

## КОМПЛЕКСНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И СБОРКИ МОДУЛЕЙ НОВОГО ЗИМОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА СТАНЦИИ ВОСТОК В СЕЗОН 65-й РОССИЙСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

В ходе летнего полевого сезон 65-й Российской антарктической экспедиции (РАЭ) (2019/20 год) в районе российской антарктической станции Прогресс (оазис Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктида) выполнен комплекс инженерных изысканий, в первую очередь имеющих прикладную задачу обеспечения безопасности объектов инфраструктуры РАЭ. Работы проводились в период с 5 ноября 2019 года по 23 марта 2020 года отрядом, в который входили сотрудники ФГБУ «ААНИИ» и Санкт-Петербургского государственного университета.

Станция Прогресс является одним из ключевых логистических пунктов, задействованных в работах по строительству нового зимовочного комплекса (НЗК) станции Восток. Начиная с сезона 66-й РАЭ в районе станции Прогресс запланированы выгрузка и комплектование конструктивных модулей, строительной техники, топлива и прочих грузов, предназначенных для работ по возведению НЗК станции Восток. В связи с этим в ходе 65-й экспедиции возникла потребность в организации открытой площадки промежуточного хранения, отвечающей следующим основным требованиям:

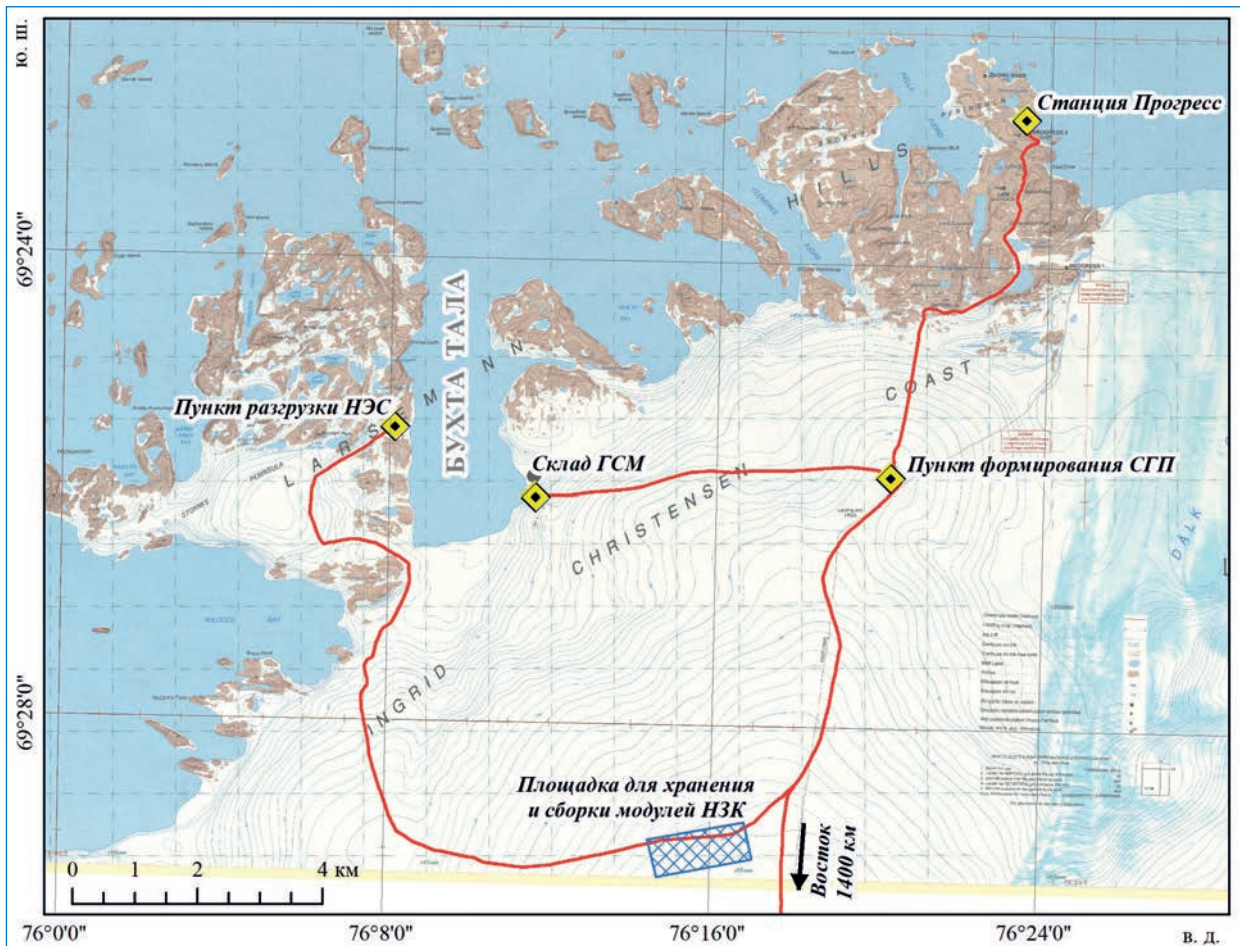
- площадь: не менее 1200 × 400 м;
- расположение: на небольшом удалении от пункта разгрузки судов в бухте Тала и пункта формирования санно-гусеничных походов (СГП);

