

большинства участников улучшалось к середине экспедиции или изменялось незначительно, выраженных негативных эффектов, связанных с дезадаптацией, не наблюдалось. У некоторых участников отмечены изменения в ЭЭГ, свидетельствующие о снижении тонуса коры больших полушарий (что может быть связано с утомлением).

Выделены компоненты ЭЭГ, которые могут быть использованы в плане прогноза и мониторинга успешности адаптации и на которые следует обратить внимание при дальнейшем анализе данных (выраженность медленных ритмов в центральных и лобных областях, бета-ритма в затылочной области).

Во время 67-й РАЭ был получен большой объем данных, анализ которых продолжается. Поэтому в данной статье результаты представлены только частично. Кроме того, особенности медицинских и психологических исследований таковы, что на результаты влияет одновременно множество факторов и для выявления статистически значимых эффектов требуется проведение большого количества исследований, поэтому важно продолжать сбор данных в последующих экспедициях.

В перспективе интересно применение коррекции функционального состояния ЦНС у участников, которым сложнее адаптироваться. Например, можно рекомендовать метод «биологической обратной связи» для участников, у кого есть неустойчивость функционального

состояния ЦНС по данным ЭЭГ и высокий уровень нейротизма.

Также представляет интерес изучение салютогенного влияния участия в экспедициях. Обычно исследователи акцентируют внимание на негативных эффектах, но есть и позитивные. В текущей работе у многих сотрудников РАЭ отмечен личностный рост (по данным психологических тестов), более выраженный у молодых полярников, не имевших ранее опыта участия в антарктических экспедициях, более выраженный при высоком уровне нейротизма. Хотя лица с высоким нейротизмом испытывали больше трудностей в адаптации, но и положительные психологические изменения у них были более отчетливы.

*Авторы благодарят ООО «Мицар» за предоставление оборудования и программного обеспечения для проведения исследований, коллег из Института мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН за помощь в разработке научной программы, начальника рейса на НЭС «Академик Трешников», начальников и врача станции Беллинсгаузен в 66-й и 67-й РАЭ за помощь в организации работы во время экспедиции, а также участников 67-й и 66-й РАЭ, которые согласились быть добровольными испытуемыми в данном исследовании.*

*Ю.Г. Хоменко (Институт мозга человека имени Н.П. Бехтерева РАН), К.К. Левандо (АНИИ).*

*Фото А.В. Гузевой*

## ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ ХОЛМОВ ЛАРСЕМАНН В 68-й РАЭ ПО ФЕДЕРАЛЬНОМУ ПРОЕКТУ «ГЕОЛОГИЯ. ВОЗРОЖДЕНИЕ ЛЕГЕНДЫ»

С 6 января по 17 февраля 2023 года сотрудники ФГБУ «ВНИИОкеангеология» в составе сезонных работ 68-й РАЭ провели геологические и геофизические исследования холмов Ларсеманн и прилегающих островов и нунатаков — одиночных скал и поднятий над поверхностью ледника. Изучаемая территория располагается на Береге Ингрид Кристенсен в районе залива Прюдс (Восточная Антарктида) и занимает площадь около 6 000 км<sup>2</sup>. Собственно холмы Ларсеманн представляют собой достаточно крупный и хорошо обнаженный антарктический оазис площадью около 60 км<sup>2</sup>. Здесь расположены четыре полевые станции: российская станция Прогресс, китайская станция Зонг-Шанг, индийская станция Бхарати и сезонная австрало-румынская станция Лоу-Раковице.

Остров Далкой сложен метаморфическими гнейсами (рыжие породы на переднем плане) и серыми гранитами



Холмы Ларсеманн с сопредельными нунатаками и островами многие годы являются объектом отечественных и зарубежных исследований, которые нацелены на понимание геодинамической эволюции центральной части Восточной Антарктиды в контексте амальгамации (т. е. объединения блоков земной коры) и распада древних суперконтинентов Родинии и Гондваны. Обширный гранитоидный магматизм, развитый в районе холмов Ларсеманн, служит индикатором геодинамических обстановок, но многие проблемы его эволюции до сих пор остаются нерешенными. Метаморфические комплексы изучались многими специалистами, однако такие важнейшие их характеристики, как количество и последовательность деформаций на разных этапах развития

Остров Сандеркок, на котором вертолет Ка-32 осуществил авиадесантную часть геологических маршрутов



(в первую очередь, в период орогении около миллиарда лет назад и панафриканского тектоно-термального события 500 млн лет назад) не выявлены. Кроме того, остается неясным вопрос об условиях формирования минеральных парагенезисов с индикаторами ультравысоких давлений, в том числе боратов и фосфатов. По результатам исследований прошлых лет отечественными и зарубежными специалистами были составлены геологические карты холмов Ларсеманн, отдельных участков, прилегающих островов и нунатаков, различных масштабов (от 1:2 000 до 1:1 000 000), но все они имеют собственные (не согласованные друг с другом) легенды и различные представления о геологическом строении. Только в 2007 году Австралийской геологической службой (Geoscience Australia) была опубликована геологическая карта масштаба 1:25 000, которая на момент написания статьи является наиболее подробной, но не исчерпывающей для изучаемой территории.

