

УДК 551.32

## МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕДНИКОВ И СНЕЖНО-ЛЕДОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ (ПО ДАННЫМ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АВГУСТА 2025 Г.)

© 2026 г. М. М. Адаменко<sup>1,\*</sup>, М. Д. Ананичева<sup>2</sup>, А. А. Абрамов<sup>2</sup>, И. П. Треньков<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

<sup>2</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup>Государственный природный заповедник “Кузнецкий Алатау”, Новокузнецк, Россия

\*e-mail: adamenko.marina@gmail.com

Поступила в редакцию 10.11.2025 г.

После доработки 25.11.2025 г.

Принята к публикации 29.12.2025 г.

Представлены результаты полевых исследований ледников Кузнецкого Алатау, выполненных в 2025 г. Изучены динамика ледников и температурный режим горной криолитозоны. Получены цифровые модели рельефа и ортофотопланы для 16 ледников и снежно-ледовых объектов. Выявлены современные тенденции деградации оледенения: сокращение площадей, фрагментация (ледник № 79), полное исчезновение (ледник “Малыш”), при относительной стабильности каровых ледников № 85, 86 и 87. Расширена сеть мониторинга термического состояния пород с помощью температурных логгеров в районе метеостанции Ненастная и в верхней части хребтов. Полученные данные создают основу для новой цифровой инвентаризации ледников и количественного анализа их деградации в контексте региональных климатических изменений.

