

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-112-118>

УДК 551.311.21: 527.141.1



## МАРШРУТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СЕЛЕВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ В МАМИСОНСКОМ УЩЕЛЬЕ

Н.В. Кондратьева, З.М. Кереева ✉, А.Р. Акаев, И.Ж. Шидугов

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»; 360001, КБР, г. Нальчик, пр-кт Ленина, 2, Россия

**Аннотация.** С целью определения участков, подверженных селевым проявлениям, проведено обследование прилегающих территорий рек Козыдон и Земегондон (Республика Северная Осетия-Алания). Выполнена оценка размеров и объемов прежних селевых выносов, дана оценка геологических условий территории, проводилась фотосъемка территории при использовании БПЛА. В ходе работы установлено, что на рассматриваемой территории имеются 14 селеопасных рек. Селевые отложения имеют широкое распространение и прослеживаются на склонах различной экспозиции. Полевые обследования показали, что реки Козыдон и Земегондон являются также селеносными, о чем свидетельствуют селевые отложения в руслах. Часто зарождение селя происходит в русле одного из притоков, а дальнейшее движение продолжается по основному руслу. Выполнялась оценка размеров и объемов прежних селевых выносов.

**Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (Соглашение № 23-17-20001).**

**Ключевые слова:** сели, ледники, рекреация, курортная зона, обвалы, селевой поток

**Формат цитирования:** Кондратьева Н.В., Кереева З.М., Акаев А.Р., Шидугов И.Ж. Маршрутное обследование селевых проявлений в Мамисонском ущелье // Природообустройство. 2025. № 2. С. 112-118. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-112-118>

Scientific article

## ROUTE SURVEY OF MUDFLOW MANIFESTATIONS IN THE MAMISON GORGE

N.V. Kondratyeva, Z.M. Kerefova ✉, A.R. Akaev, I.Zh. Shidugov

Federal State Budgetary Institution "High Mountain Geophysical Institute", Nalchik, Lenin Ave., 2, Rossiya

**Abstract.** In order to determine the areas prone to mudflows, a survey of the adjacent territories of the Kozydon and Zemegondon rivers (Republic of North Ossetia-Alania) was carried out. An assessment of the size and volume of previous mudflows was fulfilled, an assessment of the geological conditions of the territory was given, taking photo of the territory was carried out using UAVs (drones). In the course of the work, it was established that there are 14 mudflow hazardous rivers in the territory under consideration. Debris flows are widespread and can be traced on slopes of various exposures. Field surveys have shown that the Kozydon and Zemegondon rivers are also mud bearing, as evidenced by mudflow deposits in the riverbeds. Often the origin of a mudflow occurs in the channel of one of the tributaries, and further movement continues along the main channel. The size and volume of previous mudflows were assessed. An assessment of the geological conditions of the territory was given, photography of the territory was carried out, using drones (UAVs). In the course of the work, it was established that there are 14 mudflow hazardous rivers in the territory under consideration. Debris flows are widespread and can be traced on slopes of various exposures. Often the origin of a mudflow occurs in the channel of one of the tributaries, and further movement continues along the main channel.

**The work was carried out at the expense of a grant from the Russian science foundation (Agreement No 23-17-20001).**

**Keywords:** mudflows, glaciers, recreation, resort area, landslides, mudflow

**Format of citation:** Kondratyeva N.V., Kerefova Z.M., Akaev A.R., Shidugov I.Zh. Route survey of mudflow manifestations in the Mamison Gorge // Prirodoobustroystvo. 2025. № 2. P. 112-118. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-112-118>

**Введение.** Мамисонское ущелье в Северной Осетии находится на юге Республики. По территории ущелья проходит государственная граница

с Южной Осетией и Грузией. Раньше через ущелье проходила военно-осетинская дорога, которая связывала Северный Кавказ и Закавказье.