Главной задачей исследований 68-й РАЭ являлось составление геологической карты холмов Ларсеманн масштаба 1:100 000 на основе интеграции новых и ранее полученных данных и единой для всего изучаемого района классификации геологических толщ. Для решения этой задачи выполнялись пешеходные маршруты на холмах Ларсеманн и авиадесантные наблюдения с использованием вертолета Ка-32 на островах и нунатаках. Пешеходные геологические маршруты включали в себя изучение геологической структуры коренных выходов, измерение элементов залегания горных пород, отбор каменного материала, фото- и видеосъемку геологических обнажений с использованием БПЛА, а также измерения магнитной восприимчивости пород с помощью капламметра. При авиадесантных наблюдениях осуществлялись короткие посадки на горные выходы и их фотографирование с борта вертолета. Отобранный каменный материал будет подвергнут комплексному лабораторному изучению (геохронологические, геохимические, петрографические, термобарометрические исследования), необходимому для определения вещественного состава, характера возраста, условий метаморфизма, последовательности деформаций, тектонической позиции и минерагенической специализации метаморфических и интрузивных толщ.

Предполагается получить новые данные по результатам анализов отобранного каменного материала, поскольку холмы Ларсеманн знамениты богатым разнообразием редких минеральных видов. Прежде всего речь идет о редких минералах фосфора и бора, некоторые из них встречаются исключительно в районе холмов Ларсеманн и, главным образом, на полуострове Стурнес, который объявлен особо охраняемой территорией Антарктики № 174 на 37-м Консультативном совещании по Договору об Антарктике в 2014 году во многом именно из-за уникального разнообразия комплекса боросиликатных и фосфатных минералов. Допуск на территорию особо охраняемого района Антарктики № 174 «Стурнес» (Холмы Ларсеманн, Земля Принцессы Елизаветы) был получен сотрудниками ВНИИОкеангеологии по разрешению контролирующего органа ААНИИ, по окончании всех работ был предоставлен отчет о посещении данной территории.

Предполагается, что эти уникальные минералы сформировались в рифтогенной структуре, где гидротермальные флюиды выщелачивали бор и фосфор из эвапоритовых отложений и переносили его в песчаноглинистые осадки. Позже осадочные толщи были мета-



Залежи гипса, образовавшиеся за счет испарения прибрежных озер



Призматиносодержащая складчатая структура на полуострове Стурнес

Крупные кристаллы призматина





Магнетит

морфизованы, образовав гнейсы с включением редких минералов. В результате исследований была собрана небольшая коллекция двух наиболее распространенных на полуострове Стурнес боросиликатов — призматина ( $([\text{I}], \text{Fe}, \text{Mg})(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe})_5\text{Al}_4\text{Si}_2(\text{Si}, \text{Al})_2(\text{B}, \text{Si}, \text{Al})(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_{22}$ ) и грандидьерита  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})\text{Al}_3(\text{BO}_3)(\text{SiO}_4)\text{O}_2$ . Образцы были отобраны с предельной аккуратностью и точной координатной привязкой и будут использованы исключительно в научных целях для дальнейшего изучения истории геологической эволюции территории холмов Ларсеманн и поиска новых редких минералов. Образцы будут находиться в камнехранилище ФГБУ «ВНИИОкеангеология» и в небольшом количестве переданы в ведущие минералогические музеи России.

Призматин на холмах Ларсеманн — это, как правило, черные крупные вытянутые кристаллы столбчатой формы, достигающие в длину до 10 см. Аналогичные скопления призматина были обнаружены не только на Призматиновом пике, но и в пределах пояса, простирающегося на 4 км через северный Стурнес.

Одной из важных составляющих геолого-геофизических работ в 68-й РАЭ стало измерение магнитной восприимчивости (или каппаметрии) горных пород холмов Ларсеманн и прилегающих островов и нунатаков. Как известно, магнитное поле Земли состоит из трех компонентов: магнитного поля, генерируемого внешним жидким ядром Земли; токовыми течениями в атмосфере

и горными породами земной коры. Каппаметр измеряет магнитную восприимчивость горных пород, которая характеризует способность горных пород к намагничиванию под действием геомагнитного поля и в целом информирует нас о содержании сильномагнитных минералов (парамагнетиков), наиболее значимыми из которых являются магнетит и титаномагнетит. Сопоставление результатов измерения магнитной восприимчивости с данными аэромагнитных съемок, выполненных в этом районе на больших площадях, позволяет нам установить природу магнитных аномалий, т. е. выявить, какие горные породы скрыты под ледниковым щитом.

Измерение уровня радиоактивного гамма-излучения горных пород, входившее в комплекс геолого-геофизических полевых работ, необходимо для изучения теплового потока в литосфере Восточной Антарктики. Вместе с последующим лабораторным определением содержания радиоактивных элементов,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$ , предполагается оценить вклад тех или иных горных пород, распространенных в районе исследований, в общий геотермальный тепловой поток в пределах изучаемой части кристаллического щита Восточной Антарктиды.

*В.М. Сергеева, И.А. Абдрахманов,  
Г.Л. Лейченко (ФГБУ «ВНИИОкеангеология»).*  
*Фото И.А. Абдрахманова, В.М. Сергеевой*

## ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНЕ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ПРОГРЕСС В СЕЗОН 68-й РАЭ

В ходе полевого сезона 68-й РАЭ в районе российской станции Прогресс (п-ов Брокнесс, оазис Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктида) в январе и феврале 2023 года был выполнен обширный комплекс гляциологических исследований на участках склона ледникового щита и выводного ледника Долк. Основной целью исследований являлось изучение динамики и особенностей строения тех участков ледников, которые располагаются в непосредственной

близости от логистических пунктов и инфраструктуры станции. Работы осуществлялись в пределах двух основных районов (рис. 1): на взлетно-посадочной полосе «Зенит» (ВПП «Зенит») и на участке выводного ледника Долк, приуроченного к району формирования большой депрессии в теле ледника в сезон 62-й РАЭ (2016/17). Комплекс выполненных гляциологических исследований включал в себя геодезические, геофизические и буровые работы.