**Ключевые слова:** Кузнецкий Алатау, ледники, криосфера, БПЛА

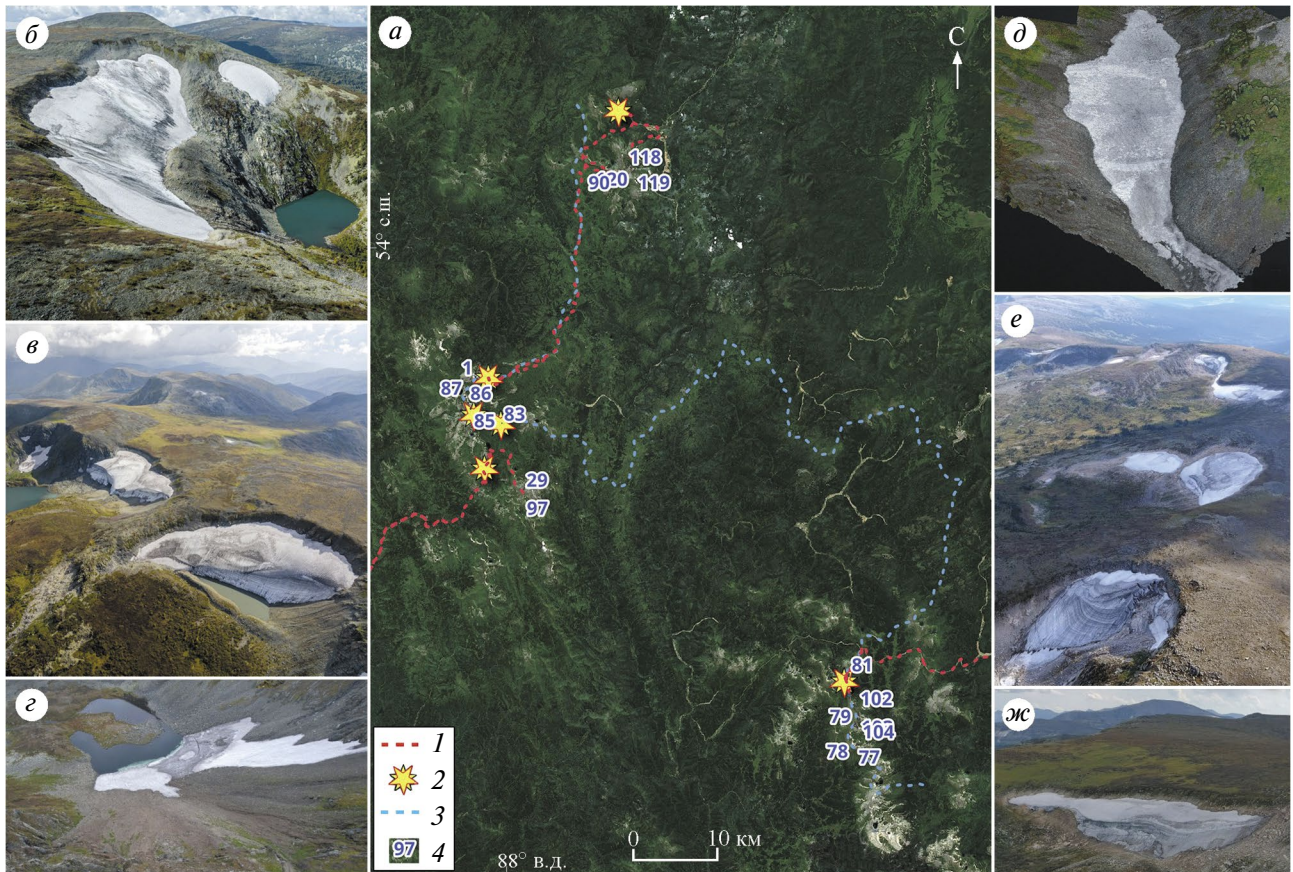
DOI: 10.7868/S2412376526010155

### ВВЕДЕНИЕ

Первые упоминания снежников и ледников в горах Кузнецкого Алатау принадлежат И.П. Толмачеву (Толмачев, 1900) и А.Н. Чуракову (Чураков, 1932) по результатам посещения верховьев реки Казыр, а первый ледник в Июсской группе был открыт П.С. Шпинем в 1967 г., что положило начало их планомерному изучению (Шпинь, 1980). В 2010–2022 гг. совместной работой Сибирского государственного индустриального университета и заповедника “Кузнецкий Алатау” были организованы исследования снежного покрова и мониторинг ледников Июско-Терсинской группы. В 2022–2025 гг. в рамках гранта РФФИ № 24-27-00310 тремя организациями: Институтом географии РАН (Москва), Сибирским государственным индустриальным университетом (Новокузнецк) и Государственным биосферным заповедником “Кузнецкий Алатау” (Междуреченск) эти работы были про-

должны. Статья посвящена описанию полевых исследований 2025 г. и первому анализу их результатов.

Впервые съёмка ледников Кузнецкого Алатау с БПЛА проведена в 2022 г. (ледники № 56 Караташ, № 58 Тронова), в 2024 г. выполнена повторная съёмка ледника Караташ и впервые — ледников Июско-Терсинской группы. В 2025 г. повторно отсняты ледники Июско-Терсинской группы, впервые — окрестностей посёлка Приисковский (массив горы Заозёрной), Северный район оледенения и хребта Скалистые горы (от горы Орлигтаскыл до массива горы Двуглавая), Южный район оледенения (рис. 1). Для оценки температурного режима пород была расширена сеть наблюдения с помощью автоматических логгеров. Датчики под растительным покровом были размещены в непосредственной близости от метеоплощадки станции Ненастная (1088 м над ур. моря), являющейся ключевой



**Рис. 1.** Районы экспедиционных работ и обследованные ледники (фото М. Адаменко, А. Абрамов). Обзорная схема (а): 1 — маршруты, 2 — температурные логгеры, 3 — осевой водораздел, 4 — номера обследованных ледников и СЛО: Участников Экспедиции № 1 (б); Толмачева № 86 (ближний) и Чуракова № 85 (дальний) (в); Канымский № 29 (з); Трансваальский № 119 (д); № 104 (ближний) и № 79 (средний) и № 78 (дальний) (е); № 102 (ж)

**Fig. 1.** Field study areas and surveyed glaciers (photo by M. Adamenko and A. Abramov):

(а): overview map: 1 — routes, 2 — temperature loggers, 3 — main watershed, 4 — numbers of surveyed glaciers and glacierets: Expedition Participants № 1 (б); Tolmachev № 86 (nearby) and Churakov № 85 (in the distance) (в); Kanymsky № 29 (z); Transvaalsky № 119 (d); № 104 (nearby) and № 79 (in the middle) and № 78 (in the distance) (e); № 102 (ж)

