd (КК 0.07–0.33), Sr (0.08–0.55). Mo (КК 0.07–0.60). Cu (0.18–1.04). Ni (0.1–1.24). Cr (0.37–0.90). Хотя говорить о закономерностях распределения таких микроэлементов как кадмий, никель, медь и хром из-за довольно низких концентраций, достаточно сложно, в распределении стронция и молибдена некоторые закономерности прослеживаются. Так, на фоне достаточно низких концентраций стронция в водах региона, объясняемых особенностями геологического строения, сильно выделялись высокие концентрации стронция в углекислых минеральных водах (1055–1201 мкг/л в нарзанах в урочище Битиктебе; 414 мкг/л в «Глазном» нарзане в урочище Джилысу). Сильное обогащение молибденом на фоне довольно низких значений КК в исследуемых реках характерно для вод притоков на южном склоне Эльбруса: водопада Девичьи Косы (4.4 мкг/л) и принимающей их реки Гарабаши (2.8 мкг/л), родниковых притоков в бассейне р. Терскол (1.6–2.7 мкг/л).

### **Заключение**

Несмотря на общие черты в строении гидрографической сети исследуемых рек, распределение микроэлементов в них заметно различается. Реки Уллу-Кам и Баксан испытывают влияние Эльбурского вулканического центра вплоть до 35–38 км, но площади водосборов этих рек частично расположены на склонах Главного хребта, тогда как водосборы рек Малки и Терскол расположены

непосредственно на северном и южном склонах Эльбруса. Наиболее схожи по содержанию микроэлементов воды р. Терскол и р. Баксан, а р. Уллу-Кам отличается наименьшим содержанием большинства рассматриваемых микроэлементов, за исключением фтора, марганца и стронция, которые поступают с углекислыми минеральными водами, что характерно и для вод р. Малки.

В зависимости от уровня обогащения определяемые микроэлементы в водах рек, которые берут начало на склонах Эльбруса, можно поделить на три группы. В первой – примеси со значительным уровнем обогащения ( $KK > 2$ ) или близкие к значениям кларка речных вод в отдельных створах концентрации – Al, Li. Во второй группе – элементы, содержание которых в большинстве случаев близко к уровню кларка или отличается от него не более, чем в 2 раза с возможными отдельными исключениями – F, Zn, Mn, Ag, As, Pb. В третьей группе – Mo, Cd, Sr, Cu, Ni, Cr – микроэлементы, по уровню содержания которых воды исследуемых рек можно считать обедненными. В большинстве случаев, основными источниками поступления микроэлементов, по которым наблюдалось обогащение исследуемых речных вод, являлись выходы пресных и минеральных подземных вод на склонах Эльбруса.

## Литература

1. Арсанова, Г. И. Происхождение термальных вод вулканических областей // Вулканология и сейсмология. 2014. № 6. С. 44. DOI 10.7868/S0203030614060029.
2. Гордеев В.В. Речной сток в океан и черты его геохимии. М.: Наука, 1983. 160 с.
3. ГОСТ 31869-2012 Вода. Методы определения содержания катионов (аммония, бария, калия, кальция, лития, магния, натрия, стронция) с использованием капиллярного электрофореза
4. ГОСТ Р 57162-2016 Вода. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.
5. ГОСТ Р 59024-2020 Вода. Общие требования к отбору проб.
6. Злобина В.Л., Медовар Ю.А., Юшманов И.О. Трансформация состава и свойств подземных вод при изменении окружающей среды М: ООО «Издательство Мир науки», 2017. 191 с.
7. Керимов А.М., Корчагина Е.А., Татаренко Н.В., Керимов А.А. Взаимосвязь микрочастиц снежно-фирновой толщи и речных вод Баксанской долины у их истоков // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2008. № 2(22). С. 164–170.
8. Кудерина Т.М. Сулова С.Б. Геохимические особенности истоков рек Центрального Кавказа как основа для устойчивого развития регионов // Охрана природы и региональное развитие: гармония и конфликты (к Году экологии в России) : Материалы международной научно-практической конференции и школы-семинара молодых ученых-степеведов «Геоэкологические проблемы степных регионов», проведенных в рамках XXI сессии Объединенного научного совета по фундаментальным географическим проблемам при Международной ассоциации академий наук (МАН) и Научного совета РАН по фундаментальным географическим проблемам, п. Партизанский Бузулукского района Оренбургской области, 01–05 октября 2017 года. п. Партизанский Бузулукского района Оренбургской области: Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, 2017. С. 20–23.
9. Лаврушин В.Ю. Подземные флюиды Большого Кавказа и его обрамления М.: ГЕОС, 2012. 348 с.
10. Ледники и климат Эльбруса. М.-СПб.: Нестор-История, 2020. 372 с.
11. М 01-58-2018 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации хлорид-ионов, нитрит-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, фторид-ионов и фосфат-ионов в пробах природных, питьевых и сточных вод с применением системы капиллярного электрофореза «Капель» // Электронный фонд более 70 000 000 актуальных правовых и нормативно-технических документов.
12. Реутова Н.В., Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Хутуев А.М., Керимов А.А. Особенности содержания алюминия в реках горной зоны Центрального Кавказа // Экологическая химия 2018. Т. 27. № 3. С. 124–134.
13. Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Хутуев А.М. Проявление стронциевой аномалии в поверхностных водах бассейна р. Баксан // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: Коллективная монография по материалам XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа (ГЕОКАВКАЗ 2021)». Т. XI. Москва: Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, 2021 а. С. 413–416. DOI 10.34708/GSTOU.2021.87.19.080.
14. Реутова Т.В., Реутова Н.В., Дреева Ф.Р., Хутуев А.М. Микроэлементный состав поверхностных вод Тебердинского государственного биосферного заповедника в период интенсивного таяния ледников // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2021 б. Т. 15. № 3. С. 92–100. DOI 10.31161/1995-0675-2021-15-3-92-100.

15. Реутова Т.В., Реутова Н.В., Дреева Ф.Р., Хутуев А.М., Керимов А.А. Гидрохимические аномалии в водных объектах национального парка «Приэльбрусье» // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6 (110). С. 144–157. DOI 10.35330/1991-6639-2022-6-110-144-157.
16. Чижова Ю.Н., Буданцева Н.А., Васильчук Ю.К. Тяжелые металлы в ледниках Полярного Урала и Кавказа // Арктика и Антарктика. 2017. № 1. С. 35–46. DOI: 10.7256/2453-8922.2017.1.22320.