

## ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН НА ЭЛЬБРУСЕ В 2024 г.

© 2024 г. П. А. Торопов<sup>1,2</sup>, И. И. Лаврентьев<sup>2</sup>, А. Ю. Артамонов<sup>3</sup>, Е. Д. Дроздов<sup>1,2</sup>, Т. Д. Киселева<sup>2</sup>, А. А. Абрамов<sup>2</sup>, И. М. Сушинцев<sup>1</sup>, А. И. Дегтярев<sup>1</sup>, А. Г. Хайрединова<sup>2</sup>, Н. Э. Елагина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

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

<sup>3</sup>Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

\*e-mail: tormet@inbox.ru

В течение полевого сезона 2024 года сотрудники отдела гляциологии ИГ РАН продолжили комплексные исследования на Эльбрусе, включая работы в кратере Восточной вершины (рис. 1, а). Ключевой особенностью экспедиции стала установка на ледниках Гарабаша (3900 м над ур. моря) и Микельчеран (3850 м над ур. моря) автономных стационарных автоматических метеостанций (АМС), оснащенных системами беспроводной передачи данных (см. рис. 1, б–в). На уровне 2 м установлены температурно-влажностные датчики Vaisala, анемометры Campbell и Hobo, радиометры HukseFlux (на Гарабаша) и Kipp & Zonnen (на Микельчеране), метелемеры FlowCapt FC4,

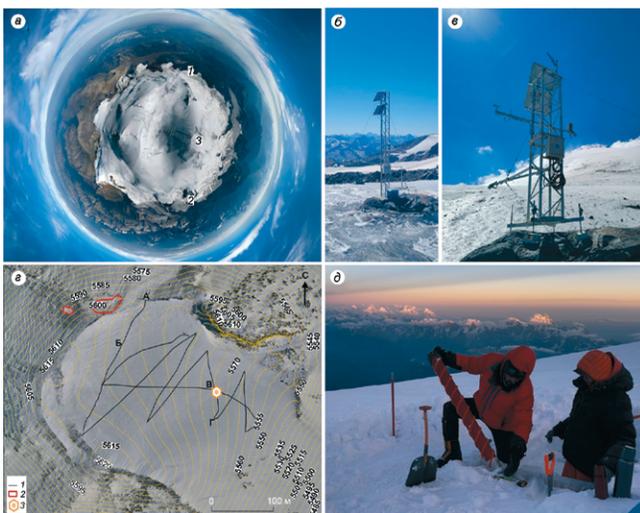
приборы SonicRanger (Campbell) для измерения слоя стаивания, и термокосы, забуренные в толщу ледника на глубину 2 м. Временная дискретность метеорологических измерений – 1 минута, слоя стаивания и температуры в толще ледника – 1 час.

Гляциологические работы в кратере вблизи Восточной вершины были нацелены на оценку пространственной изменчивости аккумуляции. Был заложен шурф глубиной 110 см, описана структура снежной и фирновой толщи, измерены плотность и температура через каждые 5 см. Ручным буром Kovacs пробурена скважина глубиной 6 м и получен ненарушенный керн, доставленный в замороженном состоянии в гляциохимическую лабораторию ИГ РАН для изотопных исследований. Также выполнена площадная высокочастотная радиолокационная съемка снежно-фирновой толщи вдоль профилей общей длиной 2000 м.

Отобраны пробы воздуха для оценки содержания метана, которые будут анализироваться методом хроматографии. Измерения выполнялись вдоль профиля в диапазоне высот 1600–5600 м над ур. моря с шагом 1000 м. Это исследование позволит определить высотный градиент метана на Кавказе, который до сих пор был не установлен, а также оценить дополнительный приток газа из фумарольных полей вблизи Восточной вершины.

В полном объеме выполнены ежегодные балансовые работы на ледниках Микельчиран и Гарабаша. Кроме обычных речных измерений была произведена аэрофотосъемка ледников с помощью БПЛА Mavic 3 Enterprise, на основе которой составлены ортофотопланы и цифровые модели рельефа ледников, что позволит оценить изменения их геометрических параметров за последние годы и оценить корректность балансовых измерений. Результаты балансовых работ вскоре будут переданы в Международную службу мониторинга ледников.

**Благодарности.** Авторы благодарят коллектив МГТУ им. Н.Э. Баумана: инженеров К.А. Семенова и О.В. Сенюк, а также студентов Д.Д. Кузнецову, Д.А. Попенкову, и Ф.В. Дворкина за проектирование несущих конструкций и участие в монтаже АМС. Работа выполнена при поддержке РНФ в рамках проекта № 23-17-00247.



**Рис. 1.** Район работ: (а) общее изображение, полученное с помощью БПЛА Mavic 3 Enterprise, и расположение АМС: 1 – на леднике Микельчиран, 2 – на леднике Гарабаша, 3 – район работ в кратере вблизи Восточной вершины Эльбруса; (б) на леднике Гарабаша, фото АМС; (в) на леднике Микельчеран, фото АМС; (г) – исследования в кратере Восточной вершины Эльбруса: 1 – профили радиозондирования, 2 – фумарольные поля, 3 – шурф и скважина

**Fig. 1.** Study area: (a) general view from UAV, AWS sites undicated: 1 – on Mikelchiran Glacier, 2 – on Garabashi Glacier, 3 – study site in the crater near the Elbrus East Summit; (б) AWS on Garabashi Glacier; (в) AWS on Mikelchiran Glacier; (г) – studies in the crater of the East Elbrus Summit: 1 – RES profiles, 2 – fumarole fields, 3 – snow pit and drilling site