в исследуемом регионе, и в верхней части хребтов. Экспедиционные исследования в 2025 г. проходили в три этапа, в сроки: 16.08–22.08, 26.08–02.09 и 19.08–30.08. Всего отснято 18 ледников, ранее каталогизированных, и 4 новых объекта. Судя по отсутствию ледяного ядра и годовой слоистости, они могут быть отнесены к снежно-ледовым образованиям, критерии выделения которых в данном районе мы рассмотрели в статье (Ананичева и др., 2025).

Для всех объектов проведена аэрофотосъемка с БПЛА моделей DJI Mavic Air 2 и Mavic 3 Enterprise, Autel EVO 2 Pro V3. Полученные результаты позволяют построить точные цифровые модели рельефа (ЦМР) и ортофотопланы. Для шести ледников получены панорамные снимки, позволяющие методом фотограмметрии опре-

делить основные площадные характеристики и описать морфологические признаки (сложение льдом или фирном, выпуклый профиль и др.)

## МОНИТОРИНГ РАЙОНОВ ОБЛЕДЕНЕНИЯ

**Северный район оледенения.** К нему относится массив горы Заозёрной, он представляет собой региональный массив с максимальной отметкой в центре (1674 м над ур. моря) симметричной радиальной формы, в поперечнике около 10 км. Подножье массива оконтурено долинами рек Избас, Полуденка и Правая Сарала. В северный склон массива врезан плейстоценовый ледниковый комплекс рельефа из ступенчатых каров, бараньих скал и морен. В наше время здесь развиты малые формы оледенения (площадь 0.01–0.02 км<sup>2</sup>). Несмотря на малые разме-

ры, есть прямые данные о том, что некоторые снежно-ледовые объекты существуют непрерывно на протяжении последних 45 лет. Здесь расположен ледник Трансваальский (№ 119), северо-восточной экспозиции, который был выделен П.С. Шпинем как ледник лощинного типа (см. рис. 1, д). Это единственный представитель данного морфологического типа в Кузнецком Алатау, лежащий в ущелье р. Полуленка, при этом река протекает под ним. В строении отчётливо виден молочно-белый лёд, что указывает на наличие ледяного ядра. Площадь ледника существенно не меняется в последние годы. Вероятно, он реагирует на потепление климата не изменением площади, а в первую очередь проседанием снежно-ледовой толщи. Объекты под № 118 и 120 выделены впервые авторами в 2021 г. Оба объекта, по-видимому, являются снежно-ледовыми образованиями, имеющими признаки ледников. За прошедшие пять лет наблюдений они существуют непрерывно, их площадь порядка около 0.02 и 0.01 км<sup>2</sup> в конце сезона абляции. В сложении ледника № 118 отчётливо прослеживается молочно-белый лёд, что указывает на наличие ледяного ядра. Ледник Малыш (№ 90) полностью стаял в 2025 г. к 26 августа; он был расположен в районе Ивановских озёр и долгое время являлся туристической достопримечательностью.

**Южный район оледенения.** К нему относится участок осевого водораздела гор Кузнецкого Алатау от горы Орлигтаскыл (1454 м над ур. моря) до массива горы Двуглавая. На исследованном участке меридионально вытянутый хребет главного водораздела соединяется под острым углом с отрогом Скалистых гор. В гольцовой зоне данного горного узла имеют место две последовательные возвышенные линии на пути влагонесущих воздушных масс преимущественно юго-западного направления. Специфика рельефа позволяет существовать здесь крупной группе присклоновых ледников, которые, несмотря на потепление климата, сохраняют все характерные признаки. При каталогизации П.С. Шпинь многие ледники данного района не обнаружил. Вероятно, район Скалистых гор в 1980-е годы был изучен полевыми выходами лишь эпизодически. Так, он сам отмечал, что более половины гляциальных объектов посетил во время экспедиционных работ, в то время как представление о некоторых получено по аэровизуальным данным (Шпинь, 1980, с. 16). Здесь расположен ледник № 79, который впервые выделен П.С. Шпинем. В 2017 г. его площадь со-