Общая протяженность ущелья составляет 26 км. Сегодня в Мамисоне при активной поддержке руководства республики создается круглогодичный горнолыжный всероссийский туристическо-рекреационный комплекс (ВТРК «Мамисон»). Площадь ВТРК «Мамисон» составляет более 7000 га, высота меняется от 1800 до 3000 м над уровнем моря. Территория является зоной повышенного риска по причине лавинно-селевых процессов.

Наибольшую опасность в горах представляют снежные лавины и селевые потоки. Так, объем лавин может достигать до 1 млн м<sup>3</sup>. Лавины формируются на склонах с углами наклона от 25 до 60 град. [1, 2]. Когда критическая масса снега превысит возможности шероховатой поверхности удерживать ее, достаточно малейшего фактора, чтобы она двинулась вниз с возрастающей скоростью, сметая все на своем пути. Как показали наши обследования, такие условия характерны для более чем 40% территории ВТРК «Мамисон».

При выпадении за короткое время в горах большого количества осадков начинается интенсивное таяние ледников, добавляя в русла горных рек объем воды и создавая условия для формирования селевых потоков.

#### Материалы и методы исследований.

В сентябре 2023 г. была организована экспедиция для оценки состояния ледников Козидон и Земергондон с использованием БПЛА мультиспектрального типа DJI Mavic Air 2. Это позволило создать ортофотоплан исследуемой территории, а также на основе полученных данных были построены цифровые модели рельефа с относительными высотами от точки взлета. А применение

аэрофотосъемки в совокупности с геоинформационным анализом позволило получить развернутую картину и выполнить большую часть необходимых работ. Задействованные ГИС-технологии, включающие в себя компьютерное совмещение разновременных фото- и космических снимков дает возможность определить местоположение и динамику лавинных и селевых очагов и проводить измерительные работы уже на имеющихся ортофотопланах с высокой точностью. В ходе экспедиции были выявлены места предыдущих сходов лавин.

Имея базу данных по селевым очагам и делая прогнозы их развития, можно выстраивать систему предупреждения ЧС, организовывать принятие превентивных мер для снижения негативных последствий. Результаты работы ученых нужны не только спасательным службам, но и строителям, руководству комплекса, его инженерным службам.

Мамисонское ущелье представляет собой широкую горную долину, хорошо обработанную четвертичными ледниками и реками. Основная река, являющаяся истоком реки Ардон, – река Мамихдон (в некоторых источниках – Мамисондон). Она образуется при слиянии рек Земергондон и Бубидон. Затем река принимает много притоков: слева – Саудурдон, Фарсагондон, Клиатдон, Тибдон и др.; справа – Халаца, Кайтыкомдон и др. (рис. 1).

В ходе работы было установлено, что на рассматриваемой территории имеются 14 селеопасных рек. Кроме гляциальных процессов, в районе будущего комплекса имеется опасность схода лавин и селей. Вероятны также каменные обвалы, оползни и другие склоновые процессы.

