

## МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭКСПЕДИЦИИ «АСЕ» НА БОРТУ НЭС «АКАДЕМИК ТРЁШНИКОВ» (ПО МАТЕРИАЛАМ УЧАСТНИКОВ)

Антарктическая циркумполярная экспедиция (Antarctic Circumpolar Expedition, ACE) на борту НЭС «Академик Трёшников» являлась первым масштабным проектом созданного в 2016 году Швейцарского полярного института и осуществлялась за счет средств фонда полярного исследователя и мецената Фредерика Паульсена. «АСЕ» начала свой кругосветный поход 20 декабря 2016 года из порта Кейптаун и закончила его там же 19 марта 2017 года.

Генеральная научная идея экспедиции — изучение Южного океана как одной из важнейших областей, формирующей климат Земли, и интереснейшей части планеты, экосистемы которой менее всего на Земле подвергнуты антропогенному влиянию.

Ниже приведены цели и задачи каждого из 22 научных проектов экспедиции, отобранных на конкурсном основании.

Как видно из перечисления целей и задач экспедиции, основное количество проектов (14) было посвящено биологиче-

### Цели и задачи проектов экспедиции «АСЕ»

№	Цели и задачи проектов	Научная организация, страна
1	Отработка методов слежения (мониторинга) биомассы фитопланктона, являющегося первым звеном пищевой цепи Южного океана, с помощью спутников	Куртин университет, Австралия
2	Биогеография субантарктики. Происхождение и эволюция жизни в водах и на островах, окружающих Антарктиду	Монаш университет, Австралия
3	Количество углерода, содержащегося в донных организмах (бентос), его изменение вокруг Антарктиды и во времени в результате изменений климата	Британская антарктическая служба, Великобритания
4	Динамика ледников, степень их загрязнения на субантарктических островах и на краю ледникового щита Антарктиды с помощью неглубокого бурения и радарной съемки	Британская антарктическая служба, Великобритания
5	Эхозондирование глубоких рассеивающих слоев в океане для подсчета биомассы на глубинах этих слоев при постоянном поступлении углерода в результате миграции хищников-ныряльщиков (пингвинов, тюленей)	Санкт-Андрю университет, Великобритания
6	Проект «биовоздух» нацелен на понимание того, как микроорганизмы переносятся воздухом в Антарктику, как там приспосабливаются к жизни и как могут повлиять на экологическое состояние Антарктики	Нортумбрия университет, Великобритания
7	Исследование атмосферного аэрозоля, его эмиссии из океана, способности маленьких частиц быть ядрами конденсации и формировать облака	Пауль Шеррер институт, Швейцария
8	Съемка-слежение за аэрозольными частицами, углекислым газом и метаном для понимания того, как Южный океан регулирует климатические процессы	Институт морских наук, Барселона, Испания
9	Определение роли и силы западных ветров в поступлении углекислого газа в Южный океан при исследовании силы ветров в прошлом по данным изучения аэрозоля в торфяниках западных сторон субантарктических островов	Британская антарктическая служба
10	Сравнение генетических черт животных Антарктиды и субантарктики для понимания биологической истории морской фауны Южного океана	Западный австралийский музей, Австралия
11	Измерения океанического испарения и осадков путем сбора последних и изотопного анализа паров воды для понимания водного цикла в Южном океане и Антарктиде	Институт атмосферных и климатических наук, Цюрих, Швейцария
12	Выявление роли микробного сообщества поверхностных вод в стоке углерода в Южный океан	Университет Кейптауна, Южная Африка
13	Роль фитопланктона в цикле углерода и регулировании выброса энергии и масс в Южном океане	Дюк университет, США
14	Акустические и спутниковые исследования популяции китов в Южном океане	Австралийский антарктический отдел, Австралия
15	Цикл железа в водах Южного океана и его влияние на количество углекислого газа, поглощаемого планктоном	Австралийский национальный университет, Австралия
16	Бактериальное и вирусное разнообразие и его влияние на углеродную и железную биогеохимию вод Южного океана	Университет Женевы, Швейцария
17	Ветры, волны, течения, лед Южного океана и их влияние на береговые системы островов – модели	Университет Мельбурна, Австралия
18	Изучение атмосферных осадков и их вклад в предполагаемое опреснение поверхностных вод Южного океана	Политехническая школа Лозанны, Швейцария
19	Загрязнение пищевых цепей Южного океана частицами микропластика	Австралийский антарктический отдел
20	Мониторинг, подсчеты, перепись и кольцевание альбатросов и пингвинов для определения ареалов их обитания в брачный период	Университет Кейптауна, Южная Африка
21	Съемка биологических сообществ, донных отложений под отколовшимся айсбергом шельфового ледника Мерц с помощью подводных автономных аппаратов.	Лаваль университет, Канада
22	Определение колебаний климата и уровня Южного океана в течение последних столетий–тысячелетий, измерения аэрозоля и изотопного состава паров воды над океаном для правильных палеоклиматических интерпретаций при изучении ледяных кернов Антарктиды	Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Россия



Карта маршрута экспедиции



НЭС «Академик Трёшников» в порту Кейптаун

ским исследованиям, шесть имели гидрометеорологическую направленность, два проекта палеоклиматических и один гляциологический.