ставляла около 0.1 км<sup>2</sup>. В 2025 г. ледник распался на два фрагмента общей площадью 0.09 км<sup>2</sup>. Главный фрагмент имеет серповидную округлую форму и выпуклый профиль. По центру ледника — отвесный лоб и ледовое ядро с годовыми слоями. Ледник № 81 описан П.С. Шпинем как ледник присклонового типа. В 2025 г. это маломощное снежно-ледовое образование, повторяющее форму склона, площадью 0.018 км<sup>2</sup>, с преобладанием фирна. Ледник № 102 классифицирован впервые в 2018 г., при обновлении каталога ледников России. Он представляет собой типичный присклоновый ледник с отвесным лбом, сложенным голубоватым льдом с системой годовых слоёв (обнажается около 25 слоёв). Расположен на подветренном северо-восточном макросклоне хребта Скалистые горы, в истоках правого безымянного притока р. Пихтерек. Ледник № 103 также впервые выделен в 2018 г. Он имеет округлую выпуклую форму и выпуклый профиль, поперечные трещины в области лба, перекрытые сезонным снегом, с общей экспозицией на восток. Ледник № 104 удалён от ледника № 103 всего на 300 м, однако развитие растительности на этом участке указывает, что в последние 45 лет эти ледники не сливались. Ледник № 104 расположен на боковой стенке в плейстоценовом каре северо-восточной экспозиции. По морфологическому типу он ближе к каровым и сложен преимущественно льдом (обнажается около 40 годовых слоёв).

Для Июско-Терсинской группы анализ спутниковых снимков (Ananicheva et. al., 2025) показал смещение окончания сезона абляции на конец сентября. Оказалось, что один из самых изученных объектов — ледник Черно-Июский — окончательно распался на фрагменты, и, по нашему мнению, может деградировать полностью в ближайшие годы при сохранении текущей климатической ситуации. При этом каровые ледники № 85, 86, 87, расположенные рядом, сохраняют относительную стабильность, их площади в 2025 г. составляли: 0.07, 0.06 и 0.09 км<sup>2</sup> соответственно. Впервые получен точный ортофотоплан для самого крупного до недавних пор ледника гор Кузнецкого Алатау “Участников экспедиции” (№ 1), его площадь в 2025 г. составила 0.11 км<sup>2</sup>.