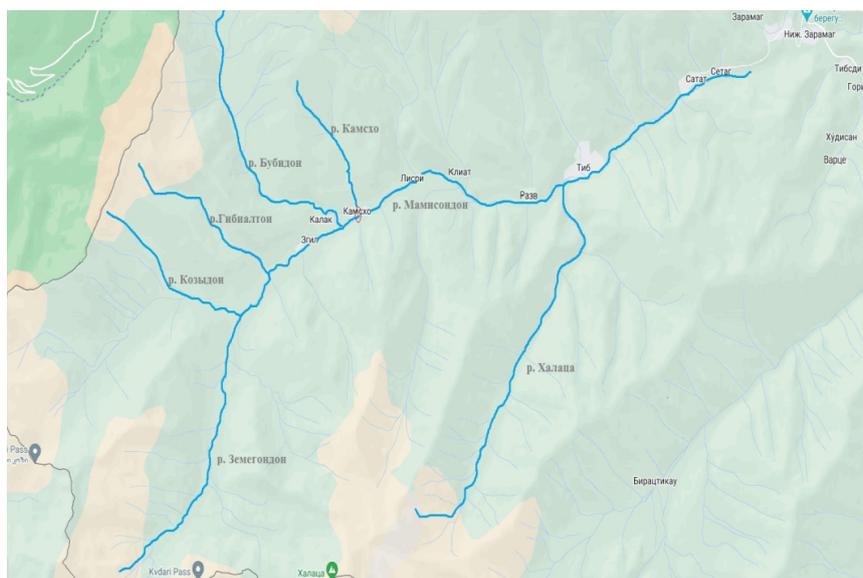


Рис. 1. Водная артерия ущелья Мамисон

Fig. 1. Waterway of the Mamison Gorge

Изучение физико-географических показателей территории ВТРК «Мамисон», влияющих на закономерности географического распространения и условий формирования снежных лавин, селей, динамику жизни ледников, необходимо для районирования территории по степени селе- и лавиноопасности [3].

Долины бассейнов рек Козьдон и Зедегондон относят к потенциально селеопасным территориям [4-6]. Для курортной зоны особую опасность представляют селевые процессы, а именно обвалы с правого склона реки Козьдон. На всем протяжении реки вдоль склонов видны конусы выноса склоновых селей с относительно свежими следами сходов и наблюдаются обвальнo-оползневые процессы.

Селевые процессы, происходящие в ущелье, могут быть связаны как с оттаиванием рыхлых и скальных пород, так и с сейсмическими явлениями в зонах разлома. Необходимо проводить мониторинг местности, поскольку возможна активизация селей и на других участках [7].

**Результаты и их обсуждение.** На склонах долины в ее среднем течении имеется множество эрозионных борозд и селевых рытвин, оканчивающихся на мощных лавинно-пролювиальных конусах выноса со свежими следами селевых потоков.

На всем протяжении реки, вдоль склонов, видны конусы выноса склоновых селей с относительно свежими следами сходов. Предположительно эти сели были преимущественно водными, сошедшими за счет большого количества осадков.

Селевые отложения имеют широкое распространение и прослеживаются на склонах различной экспозиции. Они сложены остроугольными и слабоокатанными обломками гипсометрически вышележащих пород. В пониженных участках склонов нивальной зоны локализуются отложения осыпей, рыхлый материал которых, как правило, является крупнообломочным, и содержание в нем глинистой и пылевой фракций значительно меньше. Макроскопически селевые отложения представляют собой щебнисто-суглинистые, щебнисто-супесчаные породы, редко – супесь, суглинок, щебень, щебнистую глину. Петрографически они представлены теми же минералами, что и коренные породы.

Размер крупных обломков обычно не превышает 25-50 см, отдельные обломки достигают 0,5-2,5 м в диаметре. Окатанность обломков – средняя и плохая.

По структурно-реологической модели движения преобладают несвязные селевые потоки, в твердой составляющей которых господствует

грубообломочный материал, а участие пылеватоглинистых фракций является незначительным (<12%). По составу селевой массы потоки являются преимущественно водокаменными.

На территории ВТРК «Мамисон» имеются ледники Козьдон и Зедегондон. Ледник Козьдон расположился в верховьях реки Козьдон, имеет Южный цирк и Северный цирк [8-10]. В Южном цирке имеется моренное озеро, площадь которого составляет 42000 м<sup>2</sup> (рис. 2). Высота озера над уровнем моря составляет 2778 м, координаты – 42,37 и 43,44. Оно было образовано предположительно в 1975 г. и носит название Козское озеро. Предполагаемая глубина его составляет около 20 м. Вода с озера стекает через морену по протоке длиной 12 м и шириной до 2 м, затем происходит резкий сброс воды вниз по ущелью [11]. Морена, которую пересекает протока, в двух местах имеет термокарстовые просядки глубиной до 2 м, что свидетельствует о наличии ледяных масс внутри морены. При повышении летних температур, обложных ливневых осадках может произойти прорыв озера с образованием мощного селевого потока.