- отсутствие значительного уклона поверхности;
- метеоусловия: продуваемая местность, характеризующаяся по возможности минимальным снегонакоплением, — для минимизации снежных заносов;
- безопасность для людей и транспортной техники.

По результатам рекогносцировочных работ, проведенных на ледниковом куполе, был выбран участок, отвечающий этим требованиям. Он расположен на продуваемой местности и ограничен размерами 1400 × 400 м; его удаление по трассе от пункта формирования СГП составляет 7 км, от пункта разгрузки судов в бухте Тала — 13 км.

Для оценки безопасности участка в январе 2020 года было выполнено георадарное профилирование. Съемка проводилась по сети рядовых маршрутов с межпрофильным расстоянием от 100 до 180 м; дополнительно были выполнены секущие маршруты, пересекающие участок работ по диагонали. Работы данным методом осуществлялись с использованием георадара Zond 12e (RadSys, Латвия) с антенным блоком 500 МГц. Перемещение по профилям выполнялось при помощи тягача Kässbohrer PistenBully Polar 300, при этом георадар буксировался за машиной на жесткой сцепке со скоростью 4–6 км/ч. Планово-высотная привязка георадарных данных обеспечивалась совместным использованием

Расположение площадки для хранения и сборки модулей НЗК станции Восток. Красными линиями показаны трассы следования транспортной техники







Полевые работы методом георадиолокации

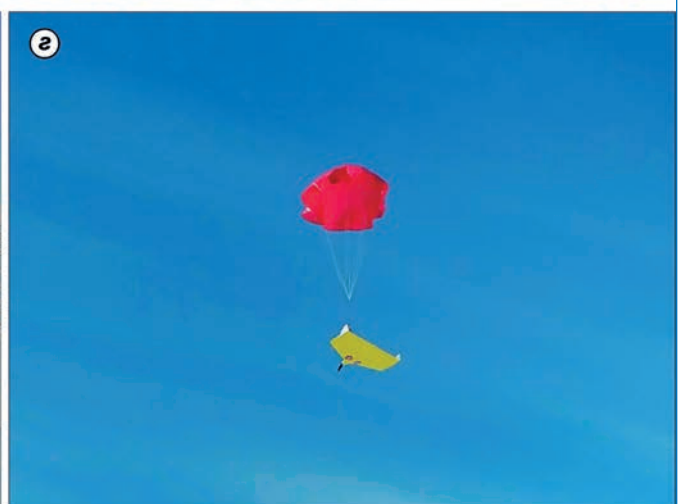
штатного датчика перемещения георадара (одометра) и DGPS-приемника EFT M2 (ООО «Эффективные технологии», Россия).