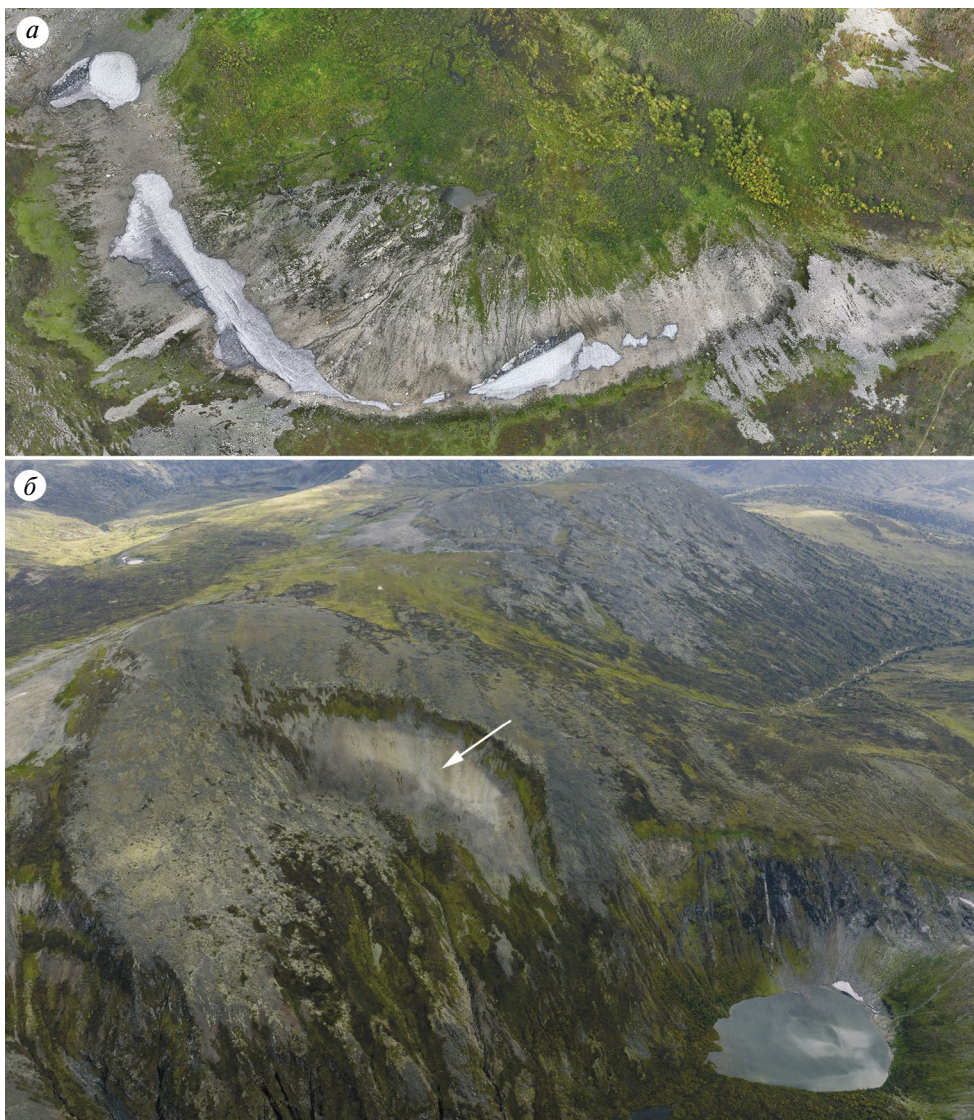
Для мониторинга состояния горной криоли-тозоны на хребтах вблизи ледников установлены дополнительные датчики, что в том числе позволит уточнить характер распространения мерзлоты. Особый интерес представляет оборудование

для наблюдений старых геологических скважин, обнаруженных в ходе маршрутных исследований. В будущем это позволит впервые получить детальные данные о температуре поверхности в районе метеостанции Ненастная, в верхней части хребта и в курумных образованиях.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, работы 2025 г. заложили основу для создания новой детальной цифровой инвентаризации ледников региона, а также для мониторинга термического режима окружающих пород.

Подтверждена продолжающаяся деградация оледенения, выражающаяся в сокращении площади ледников, их фрагментации (ледник № 79) и полном исчезновении наименее устойчивых объектов (ледник “Малыш”; рис. 2). Выявлена разнонаправленная динамика разных морфологических типов: присклоновые ледники демонстрируют активное отступление, в то время как каровые (№ 85, 86, 87) сохраняют относительную стабильность. Выполнено расширение сети мониторинга криолитозоны путём установки температурных логгеров в ключевых точках (ГМС Ненастная, гора Черный Июс, курумы), что



**Рис. 2.** Примеры деградации оледенения: фрагментация ледника Черно-Июсский (а); место расположения исчезнувшего ледника “Малыш” (показано стрелкой) (б). Фото А. Абрамова

**Fig. 2.** Examples of glacier degradation: defragmentation of Cherny-Iyusky glacier (a); site of disappeared “Malysh” Glacier (indicated by arrow) (b). Photo by A. Abramov

в перспективе позволит оценить её термическое влияние на устойчивость ледников.

Проведённые работы создают основу для будущего количественного анализа скоростей деградации ледников и их связи с климатическими изменениями. Дальнейший мониторинг с использованием комплексного подхода (БПЛА, логгеры, спутниковые данные) необходим для прогнозирования динамики криосферы Кузнецкого Алатау.

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 24-27-00310.