Основная часть исследовательских работ была связана с изучением океана, состава и качества его вод, а также его гидрофизических характеристик.

Три проекта были нацелены на измерение парниковых газов, аэрозольных частиц, изотопного состава водяного пара в приземном слое атмосферы.

По семи проектам были запланированы высадки на острова. Посещение всех субантарктических островов, а также некоторых островов, расположенных у побережья Антарктиды, было особенностью экспедиции «АСЕ». Такое масштабное научное исследование этих географических объектов никогда не проводилось.

#### ПЕРВЫЙ ЭТАП ЭКСПЕДИЦИИ. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Первый этап экспедиции начался в порту Кейптаун 20 декабря 2016 года — НЭС «Академик Трёшников» вышло в открытое море, имея на борту несколько групп научных сотрудников из разных стран, в задачу которых входило выполнение намеченных проектов.

Экспедиция «АСЕ» впервые планировала исследовать толщу воды, приземный слой атмосферы, донные сообщества организмов на мелководьях вокруг островов, птиц и млекопитающих в циркумполярном плавании вокруг Антарктиды в летне-осеннее время.

Исследования гидрофизических свойств водных масс должны были проводиться на запланированных океанографических станциях, а по некоторым параметрам и в непрерывном режиме измерений на ходу судна. Оснащенная по последнему слову техники многофункциональная метеорологическая станция (проекты 7 и 11) выдавала непрерывную информацию о количестве и химическом составе атмосферного аэрозоля, а также о концентрации в воздухе углекислого газа, метана, озона.

Полученные данные сопоставлялись со спутниковыми снимками, а исследователи старались понять, имеют ли значение мелкие частицы соли, взвешиваемые в воздухе над водой, в формировании облаков. Надо отметить, что спутниковая информация использовалась участниками практически всех проектов. Некоторым ученым нужны были данные о поверхностных температурах воды, некоторым — видные

в особых спектрах волновых излучений массы фитопланктона, некоторым — снимки скопления китов, а кому-то просто космические изображения островов, позволяющие более точно определить места исследований при высадках.

Не отставали и биологи — в светлое время суток они осуществляли наблюдения за птицами. На доске судовых объявлений постоянно вывешивался бюллетень результатов наблюдений за количеством и составом птиц, а также помещались сведения об увиденных в море артефактах. Конечно же, при этом отмечались и появления крупных млекопитающих.

#### ВЫСАДКИ НА ОСТРОВА

Организация и проведение «научных десантов» на острова являлись наиболее сложными задачами для руководства экспедиции и всего судового экипажа. Для выполнения этих операций на судне имелись три лодки типа «Зодиак» и два английских вертолета грузоподъемностью до 500 кг. Воздушные и водные высадки были строго регламентированы правилами техники безопасности, главным из которых для участников стала необходимость всегда — и на вертолете, и на лодке — быть в спасательном костюме и жилете.

Тщательно составлявшиеся планы высадок практически никогда не выполнялись полностью, т.к. этому всегда мешало множество негативных обстоятельств. Первое из них — сложные и быстро меняющиеся погодные условия.

Известно, что в 40-х и 50-х широтах Южного полушария всегда господствует сильный ветер западных румбов. Для идущего на восток вокруг Антарктиды судна эти ветры являются попутными. Так было и в нашей экспедиции — судно постоянно догоняли циклоны, и нас часто сопровождали шторма с волнением до 8 баллов; иногда и высота волн зыби достигала 12 м.

В местах стоянок с подветренной стороны у островов волнение, конечно, уменьшалось, но ветер не становился слабее. Поэтому на островах Марион (Южная Африка, 26–27 декабря 2016 года), остров Поссессьон в архипелаге Крозе (Франция, 31 декабря 2016 года – 1 января 2017 года), Кергелен (Франция, 5–6 января 2017 года) не удалось осуществить все запланированные работы. Из двух рабочих дней на каждом из этих островов удалось поработать только по одному дню, что диктовал поднимавшийся сильный ветер скоростью до 25–30 м/с. При таком ветре проводить высадку на острова людей, как лодками, так и вертолетами, запрещено правилами техники безопасности. И рабочий день из-за плохих погодных условий был ограничен лишь несколькими часами: на Марионе — 4 часа, на Поссессьоне — 3 часа, на Кергелене — почти 5 часов.

Еще одним фактором, затруднявшим проведение полноценных исследовательских работ, являлась экологическая



Биоконтроль одежды и оборудования перед высадкой на субантарктические острова



Гостеприимная южноафриканская станция на острове Марион

безопасность. Все субантарктические острова в той или иной мере являются заповедными, и на них деятельность человека весьма лимитирована, в том числе и научная.

За выполнением всех мер экологической безопасности при высадках на острова строго следила специальная команда австралийских ученых из проекта № 2. Их главной задачей, похоже, были не научные исследования, а проверка всех членов экспедиции, высаживавшихся на острова. Досматривались вся одежда экспедиционных групп и их научное оборудование на наличие каких-либо семян или растительных остатков. Цель такого строгого контроля — не занести «чужаков» на острова и не повредить местной флоре и фауне. Причем подобные проверки проводились перед каждой высадкой. Пинцетом и пылесосом из одежды удалялась каждая мало-мальски видимая травинка или пылинка. Пришлось нам согласиться с существующими правилами.

