



«Цветение» диатомовых водорослей в виде буро-коричневых тяжей на нижней кромке льда в заливе Нелла.

мовых водорослей *Cyclotella* sp., *Fragilaria* sp., *Navicula* sp. 1, *Pinnularia* sp., *Gomphonema* sp., *Nitzschia* sp.

Руслу ручьев, полосы стока воды на скалах, склоны под подтаявшими снежниками, берега озер вблизи воды и днища небольших озер и луж часто занимают группировки водорослей и цианопрокариот. Они могут быть размером от нескольких десятков квадратных сантиметров (в небольших ручьях) до нескольких десятков квадратных метров (на склоне под сошедшим снежником). Доминирующим видом в таких сообществах являются несколько видов цианопрокариот рода *Leptolyngbya*, сопутствующими — диатомовые водоросли *Achnanthes* sp., эвгленовые водоросли *Trachelomonas* sp., динофитовые водоросли *Peridinium* sp. и несколько видов диатомовых водорослей, для определения которых необходимо применение методов сканирующей электронной микроскопии, что и будет сделано в дальнейшем.

В заливе Нелла в период наших работ было зафиксировано массовое развитие («цветение») микроводорослей на нижней кромке льда. При внимательном осмотре льда можно разглядеть, что водоросли растут в виде тяжей, буро-коричневой окраски. В результате микроскопических исследований проб «цветения» льда было обнаружено, что оно вызвано комплексом видов. По предварительным данным его образуют несколько видов диатомовых водорослей *Navicula* sp. 2, *Guinardia* sp., *Entomoneis* sp., *Neidium* sp.

В оазисе Холмы Ларсеманн было собрано более 250 альгологических проб из 58 пунктов. Всего было обследовано 42 озера, 18 ручьев и другие небольшие водоемы. Все полученные за время работ в сезонном составе 61-й РАЭ на ст. Прогресс альгологические пробы и данные переданы в полном объеме в лабораторию альгологии БИН РАН для дальнейшего изучения. На основе собранных и частично обработанных материалов на обследованных территориях выявлено 17 видов водорослей из 15 родов. Можно с уверенностью сказать, что флора этого района выявлена не полностью. Полученная информация не только дополняет наши знания об альгофлоре Антарктиды, но и расширяет представления о распространении некоторых видов водорослей. Окончательная обработка материала позволит, вероятно, выявить и ряд видов, новых для флоры Антарктики в целом.

*За организацию работ и постоянную помощь выражаю искреннюю благодарность начальникам станции Прогресс 60-й и 61-й РАЭ А.В. Миракину и Д.Г. Серову, начальнику 61-й РАЭ В.В. Киселеву, зам. капитана по научной части НЭС «Академик Федоров» В.П. Бунякину и всем коллегам, с которыми мне довелось работать.*

*Т. В. Сафронова  
(Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН).  
Фото автора*

## ПОДГОТОВКА МЕЖДУНАРОДНОЙ КРУГОСВЕТНОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЦИРКУМПЛЯРНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

По инициативе путешественника и ученого Фредерика Паулсена Швейцарский полярный институт с участием Арктического и антарктического научно-исследовательского института ведет подготовку международной экспедиции, задачами которой являются: комплексное изучение природной среды, оценка изменений климата и загрязнений в Южном океане и на островах Субантарктики. Исследования будут проводиться с борта НЭС «Академик Трёшников» при материально-технической поддержке компании «Ferring Pharmaceuticals» и Российской антарктической экспедиции. Это первая кругосветная научная экспедиция, в которой планируется обойти Антарктиду и посетить все субантарктические острова.

«Инициатива Антарктической циркумплярной экспедиции (АЦЭ) является уникальной и по-настоящему драгоценной воз-

можностью для исследований, — говорит член АЦЭ профессор Жан Жоуэль, гляциолог и климатолог. — Объединение междисциплинарных научных проектов для участия в экспедиции вокруг Антарктиды и сбор научных данных в регионе столь отдаленном, но в котором проявляется влияние человеческой деятельности, будет способствовать нашему пониманию прошлого и будущего развития Южного океана. Он является ключевым регионом для углеродного цикла, который может внести существенный вклад в повышение уровня моря в ближайшие столетия».

Экспедиция стартует 20 декабря в Кейптауне и продлится три месяца. За это время более 50 исследователей из России, Швейцарии, Великобритании, Франции, Австралии и других стран, представляющих 22 научно-исследовательских проекта, отобранных в ходе конкурса международным жюри



Планируемый маршрут экспедиции.