Особенностью динамики Козского озера является неизменность его береговой линии – как минимум в течение 47 лет (1975-2022 гг.). Просмотр космоснимков Sentinel-2, сделанных в разные сезоны года, показал, что и в начале лета, и в конце осени уровень воды в озере не менялся. На этом основании можно предположить, что у озера нет подземных каналов стока.

Полевые обследования показали, что сами реки Козьдон и Зедегондон являются селевыми, о чем свидетельствуют селевые отложения в руслах основных рек. Часто зарождение селя происходит в русле одного из притоков, а дальнейшее движение продолжается по основному руслу. Множество притоков основных рек является потенциально селевыми, к тому же в них развивается эрозия бортов, и пренебрегать их селевой и оползневой опасностью не стоит. Генезис селепроявлений является в основном дождевым, снегодождевым. И только в истоках обеих рек Козьдон и Зедегондон, несмотря на присутствие оледенения, возможен генетический тип селей – ледниково-дождевой. Это объясняется наличием огромных запасов рыхлообломочных моренных отложений в перигляциальной зоне (рис. 3).

В ходе полевых выездов была произведена аэрофотофиксация рельефа ущелья. В результате был сформирован электронный архив, благодаря которому стало возможным использовать данные снимки для визуализации исследуемой местности в трехмерном пространстве (рис. 4).



Рис. 2. Озеро южного цирка на высоте 2778 м над уровнем моря  
(снимок с квадрокоптера)

Fig. 2. Lake of the southern cirque at an altitude of 2778 m above sea level  
(picture from a quadcopter)



Рис. 3. Состояние селепропускных лотков  
Fig. 3. Condition of mudflow gutters

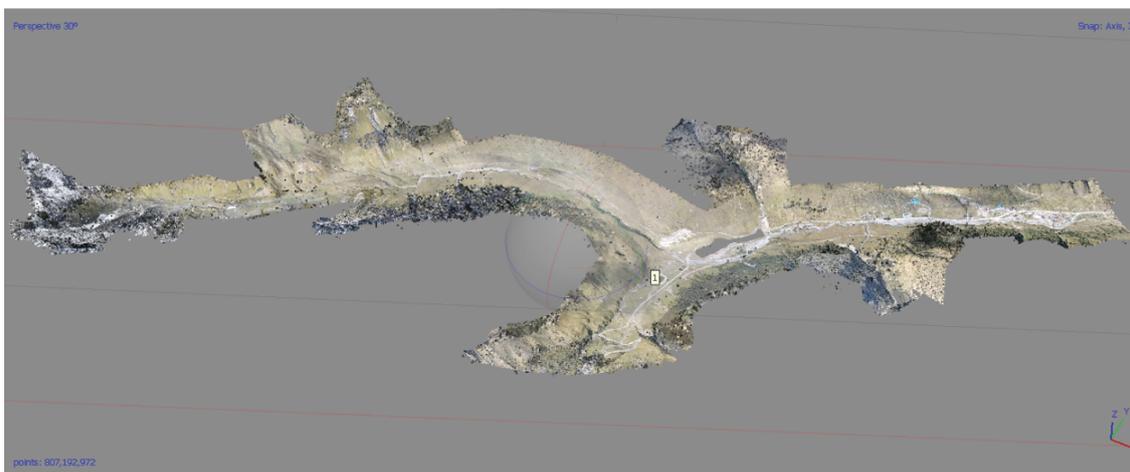


Рис. 4. Визуализация исследуемой местности в трехмерном пространстве  
Fig. 4. Visualization of the area under study in three-dimensional space

На основе полученной информации, в ходе полевых выездов, на исследуемой территории были построены ортофотоплан и цифровая модель рельефа (рис. 5, 6).