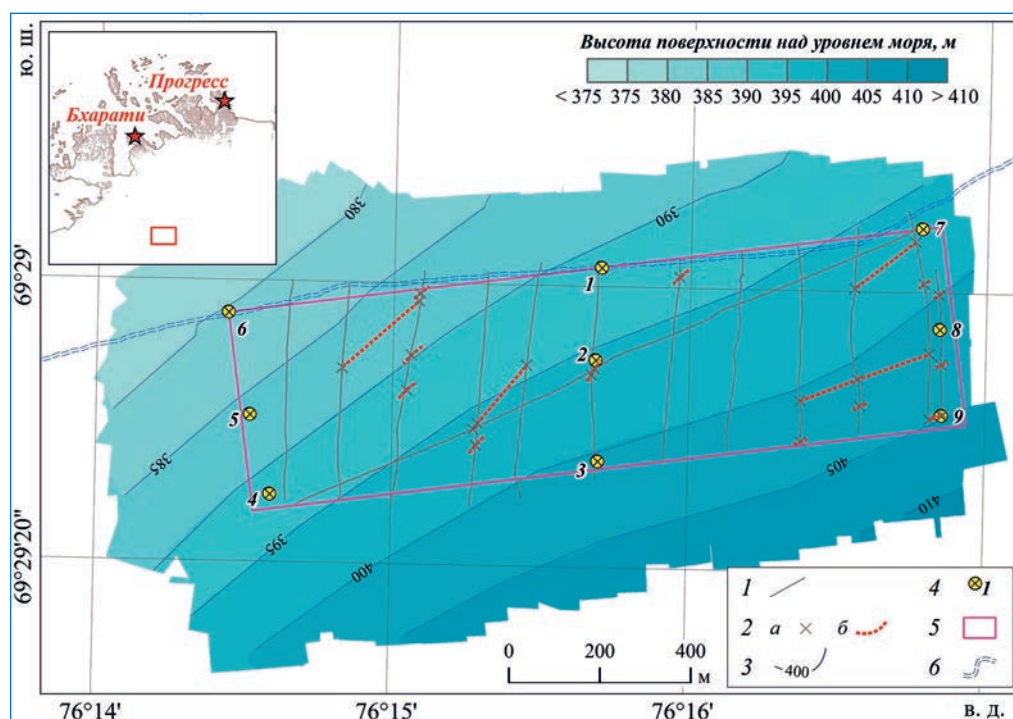
Обследование методом георадиолокации показало, что на момент съемки выбранный участок представляется безопасным для работы людей и транспортной техники. На георадарных разрезах выявлены редкие

трещины, перекрытые фирновыми мостами мощностью 2 м и более и не прослеживающиеся по сети съемки на большом расстоянии. На момент съемки они не представляют явной опасности, однако на случай каких-либо изменений в дальнейшем рекомендуется выполнение ежегодной мониторинговой георадарной съемки по редкой сети перед началом интенсивных грузовых операций.

Работы с применением БПЛА.

а – общий вид БПЛА ZALA 421-08М; б – общий вид наземной станции управления (НСУ) на базе тягача Kässbohrer PistenBully Polar 300; в – запуск БПЛА при помощи эластичной катапульты; г – парашютная посадка БПЛА





Результаты работ по организации площадки для хранения модулей НЗК

- 1 – георадарные профили; 2 – ледниковые трещины (а – точки по данным георадиолокации, б – интерполированное и экстраполированное положение);  
 3 – изолинии высот поверхности над уровнем моря; 4 – гляциологические вехи и их номера; 5 – контур площадки;  
 6 – трасса, соединяющая пункт формирования СГП и точку разгрузки судов в бухте Тала

Несмотря на то, что визуально площадка выглядит ровной, необходимо было точно оценить перепады высот и характер рельефа в ее пределах. В частности, эта информация учитывалась впоследствии при размещении мягких топливных резервуаров, а в дальнейшем будет важна в случае проведения здесь строительно-монтажных работ по первичной сборке модулей НЗК. Кроме того, данные о превышениях в пределах участка необходимы при планировании перекачки топлива. Для составления ортофотоплана и схемы высот участка были выполнены аэрофотосъемочные работы при помощи беспилотного летательного аппарата (БПЛА) самолетного типа ZALA 421-08M.