Как требовали инструкции и команда биоконтроля, высаживающиеся группы очищали свою одежду и обрабатывали обувь специальными растворами, выставленными на палубу, до убытия на острова и по прибытии на борт судна.

Не все запланированные острова удалось посетить. Разрешения на исследования о. Хёрд австралийские власти так и не выдали. Участникам экспедиции удалось только сфотографировать издали живописный вулкан, расположенный на этом острове. Также австралийцами были запрещены исследования на другом своем острове — Маккуори. Эти запреты тем более удивительны, что из 22 проектов экспедиции «АСЕ» семь были австралийскими.

Остановимся на самих исследованиях, которые все же удалось провести на островах.

### Остров Марион

Остров Марион входит в архипелаг Принца Эдуарда и расположен в нескольких сотнях километров от центра Срединно-Индийского подводного хребта. Это симметричный вулкан с потоками лавы и шлаковыми конусами, возвышающийся над уровнем моря на 1230 м. Площадь острова составляет 290 км<sup>2</sup>, форма овальная. Черная лава изливалась здесь всего 13–15 тыс. лет назад. Древняя серая лава имеет возраст от 100 до 276 тыс. лет.

Остров был открыт французом Марионом Дюфреном в 1772 году, а сейчас принадлежит Южно-Африканской Республике.

Метеостанция на острове работает с 1948 года, имеет почти непрерывный ряд наблюдений до настоящего времени, включая аэрологические. На станции постоянно работает научная группа из 22 человек. Кроме метеорологических, здесь ведут биологические исследования.

Наша научная группа проекта № 22 в составе трех человек была высажена в северо-восточной части острова, на берегу озера Принслумер 26 декабря 2016 года. Озерко всего

500 метров в диаметре и глубиной не более метра. За четыре часа работы нам удалось взять колонку донных озерных отложений, отобрать пробы воды из озера и определить высоту зеркала этого водоема над современным уровнем моря с помощью эклиметра. Работу осложняли ливневый дождь и внезапно начавшийся сильный ветер. Плохие метеоусловия не позволили вертолету забрать нашу группу по окончании работ в тот же день, и нам пришлось провести ночь на острове.

Еще одна команда исследователей проекта № 9 работала на южной стороне острова-вулкана, но их удалось доставить обратно на судно вовремя.

На следующий день, 27 декабря, прилетев на судно, мы ожидали продолжения запланированных полетов, но еще больше усилившийся ветер не позволил вылететь на берег ни одному вертолету. На островной станции оставались еще несколько членов экспедиции, но их смогли вывезти только на следующий день — 28 декабря. Тогда же удалось забрать бесценный для нас груз с того места, где мы проводили работы, — лодку, оборудование и отобранные образцы.

Снявшись с якоря утром 28 декабря, судно выполнило в дрейфе ряд океанографических и донных станций неподалеку от острова, а затем взяло курс на архипелаг Крозе.

### Архипелаг Крозе, о. Поссессьон

По графику экспедиционных работ 31 декабря 2016 года и 1 января 2017 года были запланированы высадки исследовательских групп на о. Поссессьон (Possession). Это крупнейший из островов арх. Крозе, его площадь 150 км<sup>2</sup>, длина по оси с запада-северо-запада на восток-юго-восток — 19 км, ширина по оси север-юг — 15 км, наивысшая точка в южной части острова — пик Маскарин высотой 934 м.

Французская научная база на острове была основана в 1968 году, и на ней работают 47 человек. Остров — это стратовулкан, образовавшийся 8,1–0,53 млн лет назад. Его вулканический конус осложнен радиальными грядами и разделяющими их долинами, заканчивающимися в море бухтами.

На этом острове нами было намечено два места для высадки на озерах, но из-за плохой погоды после непродолжительного пребывания на суше всем шести группам исследователей пришлось вернуться на судно.

Нам удалось лишь немного: измерить высоту морских террас под испытующим взглядом гида, который был приставлен к нашей группе следить за тем, чтобы мы ходили по тропинкам и не трогали пингвинов, выкопать шурф на 30-метровой террасе и отобрать из него пробы почвенного профиля, а также отобрать образец подушечных базальтов.

Как ни жаль, но на о. Поссессьон ни одна из научных групп не добралась до намеченных точек исследований. Зато нам всем



Высадка на острова в условиях плохой погоды



Дымящийся конус вулкана Биг-Бен на о. Хёрд в 40 милях с борта судна

удалось близко познакомиться с местными представителями животного мира — птицами и тюленями. В 14 часов этого же дня были подняты якоря, и судно взяло курс на о. Кергелен.

### Остров Кергелен

Остров Кергелен — владения Франции в Южном океане — это уже маленькая, но горная страна, являющаяся вершиной одной из самых обширных на океанском дне подводных возвышенностей — плато Кергелен. По длинной оси с северо-запада на юго-восток остров имеет протяженность почти в 150 км. В море вокруг острова расположены более 300 мелких островков и скал. Высочайшая вершина Кергелена — гора Росса — имеет высоту 1850 м, расположена на юге острова и является частью кальдеры стратовулкана, диаметр которого в основании составляет 15 км. Его конус сложен пирокластическими породами (массив Галлиени).