экспертов, будут проводить исследования по биологии, океанографии, климатологии, гляциологии.

Россию представляет научный проект под руководством ведущего научного сотрудника ААНИИ Д.Ю. Большаинова. Целью проекта «Исследование эволюции субантарктических экосистем в прошлом» является исследование эволюции экосистем субантарктических островов в голоцене и их современное состояние. Проект включает в себя три основных направления: сухопутные геоморфологические и палеогеографические исследования на островах, изучение изотопного состава воздуха, аэрозоля в атмосфере над акваторией Южного океана.

Целью сухопутных исследований является выявление колебаний уровня Южного океана в течение последних столетий – тысячелетий для понимания процессов, влияющих на изменения уровня Мирового океана. В течение последних десятилетий в ААНИИ ведутся исследования изменений природной среды Арктики и Антарктики, включая климатические колебания и флуктуации уровня моря полярных областей Земли в прошлом. Результаты и материалы исследований размещены на сайте ААНИИ в разделе Климатические данные – база данных «Палеоклимат и колебания уровня моря по данным изучения озер». Полученные данные определенно свидетельствуют о существовании значительных колебаний уровня морей Арктики и Антарктики в течение последних 10 000 лет (голоцен). Уровень моря в этом последнем межледниковом периоде превышал современный (8–6, 5–4, около 2 тысяч лет

назад) и опускался ниже его как минимум втрое. При этом размах колебаний составлял не менее 10 м. Кроме того, есть свидетельства повышения уровня моря около 600, 200 лет назад. Трансгрессии, даже кратковременные, оставляют в рельефе и отложениях побережий свидетельства подъема и последующего падения уровня моря. Это террасы (площадки, выровненные морским прибоем), менее выраженные береговые линии, осадки, слагающие террасы (если они аккумулятивные), и накопления органического материала в виде плавника, древесины, наилка из растительного материала, смытого в результате подъема моря и размыва отложений и растительности, произраставшей на суше. Все эти признаки можно наблюдать и изучать практически на всех побережьях Земли. Например, на скалах оазиса Ларсеманн (Восточная Антарктида) в районе российской антарктической станции Прогресс есть наилок из растительных остатков на высотах 5 и 10 м над современным уровнем моря. И здесь же развиты лестница морских абразионных террас, особенно хорошо выраженных на высотах: 18–20, 60 и 100 м. На этих скальных поверхностях также есть свидетельства бывшего высокого стояния уровня моря: абразионные террасы, высохшие озера, на дне которых осталась солевая корка, выцветы солей на скалах и отдельных валунах, морские диатомовые водоросли, содержащиеся даже в очень бедных осадках, оставшихся от деятельности моря. Кроме того, небольшие озера на высотах до 10–20 м над современным уровнем моря несут следы их затопления морем несколько столетий – тысячелетий назад.

Поэтому палеогеографические исследования на побережьях Антарктики могут дать информацию о колебаниях уровня моря в прошлом, а значит, о механизмах, приводящих к изменениям уровня. Такие фундаментальные знания необходимы человечеству, значительная часть которого проживает на берегах морей и океанов. В ходе работ будут проводиться: геоморфологическое картирование с изучением четвертичных отложений береговой зоны антарктических островов; определение высоты террас и береговых



НЭС «Академик Трёшников».  
Фото из архива ААНИИ.

линий с помощью эклиметра и нивелира; отбор образцов четвертичных отложений и последующий их анализ ( $^{14}\text{C}$ , ОСЛ-датирование, диатомовый и химический анализы); отбор колонок донных отложений озер, если таковые имеются в береговых зонах островов, с последующим анализом осадков и определением возраста перехода морских заливов в пресноводные или солоноватоводные водоемы и обратно.