Согласно концепции «Корректировка проекта планировки территории, проекта межевания территории, разработка плана обустройства и соответствующего материально-технического оснащения, разработка интерактивной информационной 3D-модели особой экономической зоны туристско-рекреационного типа в границах

муниципального образования Алагирский район Республики Северная Осетия-Алания (ВТРК «Мамисон») и прилегающей к ней территории. Т. 1. Концепция проекта планировки», разработанному ГАУ «Институт генплана Москвы» в 2022 г. (далее – Концепция проекта планировки), запланировано 3 этапа освоения территории ВТРК «Мамисон»:

– этап 1 (2022-2030 гг.) включает в себя развитие территории на левом берегу реки Мамихдон на высотах от 2022-3160 м;

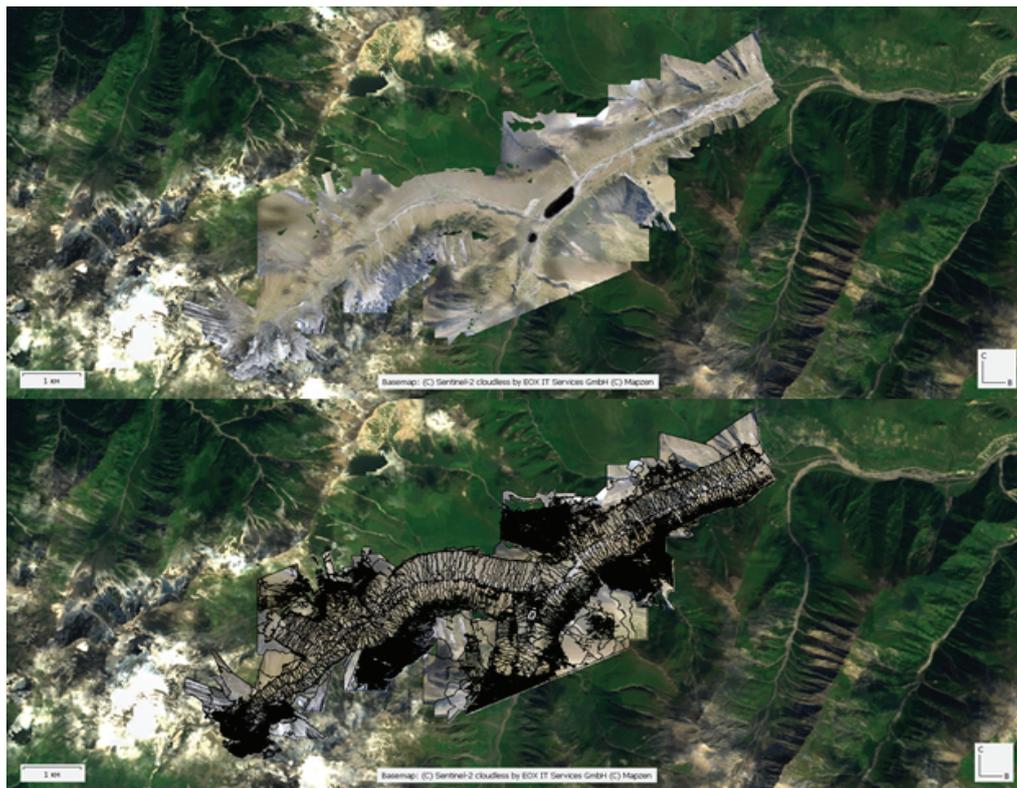


Рис. 5. Ортофотоплан высокого разрешения территории для возможности последующего анализа

Fig. 5. High-resolution orthophotoplane of the territory for possible subsequent analysis



Рис. 6. Карта относительной высоты исследуемой местности

Fig. 6. Map of the relative height of the area under study

– этап 2 (2023-2028 гг.) предусматривает развитие территории в долинах реки Козыдон и Гибитандон на высотах от 2020 до 3010 м;

– этап 3 (2031-2040 гг.) предполагает развитие территории в непосредственной близости от ледника Зарамаг на высоте от 3160 до 3690 м.