Остров изобилует тектоническими озерами, расположенными в долинах каскадами, что дает редкую возможность исследовать историю развития острова методом изучения озерных отложений.

Животный мир острова так же богат, как и на островах Марион и Крозе. Огромное количество птиц и тюленей живут на побережье.

Порт-о-Франс — французский исследовательский центр на острове. На нем постоянно живут и работают несколько десятков человек. В основном они занимаются изучением растительного и животного мира острова и прибрежных вод; работает гидрометеорологическая станция.

Стоянка судна у острова была запланирована на два дня, и мы по минутам рассчитали свою работу.

5 января 2017 года с судна, бросившего якорь в заливе Морбихан, в 9 км к западу от станции, начались полеты вертолетов, и нашу группу проекта 22 забросили на 25 км к востоку от станции на полуостров Курбе, мыс Шарлотты. Мы выполнили отбор колонки отложений из маленького водоема на полуострове, выкопали шурф, измерили высоту положения зеркала озера над уровнем моря.

Но вскоре прилетел вертолет, и наше пятичасовое пребывание на острове закончилось. В этот день всем исследовательским группам удалось что-то сделать на берегу, и все были полны надеждой на завтрашние новые полеты. Но планы снова поломал начавшийся порывистый ветер скоростью более 25 м/с. Подождав в море улучшения погоды и не дождав-шись его, судно вышло в штормовой океан и взяло курс на юг — к острову Хёрд.

Между островами Хёрд и Кергелен и к востоку от о. Хёрд специалистами по донной фауне был выполнен ряд станций с отбором биологических проб с помощью драг.

### Остров Хёрд

Подошли к острову Хёрд 8 января с запада и обошли его с севера. Вершина его была закрыта облаками, и лишь в редкие минуты появлялось плато Биг-Бен с пиком Моусона высотой около 2745 м. Над плато возвышается конус вулкана высотой 445 м, из которого, как показалось, поднимался столб белого дыма.

Конечно, хотелось высадиться на остров, отобрать образцы, но от австралийской стороны был получен запрет на его посещение, мотивированный тем, что остров Хёрд — особо охраняемая заповедная территория.

Дальнейшее плавание в порт Хобарт (о.Тасмания) проходило при попутном ветре с запада, в гораздо более спокойных условиях — волнение не мешало проводить океанографические станции. Остановки судна сопровождались опусканием зонда, который измерял температуру и соленость воды на разных горизонтах до глубины 1500 м, также отбирались пробы воды с разных горизонтов. Планктонной сеткой вылавливались мелкие животные и растения, живущие в поверхностном слое океана.

По пути следования судна проводились научные семинары по проектам, на которых докладывались их цели и задачи, а также первые полученные результаты.

Берегов Австралии судно достигло 19 января.

### ВТОРОЙ ЭТАП ЭКСПЕДИЦИИ

Стоянка в порту города Хобарт на острове Тасмания (Австралия) с 19 по 22 января 2017 года была заполнена работами по погрузке нового оборудования, включая подводный аппарат “ROPOS” и кран, на котором его опускают в подводный мир и поднимают на поверхность. В порту также состоялась замена экспедиционной команды, которая обновилась на три четверти.

Особенностью второго этапа работ экспедиции “ACE” стали исследования вблизи береговой черты ледового континента. Пройдя мимо субантарктического острова Маккуори, на котором были запрещены исследования, экспедиция направилась к леднику Мерц (море Д'Юрвиля), где и было запланировано погружение подводного аппарата. “ROPOS” — это открытая коробчатая конструкция, внутри которой расположены движители с лопастями, батометры, камеры, прожектора освещения и манипулятор. Также аппарат может брать пробы донного грунта черпаком и трубкой. С судном его связывает кабель, благодаря которому осуществляется дистанционное управление аппаратом и передача визуальной информации.

Судно подошло к леднику Мерц в точке с координатами 67 06' ю.ш. и 144 54' в.д. Подводный аппарат был привезен учеными канадского Университета Лаваль специально для исследования дна именно этого участка моря Д'Юрвиля. Дело в



Подводный аппарат "ROPOS" готов к спуску под ледник Мерц



Яркие формы жизни на глубине 1000 метров под ледником Мерц

том, что гляциологи обнаружили периодическое — раз в 70–80 лет — откалывание громадных айсбергов от шельфового ледника Мерц в этом месте. В последний раз это произошло совсем недавно, вследствие чего образовалась полынья. Вот там-то и наметили погружение своего подводного аппарата биологи. Цель исследования — узнать, как изменилась жизнь на дне моря со времени, когда над ним пребывала восьмисотметровая толща льда.

30 января было осуществлено погружение аппарата, и с его помощью были проведены наблюдения морского дна и отобраны пробы донной биоты.

Другой проект (№ 3) также занимался бентосом, но на меньших глубинах вокруг островов. С помощью специальной драги типа донного трала со дна поднимались обитатели глубин и разбирались на пробы несколькими участниками проекта. К драге исследователи часто прикрепляли видеокамеру с осветительным прожектором, что позволяло проводить визуальное наблюдение и контроль за ходом драги.