**Acknowledgements.** This work was supported by the Russian Science Foundation grant № 24-27-00310.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананичева М.Д., Абрамов А.А., Адаменко М.М., Корнева И.А.* Динамика ледников Кузнецкого Алатау и других районов Центральной Сибири под влиянием изменения климата. *Лёд и Снег*. 2025. № 4.
- Толмачев И.П.* О следах ледникового периода в Кузнецком Алатау. СПб.: Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. 1900. Т. 33. Вып. 1. С. 200–202.
- Чураков А.Н.* Кузнецкий Алатау. История его геологического развития и его геохимические эпохи. Л.: Изд-во АН СССР, 1932. 119 с.
- Шпиль П.С.* Оледенение Кузнецкого Алатау. М.: Наука, 1980. 83 с.
- Ananicheva M., Adamenko M., Abramov A.* Glaciation in the Kuznetsky Alatau Mountains — and current state according to Sentinel-2 satellite images and field studies. *Glaciers*. 2025. V. 2 № 3. 9 p. <https://doi.org/10.3390/glaciers2030009>

---

**Citation:** *Adamenko M.M., Ananicheva M.D., Abramov A.A., Trenkov I.P.* Monitoring of Current Changes of Glaciers and Glacierets in the Kuznetsky Alatau (According to Field Studies in August 2025). *Led i Sneg. Ice and Snow*. 2026, 66 (1): 209–214. [In Russian]. doi: 10.7868/S2412376526010155

---

## Monitoring of Current changes of Glaciers and Glacierets in the Kuznetsky Alatau (According to Field Studies in August 2025)

© 2026 M. M. Adamenko<sup>a,#</sup>, M. D. Ananicheva<sup>b</sup>, A. A. Abramov<sup>b</sup>, I. P. Trenkov<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia*

<sup>b</sup>*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>c</sup>*State Nature Reserve “Kuznetsky Alatau”, Novokuznetsk, Russia*

<sup>#</sup>*e-mail: adamenko.marina@gmail.com*

Received November 10, 2025; revised November 25, 2025; accepted December 29, 2025

The results of field studies of glaciers in the Kuznetsky Alatau Mountains conducted in 2025 are presented. The dynamics of glaciers and the thermal regime of the mountain permafrost zone were studied. Digital elevation models and orthophotos were obtained for 16 glaciers and glacierets. Current trends in glacier degradation were identified, including area reduction, fragmentation (№ 79), and the complete disappearance of small glaciers (“Malysh”), while cirque glaciers № 85, 86, and 87 remain relatively stable. The monitoring network of ground thermal state was expanded using temperature loggers installed near the Nenastnaya weather station and in the upper parts of the ridges. The data obtained provides the basis for a new digital inventory of glaciers and for quantitative analysis of their degradation in the context of regional climate change.

**Keywords:** Kuznetsky Alatau, glaciers, cryosphere, UAV

## REFERENCES

- Ananicheva M.D., Abramov A.A., Adamenko M.M., Korneva I.A.* Dynamics of Glaciers in the Kuznetsky Alatau and Other Regions of Central Siberia Under the Influence of Climate Change. *Led i Sneg*. Ice and Snow. 2025; 4. [In Russian].
- Tolmachev I.P.* On Traces of the Glacial Period in the Kuznetsky Alatau. *Trudy Sankt-Peterburgskogo obshchestva estestvoispytatelej*. Proc. of the St. Petersburg Society of Naturalists. 1900, 33 (1): 200–202. [In Russian].
- Churakov A.N.* *Kuzneckij Alatau. Istoriya ego geologicheskogo razvitiya i ego geohimicheskie epohi*. Kuznetsky Alatau: The History of Its Geological Development and Its Geochemical Epochs. Leningrad: Academy of Sciences of the USSR Press. 1932: 119 p. [In Russian].
- Shpin P.S.* Oledenenie Kuzneckogo Alatau. Glaciation of the Kuznetsky Alatau. Moscow: Nauka. 1980: 83 p. [In Russian].
- Ananicheva M., Adamenko M., Abramov A.* Glaciation in the Kuznetsky Alatau Mountains—Dynamics and current state according to Sentinel-2 satellite images and field studies. *Glaciers*. 2025, 2 (3): 9. <https://doi.org/10.3390/glaciers2030009>