На рисунке 7 представлена общая схема этапности освоения территории, где показаны проектируемые и строящиеся канатные дороги (черные линии) и лыжные трассы (синие линии).

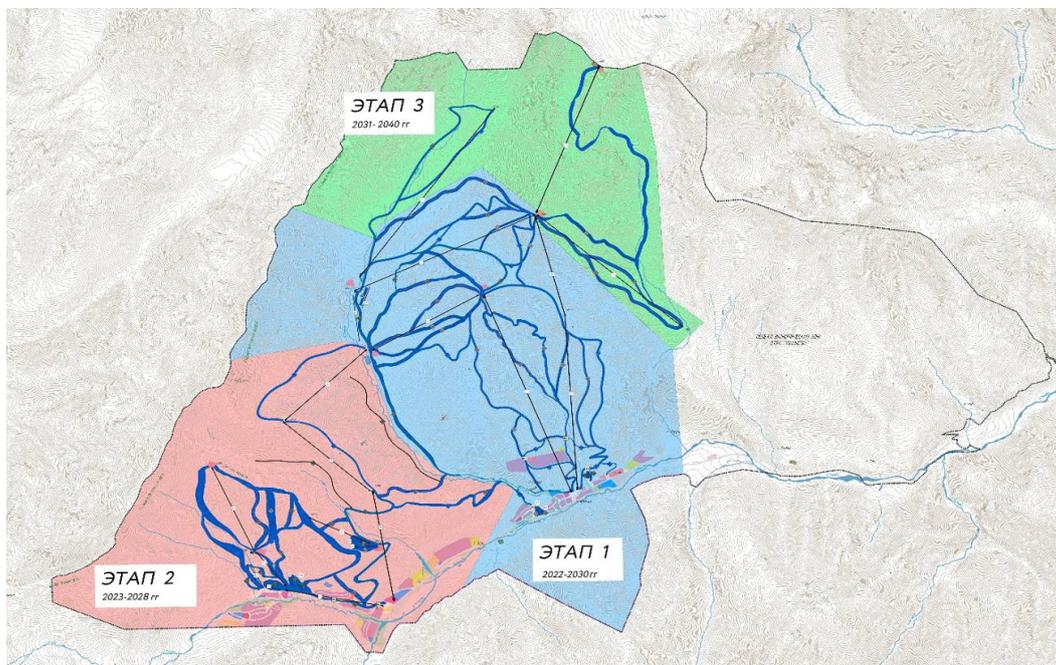


Рис. 7. Освоение по этапам территории ВТРК «Мамисон» согласно Концепции проекта планировки  
Fig. 7. Development of the territory of the “Mamison” VRC in stages according to the Concept of the planning project

### Выводы

В процессе работы проведена аэрофотосъемка склонов и русла р. Мамисон с использованием БПЛА DJI Mavic Air 2. Проведены работы по изучению русловых процессов в главной реке и ее притоках. Оценены селевые отложения и состояние селепропускных каналов.

После обработки аэрофотоснимков созданы ортофотоплан и цифровая модель рельефа с относительными высотами для дальнейшего выполнения оценки площади лавинных и селевых очагов.

В результате обследования на территории было выявлено значительное количество опасных процессов для инфраструктуры ВТРК «Мамисон» и района в целом:

\* следы селепроявлений по притокам реки Мамисон;

\* приледниковое озеро, несущее угрозу формированием прорывного паводка при падении обвальных масс в озеро;

\* каменные глетчеры, гляциально-коллювиальные, льдосодержащие рыхлообломочные материалы как угроза для объектов рекреации;

\* оползневые и обвальные процессы как по дороге до комплекса, так и на территории ВТРК «Мамисон».

Полевые исследования показывают, что почти все притоки и сам Мамихдон являются селеносными. Сели происходят нечасто, о чем свидетельствует площадь лишайников на селевых отложениях. Анализ архивных спутниковых снимков показывает (и данные это подтверждают), что частота селей в районе обследования составляет в среднем один раз в 3-5 лет.