Так как драгирование осуществлялось вокруг всех обследованных экспедицией островов, в руках ученых оказалась очень ценная информация о видовом и численном составе бентоса в субантарктических водах. Сравнение этих данных с результатами предшествующих исследований в разных районах субантарктики даст возможность сделать выводы о динамике численности и разнообразии видов бентоса в период проведенных исследований.

В это же время на леднике Мерц работали гляциологи (проект "АСЕ" № 4), задачей которых являлось бурение мелких скважин и отбор кернов фирна и льда для определения разных параметров: изотопов кислорода, морских солей, сажи и других загрязняющих веществ, а также микроорганизмов. Цели этих работ — восстановление истории климата и определение степени загрязнения природной среды Антарктики.

30 января на вертолетах был осуществлен кратковременный «десант» геоморфологов (проект "АСЕ" № 22) на мыс Дэнисона, расположенный в 70 км к западу от места стоянки судна. Это единственное место в округе, где из-под ледникового покрова выходят не крутосклонные скалы, а пологий склон, сложенный слюдяными гранитоидами, образующими мысок размером всего 0,8 на 1,5 км. Из-за внезапного ухудшения погоды удалось поработать только 30 мин. Все, что хотели увидеть, — увидели, но изучить и взять образцы для определения истории развития микрооазиса в последние столетия — не удалось.

31 января судно быстро ушло от ледника, т.к. под действием ветра началось смыкание плавающих льдов с запада и севера.

Далее в дрейфующих льдах и снегопадах судно пробиралось на восток к островам Баллени, которых и достигло 3 фев-

раля. Погода улучшилась, и острова можно было видеть почти целиком, но с закрытыми вершинами. Это архипелаг из трех вулканических островов, вытянутых в северо-западном направлении. Острова представляют собой гряды высотой до 800 м, перекрытые ледниками. Последние выползают к краю скальных обрывов высотой около 400 метров и обрываются вертикальными стенками к морю.

Гляциологов высадили на южной стороне острова Янг, где они пробурили скважину около 17 метров глубиной, 6 метров из которых занимали снег и фирн.

Биологи и геоморфологи попытались высадиться с лодок на песчано-галечную косу южной части острова Янг, но помешал сильный накат.

Между тем судно ходило между островами, выполняя океанографические станции и драгирования дна до 5 февраля. Пришлось геологические образцы собирать из биологических драг, которые вместе с илом и бентосом приносили и каменный материал, состоявший в основном из окатанной гальки и валунов черного базальта.

Воскресенье 5 февраля проживали дважды, т.к. судно пересекло меридиан 180°. Очень необычный день, который продолжался 48 часов. Однако именно в это «второе 5 февраля» судно подошло к острову Скотта, который располагается практически на 180-м меридиане, но уже в Западном полушарии.

Остров представляет собой выход базальтов над поверхностью океана. Собравшиеся лететь на остров вертолеты с исследовательскими группами на борту задержала снежная туча, которая окутала сушу и сделала ее практически невидимой. Высадка по этой причине была отменена. На следующий день погода несколько улучшилась, вертолет вылетел и приземлился на ледник, т.к. на ровную поверхность сесть было невозможно — остров ошетинился пиками базальтов высотой до 3 м. Поиск рыхлых отложений между буграми базальтов оказался тщетным — их нет, или они закрыты снегом и льдом.

Биологи соскребли с базальтов тонкий слой выветривания, состоящий из песчаных и гравийных зерен разрушающихся базальтов с видимыми глазу серо-зелеными водорослями. Взяли еще пробы снега и льда для исследователей, изучающих изотопный состав воды в разном агрегатном состоянии (вода, снег, лед, водяной пар), а также образцы базальтов для геологов.

7–10 февраля судно пересекло море Росса в условиях маловетреной погоды и переменной облачности. На этом этапе активно потрудились акустики проекта АСЕ № 14, которые «слушали» голоса синих китов. Этот район изобилует этими громадными животными, и ученые из Австралийского антарктического дивизиона за 205 часов акустических наблюдений зафиксировали более 14 тысяч сигналов, изданных китами и



Французские лодочники обеспечили высадку на о. Петра I, сложенный переслаивающимися черными базальтами и красными туфами

еще 10 видами морских млекопитающих. Кроме того, в намеченных точках маршрута судно выполнило ряд океанографических станций.

Небольшой экскурс по реализованным в ходе экспедиции проектам.

Интереснейшим по своим подходам и технологиям является проект № 15, участники которого отбирали пробы воды с глубин и поверхности океана. Эти пробы назывались в экспедиционном обиходе «тяжелыми металлами». Цель проекта — выяснить роль железа в цикле углерода. Оказывается, концентрация углекислого газа в воде контролируется содержанием железа. Углекислый газ связывается хлорофиллом при высоких концентрациях железа и, наоборот, высвобождается при низких. Это означает, что периодические изменения климата на планете могут зависеть от концентрации в воде этого тяжелого металла.

Проекты № 12 и 16 ставили своей целью исследовать биогеохимическую роль микроорганизмов и вирусов в водах Южного океана.