Важной частью исследований в рамках проекта ААНИИ в АЦЭ будет комплекс изотопных исследований состава атмосферы по маршруту движения судна «Академик Трёшников». Изотопный состав антарктических ледяных кернов используется для реконструкции изменений температуры воздуха в прошлом. Несмотря на то, что основным фактором, определяющим изотопный состав ледяных отложений, является температура конденсации осадков, существенное влияние на него оказывают также другие факторы, например изотопный состав влаги и метеорологические условия в месте формирования воздушной массы. В результате выполнения работ по проекту будут получены новые данные об изотопном составе океанской воды, водяного пара в атмосфере, атмосферных осадков, снега и льда по маршруту международной антарктической циркумполярной экспедиции АЦЭ. На основе этих данных будет выполнен анализ пространственной и временной изменчивости изотопного состава океанской воды, водяного пара в атмосфере, атмосферных осадков, снега и льда в южной полярной области. С помощью расчетов по моделям обратных траекторий движения воздушных масс будут установлены источники влаги в воздушных массах, приносящих осадки в районы Антарктиды, где были отобраны ледяные керны. Новые данные об изотопном составе океанской воды и водяного пара в источнике формирования воздушных масс, приносящих осадки в Антарктиду, будут включены в модельные расчеты формирования изотопного состава снежной толщи в Антарктиде. Также будут определены и включены в модели факторы, влияющие на параметр  $^{17}\text{O}$ -excess в ледяных кернах. Ожидается, что полученные новые данные и знания приведут к существенному уточнению палеоклиматических реконструкций по данным изучения ледяных кернов Антарктиды.

В ходе экспедиции также будут проводиться наблюдения за аэрозольной составляющей атмосферы над Антарктикой. Атмосферный аэрозоль, наряду с парниковыми газами, играет важную роль в формировании радиационного баланса атмосферы и, следовательно, климата Земли. Несмотря на достаточно большое количество сведений о составе и свойствах аэрозольных частиц (дисперсный и химический состав, комплексный показатель преломления, пространственное распределение и др.), измеренных в различных районах Мирового океана за период чуть более сорока лет, их все-таки недостаточно для создания оптических моделей атмосферы, адек-

ватно описывающих вариации составляющих радиационного баланса системы Земля–атмосфера различного временного масштаба. Но, поскольку в атмосфере при определенных условиях взаимосвязанные друг с другом термодинамические, физико-химические, оптические процессы приблизительно повторяются во времени и в пространстве, можно надеяться в итоге на создание оптической модели атмосферы, удовлетворительно описывающей реальные процессы. Пока же более эффективным оказывается способ повторе-

ния натуральных наблюдений за тем или иным атмосферным параметром, особенно в различных точках акватории Мирового океана, где нет возможности организовать стационарные наблюдения. Примером такого рода исследований являются наблюдения по программе The Maritime Aerosol Network (MAN).

В наблюдениях по программе MAN в Южном океане большая часть данных получена в секторах Атлантического и Индийского океанов, т.е. районах, прилегающих к Восточной Антарктиде. В тихоокеанском секторе информации об аэрозольно-оптических характеристиках атмосферы значительно меньше. Ежегодные попутные наблюдения спектральной аэрозольной оптической толщины атмосферы на НЭС «Академик Федоров» в периоды его рейсов из Санкт-Петербурга к Антарктиде и обратно по программам РАЭ и MAN, начатые в 2005 году, выполнялись также преимущественно в водах Восточной Антарктики. Лишь в период сезонных работ 53-й РАЭ с ноября 2007 года по март 2008 года наблюдения в приантарктических водах выполнялись при движении судна вокруг Антарктиды.

В рамках АЦЭ предполагается продолжить исследования аэрозольно-оптических параметров атмосферы, микрофизических характеристик аэрозольных частиц в приводном слое воздуха и их химического состава. Содержание экспедиционных работ предусматривает изучение пространственного распределения и временной изменчивости комплекса физико-химических характеристик аэрозоля над океаном с конечной целью разработки региональных эмпирических моделей и оценок климатического влияния аэрозоля в современный период. В состав исследуемых характеристик аэрозоля входят: аэрозольная оптическая толщина (АОТ) в диапазоне спектра 0,34–2,14 мкм и влагосодержание атмосферы; счетная концентрация частиц в диапазоне диаметров от 0,4 до 10 мкм и функции распределений частиц по объемам; массовые концентрации аэрозоля и поглощающего вещества («сажи»); химический состав аэрозоля.

По результатам измерений комплекса физико-химических характеристик аэрозоля (после обработки)

- будет проведен анализ особенностей и причин их пространственно-временной изменчивости;
- выделены несколько подрайонов с относительно однородными свойствами аэрозоля и для них определены статистические характеристики;
- оценены взаимосвязи между характеристиками аэрозоля; рассмотрена их зависимость от гидromетеорологических условий.

*А.С. Макаров, Д.Ю. Большианов, А.В. Козачек,  
В.Ф. Радионов (ААНИИ)*