### Список использованных источников

1. Кондратьева Н.В. Кадастр селевой опасности юга европейской части России / Н.В. Кондратьева, А.Х. Аджиев, М.Ю. Беккиев и др. М.: Нальчик, Феория – Печатный двор. 2015. 148 с. EDN: VHКУJH
2. Тавасиев Р.А. Ледники, каменные глетчеры и озёра комплекса «Мамисон» // Вестник Владикавказского научного центра. 2013. Том 13, № 3. С. 33-41. EDN: RBZRTF

### References

1. Kondratyeva N.V. Cadaster mudflow dangers of the south of the European part of Russia / N.V. Kondratyeva A.Kh. Adzhiev, M.Yu. Bekkiev. 2015. 148 p. EDN: VHКУJH
2. Tavasiyev R.A. Glaciers, stone glaciers and lakes of the Mamison complex // Bulletin of the Vladikavkaz scientific center. 2013. Vol 13, No 3. P. 33-41. EDN: RBZRTF

3. Кондратьева Н.В. Современное состояние селевых процессов на территории Всесезонного туристско-рекреационного комплекса «Мамисон» // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Бассейн реки Терек: проблемы регулирования и реабилитации водных объектов. Махачкала: Открытое акционерное общество «Севкавказгипроводхоз», 2015. С. 193-200. ISBN 978-5-91266-053-5.

4. Тавасиев Р.А. Каменные глетчеры Северной Осетии и их значение для устойчивого развития горных территорий // Вестник Владикавказского научного центра, 2011, Том 11, № 3. С. 48-54.

5. Тавасиев Р.А. Ледники, каменные глетчеры и озера горы Халаца // Вестник Владикавказского научного центра, 2010. Том 10, № 1. С. 34-42.

6. Тавасиев Р.А. Ледники и каменные глетчеры Козского ущелья // Вестник ВНИЦ, 2008. Том 8, № 4. С. 63-68.

7. Беккиев М.Ю. Деградация ледников в бассейне реки Земегондон (Центральный Кавказ) в 1957-2021 годах // Беккиев М.Ю., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Шагин С.И. // Вестник Владикавказского научного центра. Устойчивое развитие. Том 3. 2022. С. 55-64.

8. Докукин М.Д. Особенности динамики ледниковых озер с подземными каналами стока (анализ разновременной аэрокосмической информации) / М.Д. Докукин, С.И. Шагин // Криосфера Земли, 2014, Том XVIII, № 2, С. 47-56.

9. Докукин М.Д. Приледниковые озера в Бассейне р. Земегондон (Республика Северная Осетия-Алания): динамика и потенциальная опасность / М.Д. Докукин, М.Ю. Беккиев, Р.Х. Калов, С.И. Шагин // Грозненский естественнонаучный бюллетень, Том 7, № 3 (29), 2022. С. 12-19.

10. Докукин М.Д. Типы моренного рельефа и селевая опасность (на примере северного склона Центрального Кавказа) // Автореферат диссертации, на соискание ученой степени кандидата географических наук, Географический ф-т МГУ. Москва, 1993. 22 с.

11. Докукин М.Д. Каменные глетчеры Центрального Кавказа как селевые очаги // Труды Высокогорного геофизического института, Вып. 70, М.: Гидрометиздат. 1987, С. 33-42.

3. Kondratyeva N.V. Current state of mudflow processes on the territory of the All-Season Tourist and Recreational Complex "Mamison" // Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Terek River Basin: Problems of Regulation and Rehabilitation of Water Objects". Makhachkala: Open Joint-Stock Company "Sevkavpirovodkhoz", 2015. P. 193-200. ISBN 978-5-91266-053-5.

4. Tavasiev R.A. Stone glaciers of North Ossetia and their significance for the sustainable development of mountain territories // Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center, 2011, Vol. 11, No 3. P. 48-54.