Проект № 6 — «Биовоздух» — представлял собой одно из новых направлений биологии и экологии. В атмосфере ветром переносятся микроорганизмы, и они способны повлиять на экологическое состояние среды обитания, в частности, и человека. Подобные исследования сегодня весьма популярны в мире, но не в России. Теперь эти исследования пришли и в Антарктику, где ученые фильтровали воздух и собирали пробы микроорганизмов для последующего их изучения в лабораториях.

В области гидрометеорологических исследований заметным был проект № 18, целью которого было изучение роли атмосферных осадков в процессах опреснения Южного океана. В исходную точку зрения проекта, а именно — опреснение поверхностного слоя вод Южного океана за счет атмосферных осадков, верится с трудом, т.к. вклад айсбергового стока с Антарктиды, даже в результате элементарных подсчетов, несравнимо весомее вклада атмосферных осадков. Да и сами исследователи пока не доказали ничем существенным тенденцию к опреснению. Но этот проект оказался чрезвычайно интересным с точки зрения методики наблюдений. Всем полярным метеорологам хорошо известно, как трудно измерить количество атмосферных осадков в Арктике и Антарктике, выпадающих в виде снега. А проект работает совершенно по новой методике.

Прибором, подсчитывающим с помощью лазера количество проносящихся мимо него частичек (именно снежинок), удается определить число объектов. А вот форма снежинок, их плотность определяются на стеклянных пластинах, которыми в моменты измерений улавливаются снежинки. Специальное химическое вещество, нанесенное на пластинку, захватывает



Сквозь льды к острову Петра I

снежинки и сохраняет их форму даже в условиях теплого помещения. По форме снежинок удастся определить их происхождение (на какой высоте находятся облака, из которых они выпадают) и плотность. Зная количество и плотность снежинок, можно определить количество выпадающего снега.

Такие же приборы установлены на французской антарктической станции Дюмон-д'Юрвиль и используются там в режиме эксперимента. Кроме того, проектом были предусмотрены аэрологические наблюдения.

Надо отметить, что всегда при выпадении осадков с судовой вертолетной площадки выпускались радиозонды, приносившие информацию о температуре и влажности воздуха на высотах до 25 км.

Спутниковая информация также постоянно использовалась исследователями, и на синоптических картах можно было видеть очень интересное явление, которое называется теперь «атмосферными реками». Барические образования из средних широт внедряются в субантарктику в виде «атмосферных рек» и приносят с собой обильные осадки и штормовую погоду.

Спутниковая информация принесла сведения и о том, что следующий намеченный к обследованию остров Петра I окружен сплоченными полями льда. Руководство экспедиции приняло решение обойти его стороной и поработать у острова Сайпл, который знаменит своим конусом вулкана высотой чуть более 3 км, полностью покрытым ледником.

Около острова Сайпл в районе мыса Дарт расположены два небольших острова — Мейхер и Лауфф. 10 февраля вечером на закате солнца состоялась высадка вертолетом исследовательских групп на эти невысокие (до 50–70 м), но обрывистые острова.

На острове Мейхер есть долина, в которой исследователями с судна была обнаружена вымирающая колония пингинов — ледник, по которому пришли птицы, обломился, и дорога к морю оказалась для них отрезана.

Высадка, как всегда, была короткой — полтора часа на оба острова. Но закат, огромное количество айсбергов, открытое море и вулкан были чрезвычайно живописными. Биологи и геоморфологи отобрали свои немногочисленные пробы, а гляциологам удалось пробурить скважину во льду глубиной 24 м на склоне вулкана на высоте 700 м над уровнем моря.

11 февраля, также на закате, состоялась высадка на узкий пляж под утесом Ловилл острова Сайпл. Биологи осмотрели колонии пингинов и тюленей.

Утром 12 февраля судно находилось в самой южной точке маршрута (73°57' ю.ш. 127°30' з.д), откуда пошли к северу вдоль берега острова Сайпл, представляющего собой сплошной ледяной барьер с айсбергами, и, обогнув его северную оконечность, вошли в море Амундсена.

15 февраля пересекли море Амундсена, выполняя по ходу судна океанографические станции, радиозондирование атмосферы, наблюдения за волнением поверхности моря и льдами, а также другие работы, подошли к острову Петра I. Остров был окружен не очень широким поясом однолетних льдов сплоченностью до 8 баллов. Льдины заняты тюленями, очень недовольными, что их побеспокоили. На двух лодках была произведена высадка биологов и геоморфологов на скалы в северной части острова. Остров в месте высадки представлял собой вертикальные скалы, сложенные переслаивающимися черными базальтами и коричнево-красными туфами, залегающими почти горизонтально. Стены и скалистые островки заняты птичьими базарами. Высадились на одну из скал рядом с островом, быстро отобрали образцы базальтов и туфов, а биологи — пробы песка и гравия. Гляциологам удалось пробурить скважину на одном из ледников острова.

Закончив работы на острове, взяли курс на мыс Горн — южную оконечность Южной Америки. На переходе выполнялись океанографические станции, проводились собрания руководителей проектов и тематические лекции.

17 февраля судно вошло в пролив Дрейка, а 19 февраля приблизилось к архипелагу Огненная Земля.