Схема высот, составленная по результатам аэрофотосъемки, иллюстрирует достаточно ровную поверхность выбранной площадки с небольшим уклоном в северо-западном направлении. Перепад высот в пределах участка составляет 25 м (максимальное наблюдаемое значение составляет 405 м над уровнем моря в юго-восточном углу, минимальное — 380 м в северо-западном).

По результатам работ обследованный участок ледника был признан пригодным для организации долговременной площадки открытого хранения, и в конце января 2020 года механиками-водителями станции Прогресс были начаты работы по выравниванию поверхности, уплотнению снежного покрова.

Однако на сегодняшний день отсутствует информация о динамике ледника в пределах выбранной площадки. В то же время, согласно многолетним наблюдениям сотрудников станции Прогресс, на удалении около 0,5 км к северу наблюдаются трещины шириной 0,6 м и более. Поскольку преимущественное направление течения ледника в пределах участка неизвестно, нельзя исключить риск постепенного смещения площадки к зоне трещин. Для наблюдения за динамикой ледника в пределах площадки установлены 9 деревянных вех, заглубленных на 1,5 м, точное планово-высотное поло-

жение которых определялось с использованием DGPS-комплекса EFT M2. Повторное определение координат гляциологических вех, выполненное на завершающем этапе сезонных работ, позволило дать предварительные оценки динамики течения ледника в пределах площадки. Максимальное наблюдаемое значение смещения вех за период наблюдений составило 0,77 м, минимальное — 0,53 м, среднее — 0,65 м.

Вследствие небольшой продолжительности наблюдений на сегодняшний день можно сделать лишь сугубо предварительные выводы о характере течения ледника в пределах участка работ. Так, в пересчете на количество дней, прошедших между измерениями (62 дня), максимальное значение дрейфа вех составляет 4,62 м/год, то есть скорость течения ледяных масс здесь относительно невелика. Кроме того, векторы смещения ледяных масс ориентированы примерно в одном направлении, а различие в скоростях дрейфа вех небольшое. Такой характер течения позволяет предположить, что в пределах участка работ отсутствуют очевидные предпосылки для формирования значимой системы трещин, однако более точные оценки могут быть получены только при выполнении повторных измерений в следующем полевом сезоне.

В рамках грузовых операций сезонной 65-й РАЭ на выбранном участке был организован промежуточный склад хранения топлива, принятый с НЭС «Академик Федоров», для последующих работ по возведению НЗК станции Восток.

Подход, основанный на использовании комплекса работ, является оптимальным в рамках поставленных задач, поскольку выполненные изыскания позволили получить наиболее полные и актуальные сведения о строении ледника и оценить пригодность выбранного участка для хранения и сборки модулей НЗК.

Авторы выражают искреннюю благодарность руководителям сезонной 65-й РАЭ М.В. Бугаеву, В.Л. Мар-



тьянову, А.С. Курило, А.Н. Николаеву за высокий уровень организации работ, начальникам станции Прогресс 64-й и 65-й РАЭ Д.А. Мамадалиеву и В.М. Виноградову. Успешная реализация объемного и сложного комплекса изысканий во многом стала возможной при содействии сотрудников зимовочного состава станции Прогресс 64-й и 65-й РАЭ А.А. Коняева, Р.А. Кауна.

Отдельную признательность авторы выражают сотрудникам Института наук о Земле СПбГУ М.П. Кашкевич и ООО «Геофизпоиск» В.И. Кашкевичу и Е.В. Рыжовой за

консультативную помощь в ходе проектирования и проведения выполненных изысканий, а также коллективу учебного центра профессионального обучения ООО «ЦСТ» за техническую поддержку при эксплуатации БПЛА.