5. Tavasiev R.A. Glaciers, stone glaciers and lakes of Mount Khalatsa // Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center, 2010. Volume 10, No 1. P. 34-42.

6. Tavasiev R.A. Glaciers and stone glaciers of the Koz Gorge // Vestnik VNTs, 2008. Volume 8, No 4. P. 63-68.

7. Bekkiev M.Yu. Degradation of glaciers in the Zemegondon River basin (Central Caucasus) in 1957-2021 // Bekkiev M.Yu., Dokukin M.D., Kalov R.Kh., Shagin S.I. / Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center. Sustainable development. Volume 3. 2022. P. 55-64.

8. Dokukin M.D., Shagin S.I. Features of the dynamics of glacial lakes with underground drainage channels (analysis of multi-temporal aerospace information) / M.D. Dokukin, S.I. Shagin // Cryosphere of the Earth, 2014, Volume XVIII, No 2, P. 47-56.

9. Dokukin M.D. Glacial lakes in the Zemegondon river basin (Republic of North Ossetia-Alania): dynamics and potential danger / M.D. Dokukin M.Yu. Bekkiev, R.Kh. Kalov., S.I. Shagin // Grozny Natural Science Bulletin. Volume 7, No 3 (29), 2022. P. 12-19.

10. Dokukin M.D. Types of moraine relief and mudflow hazard (on the example of the northern slope of the Central Caucasus) // Abstract of the dissertation, for the degree of candidate of geographical sciences, Geographical Faculty of the Moscow State University. Moscow, 1993. 22 p.

11. Dokukin M.D. Stone glaciers of the Central Caucasus as mudflow centers // Proceedings of the High Mountain Geo-Physical Institute, Issue 70, Moscow: Gidrometizdat. 1987, P. 33-42.

#### Об авторах

**Наталья Владимировна Кондратьева**, д-р геогр. наук, профессор, ORCID: 0000-0001-7313-4489; Skopus 59157989400; kondratyeva\_nat@mail.ru

**Залина Музариновна Кереева**, канд. физ.мат наук, доцент; ORCID: 0000-0002-0180-3759; Skopus 57219271959; zknyaz-kbsu@mail.ru

**Ахмат Русланович Акаев**, аспирант и инженер лаборатории, ORCID: 0000-0003-4257-9578; akaev.axmat@mail.ru

**Ислам Жирасланович Шидугов**, инженер лаборатории гляциологии, ORCID: 0009-0000-4778-172X, Skopus 57370145800; shidugovislam@mail.ru

#### About the authors

**Nataliya V. Kondratyeva**, DSc (Geogr), professor, ORCID: 0000-0001-7313-4489; Skopus 59157989400; kondratyeva\_nat@mail.ru

**Zalina M. Kerefova**, CSc (Phys-Math), associate professor; ORCID: 0000-0002-0180-3759; Skopus 57219271959; zknyaz-kbsu@mail.ru

**Akhmat R. Akaev**, post graduate student and engineer of the laboratory, ORCID: 0000-0003-4257-9578; akaev.axmat@mail.ru

**Islam Zh. Shidugov**, engineer of the glaciology laboratory, ORCID: 0009-0000-4778-172X, Skopus 57370145800; shidugovislam@mail.ru

#### Критерии авторства / Authorship criteria

Кондратьева Н.В., Кереева З.М., Акаев А.Р., Шидугов И.Ж. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Кондратьева Н.В., Кереева З.М., Акаев А.Р., Шидугов И.Ж. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interests

#### Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 13.12.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 16.02.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 16.02.2025

Kondratyeva N.V., Kerefova Z.M., Akaev A.R., Shidugov I.Zh. performed practical and theoretical research, on the basis of which they generalized and wrote a manuscript. Kondratyeva N.V., Kerefova Z.M., Akaev A.R., Shidugov I.Zh. have copyright on the article and are responsible for plagiarism.