20 февраля лодками и вертолетами была проведена высадка исследовательских групп на небольшой островок Гонсало, на котором располагается чилийская метеостанция. С небольшого пляжа рядом со станцией были отобраны пробы грунта. Затем судно взяло курс в проливы, ведущие к порту Пунта-Аренас, куда и прибыло утром 22 февраля.

Краткое резюме исследований, которые удалось провести на островах.

Во время второго этапа экспедиции удачно отработали гляциологи из команды проекта № 4. Научный руководитель экспедиции Дэвид Уолтон уделял этому проекту Британской антарктической службы большое внимание, и гляциологи очень успешно пробурили скважины, провели георадарную съемку ледников в точках бурения по коротким профилям, отобрали необходимые образцы снега и ледникового керна для определения степени загрязненности атмосферы в недалеком прошлом и в настоящее время.

Команда проекта № 19 высаживалась на острова в поисках частиц микропластика, как на суше (водоемы, почва), так и в особях птиц и тюленей. Их задачей было определение путей распространения частиц микропластика по пищевой цепи в Южном океане. Эти исследования также велись и непосредственно в водах Южного океана, откуда путем фильтрации проб воды добывались эти микрочастицы.

На островах высаживались также биологические команды из проектов 6, 7, 10 и 20, занимавшиеся отбором проб воздуха на островах, изучающие генетические черты антарктических животных, метившие альбатросов и пингвинов для подсчета их численности.

Задачи двух палеогеографических проектов заключались в изучении прошлых климатических изменений на протяжении последних столетий и тысячелетий. Команда проекта № 9 изучала торфяники с наветренной (западной)

стороны субантарктических островов для выяснения, как менялись ветры в прошлом и каково их значение для развития природной среды.

Наша команда проекта № 22 отбирала озерные и четвертичные отложения другого происхождения для исследования изменений климата и уровня Южного океана в прошлом. Кроме того, были проведены геоморфологические наблюдения, являвшиеся важнейшими для обнаружения разрезов четвертичных отложений, и отобраны колонки озерных донных отложений.

### ТРЕТИЙ ЭТАП ЦИРКУПОЛЯРНОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «АСЕ»

Проведя в порту ротацию состава экспедиции, необходимые погрузо-разгрузочные работы и пополнив запасы, судно 25 февраля опять вышло в море.

На этот раз курс лежал на о. Южная Георгия — второй по величине субантарктический остров после Кергелена, куда судно и прибыло 2 марта. Остров уникален своими природными условиями и историей эксплуатации природных ресурсов Антарктики. Эта альпийская горная страна возвышается на 6000 м над дном океана и расчленена множеством фьордов. Высочайшая вершина острова — гора Пейджет — имеет

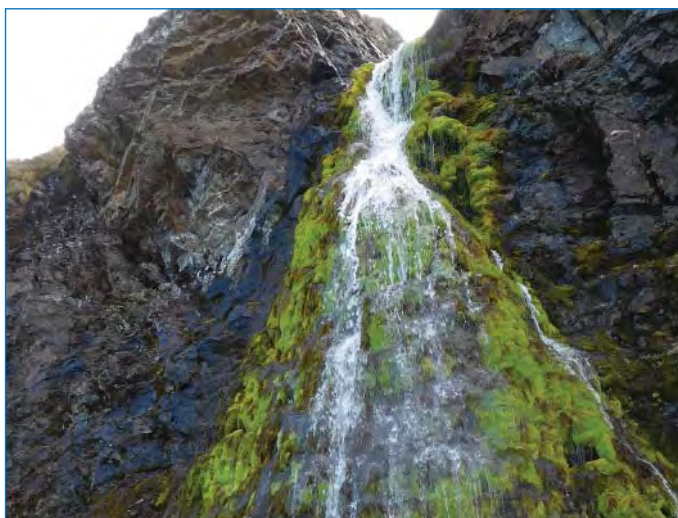
высоту 2934 м над уровнем моря. На острове есть реки и озера, а также большое количество животных, среди которых главными являются пингвины и тюлени.

В этот раз погода благоприятствовала, и «научный десант» удался: лодки экспедиции высадили и забрали около 80 человек, как из экспедиции, так и из экипажа. Даже гляциологический отряд был доставлен к леднику. Участники исследовательских проектов получили полную возможность часов за 5–6 выполнить свои запланированные работы. Геоморфологический отряд описал и отобрал образцы

грунтов из прибрежных террас, а также поднялся вверх по реке Пингвинов до Нижнего озера.

Первый день высадки удался. Но сразу после возвращения на корабль небо закрылось тучами, пошел снег, и начался шторм. Следующий день при сильных порывах ветра и снежных зарядах судно переходило от бухты к бухте и на ночь пряталось в них. 4 марта все берега покрылись снегом. Но очередная высадка все же состоялась в бухте Святого Андрея на том же северном побережье острова, которое в основном свободно от ледников.

На берег попали около 60 исследователей, которые провели наблюдения за фауной и отобрали биологические пробы. Участники проекта № 7 по изучению атмосферного аэрозоля развернули свои приборы и взяли пробы воздуха в близлежащей долине. Исследователи из геоморфологического отряда, найдя и раскопав отложения 8–10-метровой террасы, убедились, что после ледников уровень моря здесь был на 10 м выше современного. Лабораторные исследования и датирование отложений позволяют определить время этих событий. Также удалось найти морские отложения и среди моренных холмов на высоте 36–38 м над современным уровнем моря.