*Э.Р. Киньябаева<sup>1,2</sup>, С.Д. Григорьева<sup>1,2</sup>,  
М.Р. Кузнецова<sup>1,2</sup>, А.В. Миракин<sup>2</sup>, С.В. Попов<sup>3,1</sup>  
(<sup>1</sup> – СПбГУ, <sup>2</sup> – АНИИ, <sup>3</sup> – АО «ПМГРЭ»).*  
*Фото авторов*

## КОСМОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ФЛУКТУАЦИИ В ДИНАМИКЕ БИОХИМИЧЕСКОГО ТЕСТА

*Памяти Эдуарда Степановича Горшкова  
1938–2013*

В гелиобиологических исследованиях используются биохимические тесты, которые связаны с окислительно-восстановительными процессами, составляющими основу молекулярных механизмов функционирования живых организмов на Земле, например обмен веществ, адаптацию, клеточное деление и многое др. Наиболее известными индикаторами изменений солнечной активности (СА) являются тесты Дж. Пиккарди, С.Э. Шноля и В.В. Соколовского. В многолетних исследованиях известного биохимика В.В. Соколовского применялся «унитиоловый тест», основанный на определении скорости окисления унитиола нитритом натрия. В результате этих исследований были выявлены многочисленные случаи значительного ускорения или замедления реакции, коррелирующие с изменениями СА в 11-летнем цикле. Также было установлено, что влияние СА на скорость реакции имеет неоднозначный характер. При детальном изучении кинетики реакции отмечалась временная несогласованность с солнечными событиями (опережение или запаздывание), что указывало на существование де-



Э.С. Горшков

синхронизирующих агентов иной природы. В частности, на рис. 1 представлено распределение коэффициентов корреляции показателя унитиолового теста и индекса СА «числа Вольфа» за период 21-го цикла СА (1975–1985 годы). На рисунке можно видеть, что в год максимума 21-го цикла СА (1979 год) корреляция составляет  $r \sim 0,76$ , а уже в 1980 году, в год перехода СА на стадию снижения, корреляция меняет знак и уменьшается до незначительной оценки ( $r \sim -0,5$ ).

Основным условием организации биохимических наблюдений является экранирование метода от источников искусственных электромагнитных полей или его размещение на значительном удалении от мегаполиса. Учитывая эти требования и возможности геофизических наблюдений АНИИ в Антарктиде, было решено провести экспериментальный этап наблюдений «унитиолового теста» на ст. Мирный в период 41-й Российской антарктической экспедиции (1996–1997 годы). Этот период был выбран как интервал минимума 11-летнего цикла СА. Для минимумов СА характерно отсутствие активных областей на

Рис. 1. Распределение коэффициентов корреляции скорости окисления унитиола нитритом натрия (унитиоловый тест) с индексом «числа Вольфа» за период 21-го цикла солнечной активности, по наблюдениям В.В. Соколовского в 1975 – 1985 годах (г. Ленинград)

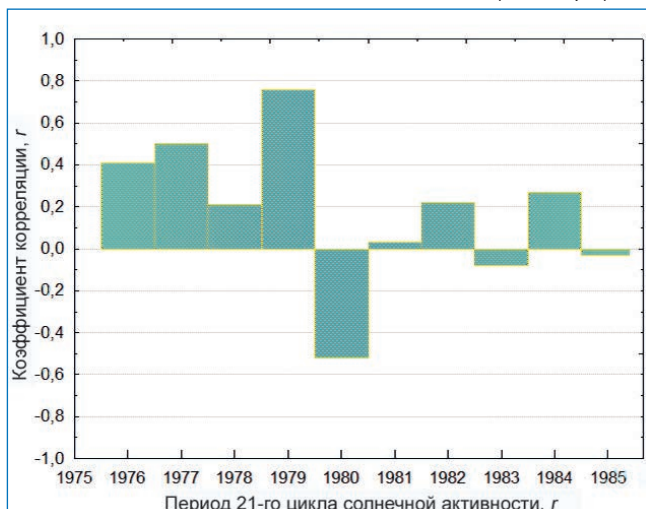


Рис. 2. Распределение суточных значений времени полуокисления унитиола ( $T_{0.5}$ ), вариации  $T_{0.5}$  – 15 сут и 32 сут и годовая динамика теста за общий период наблюдений с 15.07.1996 года по 31.05.1997 года (наблюдения Э.С. Горшкова, ст. Мирный, 41-я РАЭ)