«Рождественская елка» острова Южная Георгия

Вскоре начались снежные заряды, опустился туман, и членам экспедиции пришлось возвращаться на берег, откуда началась эвакуация всех групп на судно.

Сопровождаемое штормовой погодой судно шло двое суток к Южным Сандвичевым островам, к которым и приблизилось 6 марта, но из-за запрета летать вертолетами и отсутствия безопасных мест для высадки на острова на лодках, посещение Южных Сандвичевых островов не состоялось. 13 марта удалось высадиться на остров Буве. Приемлемое состояние погоды продолжалось, к сожалению, недолго, но гляциологическая группа все же успела пробурить мелкие скважины в разных частях ледника. Короткие посадки вертолетов на площадки, свободные от снега и льда, дали возможность и биологам отобрать пробы. Драгирование к востоку от острова дало богатый биологический материал из представителей обитателей морского дна. В 16 часов судно взяло курс на Кейптаун, и по судовому радио объявили об окончании исследований в Антарктике.

По пути в Кейптаун продолжалось выполнение океанографических станций, для чего судно ежедневно дрейфовало в течение 6–7 часов и с его бортов на глубину до полутора километров опускались батометры, приборы, фиксирующие основные характеристики водной толщи, планктонные сетки, а также проводились акустические исследования.

16 марта 2017 года была выполнена последняя станция, и на следующий день руководители поздравили участников экспедиции с ее завершением.

22 марта судно взяло курс на порт Бремерхафен (ФРГ). На борту осталось 10 участников экспедиции, которые продолжали исследования в Атлантическом океане.

30 апреля 2017 года НЭС «Академик Трёшников» благополучно прибыло в порт Санкт-Петербурга. Таким образом, выполнение кругосветной части экспедиции заняло 3 месяца, но были еще и этапы исследований на пути из Европы и обратно, занявшие 2 месяца. Экспедиция «АСЕ» за пять месяцев провела пять исследовательских этапов и проделала огромную работу по изучению Мирового океана.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Что дала эта масштабная экспедиция? В первую очередь — новые материалы, которые позволят обнаружить новые закономерности в жизни Южного океана и его островов. Экспедиция закончилась, но проекты продолжаются. По условиям грантов, полученных участниками каждого проекта, они должны подготовить экспедиционные отчеты, а затем в течение года после обработки материалов опубликовать новые данные в ведущих мировых научных изданиях. Конечно же, намечены к проведению и научные конференции, на которых будут обсуждаться эти данные и результаты их анализа.

Здесь необходимо добавить, что и в течение всей экспедиции участники проводили тематические научные семинары и освещали результаты работы по своим исследовательским проектам. Также и организаторами экспедиции были

прочитаны лекции о связи фармацевтики с дарами океана, виноградарстве, пивоварении. На судне действовала местная компьютерная сеть, куда, кроме информации о текущих научных и организационных задачах, выкладывались и записи участников о ходе экспедиции, интересные фотографии, фильмы, снятые профессиональными операторами, интервью, взятые журналистами у членов экспедиции и команды.

Несколько слов об организации научной части экспедиции. Руководству экспедиции стоило большого труда организовать исследования в ограниченном пространстве судна и всего за 90 дней циркумполярного плавания в Южном океане. Многие жаловались на огрехи в организации экспедиции со стороны научного руководителя Дэвида Уолтона. Но все программы были выполнены, а их участники получили новые и интересные результаты.

Надо отметить, что руководство экспедиции и спонсоры принимали участие в экспедиционных мероприятиях, были доступны для общения. Сам основатель фонда Паульсена — Фредерик Паульсен провел на судне все три этапа экспедиции вокруг Антарктиды. Руководителей объединили четыре направления деятельности: издательское (книги по



«Разбудили...»

исследованию полярных областей Земли), фармацевтика (именно через фармацевтические фирмы шло финансирование экспедиции), виноградарство (у некоторых из VIP-персон имеются свои виноградники, что непосредственно было использовано в экспедиции), туризм.

Российское судно и его команда изрядно потрудились для успешного выполнения всех задач экспедиции. Участники всегда были устроены комфортно, насколько это было возможно в судовых условиях. Капитан судна приложил большие

усилия для обеспечения безопасности судна, выполнения всех работ и четкого соблюдения плана рейса. Также и судовая команда сделала все возможное для успешного проведения экспедиции. После окончания антарктической части рейса в Кейптауне эти мнения выразило и руководство экспедиции.

Еще можно отметить, что уровень приборной базы у некоторых российских участников экспедиции, на фоне новейшего научного оборудования и технологий XXI века отбора натурального материала, находившихся в распоряжении западных ученых, был весьма невысоким. Что можно противопоставить такому положению дел? Вероятно, только участие российских ученых в международных проектах, что могло бы дать им возможность использовать эти высокие технологии и современное оборудование.

Несомненно, что эксклюзивные научные результаты экспедиции «АСЕ» окажутся весьма значимыми для развития международной науки на современном этапе.

*Д.Ю. Большаянов (ААНИИ),  
С.Р. Веркулич (ААНИИ).  
Фото предоставлены авторами*