

левых сезонов исследования были прерваны и более не возобновлялись. Это обуславливает отрывочность и неоднозначность имеющейся на данный момент геологической информации об оазисе Бангера и прилегающей территории.

Советскими и российскими учеными за период с 1957 года до 2008 года в оазисе Бангера были проведены многочисленные исследования в области биологии, гляциологии, геоморфологии, гидрологии и других отраслей знаний, но отечественные геологи его больше не посещали. В 53-й РАЭ сотрудниками ПМГРЭ Н.Л. Алексеевым и С.Р. Борзенковым были проведены кратковременные рекогносцировочные геологические исследования геологического строения оазиса Бангера и ледника Денмана. В ходе исследований были намечены пути дальнейшего многолетнего геологического изучения оазиса и прилегающей территории.

ПМГРЭ смогла приступить к реализации этих планов только в 2016 году в период 62-й сезонной РАЭ. В начальном периоде работ сотрудники ПМГРЭ столкнулись с многочисленными сложностями по организации работ в новом районе. Малая продолжительность сезонных работ потребовала высокой интенсивности выполнения операций по обеспечению работ и проведения самих геолого-геофизических исследований. Рейсовое задание НЭС «Академик Федоров» предусматривало выход судна в район бухт Малыгинцев и Миловзорова к северу от Холмов Бангер, что позволило бы проводить выгрузку оборудования и обеспечение геологических работ на минимальном расстоянии в 90–110 км. В ходе работ рейсовое задание было изменено, и обеспечение работ проводилось из бухты Аврора на расстоянии 250 км от полевой базы Оазис, что негативно сказалось на выполнении плана исследований. Кроме того, в силу технических причин вертолет не мог длительно находиться на полевой базе Оазис, что осложнило выполнение авиасанитарных работ на геологических маршрутах.



Участники экспедиции в геологическом маршруте.
Фото П.И. Лунева.

Геологические исследования были проведены в центральной части оазиса в период с 15 января по 20 февраля 2016 года. Поскольку район в целом был уже достаточно обследован в геологическом отношении, современные исследования носили более детальный характер. Они были направлены на изучение истории геологического развития этой территории и включали в себя, в частности, подробные структурно-геологические наблюдения и опробование пород с целью изучения их изотопного состава для определения возраста формирования пород и датирования значимых геологических событий.

В ходе работ 62-й РАЭ было установлено, что породы испытали шесть эпизодов деформаций и связанные с ними как минимум три основных эпизода метаморфизма в условиях, варьирующих от гранулитовой фации до средне-низкотемпературной амфиболитовой фации.

В результате исследований четвертичных образований холмов Бангер было выделено 10 генетических типов отложений. В их число входят: ледниково-морские, прибрежно-морские, озерные, пролювиальные, солифлюкционные, нивальные, золотые, делювиально-коллювиальные и ледниковые отложения краевой и основной морены. Моренные отложения занимают три четверти площади оазиса, перекрывая прерывистым чехлом коренные выходы. На этом фоне выделен ряд как денудационных, так и аккумулятивных форм рельефа. Впервые составлена полевая схематическая карта четвертичных образований с элементами геоморфологических структур. Подтверждены выводы предыдущих исследований о том, что отложения имеют голоценовый и плейстоценовый возраст.

Для изучения оазиса Бангера и прилегающих районов на современном уровне потребуется 5–7 лет. Дальнейшие работы планируется продолжить в западной части оазиса в ходе 63-й РАЭ.

*П.И. Лунев, Д.М. Воробьев, А.В. Киселев
(АО «ПМГРЭ»)*

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МОРЕ АМУНДСЕНА С БОРТА НИС «ПОЛАРШТЕРН» В 62-Й РАЭ

В рамках соглашения по международному обмену научными кадрами мне довелось принять участие в рейсе германского НИС «Поларштерн» PS104, задачей которого было выполнение комплексных исследований в море Амундсена (Западная Антарктика). Экспедиция прошла в феврале–марте 2017 года.

В своем последнем обзоре Межправительственная группа экспертов по изменению климата назвала вклад покровных ледников планеты самым неопределенным элементом при моделировании изменений климата в будущем. В связи с этим встает вопрос о необходимости изучения геологического прошлого двух крупнейших ледников Гренландии и Антарктиды с целью выявления их динамики в изменяющихся условиях окружающей среды. Комплексное изучение районов континентальных окраин

дает необходимый геологический и геофизический материал для разработки моделей развития климата в будущем.

Ледяной покров Западной Антарктики является одним из приоритетных объектов при изучении изменения климата и его последствий. Это обусловлено его высокой активностью и чувствительностью к климатическим изменениям, так как его большая часть лежит ниже современного уровня моря. По различным оценкам, распад и таяние ледяного щита Западной Антарктиды приведет к подъему уровня моря на 3–5 м. Реконструкция динамики ледников Западной Антарктики и оценка сокращения их объема в теплые периоды геологического прошлого дает ключ к пониманию и прогнозу будущих изменений.

Район моря Амундсена в течение последних лет наблюдений показывает значительное увеличение скоростей истончения, потери объемов льда и отступления границы простираения шельфовых ледников. При возможном разрушении Западно-Антарктического ледяного щита, а это ситуация, которую сейчас моделируют для теплых межледниковий в геологическом прошлом (Pollard D., DeConto R.M. Modelling West Antarctic ice sheet growth and collapse through the past five million years // Nature. 2009. Vol. 458 (7236). P. 329–332), огромный объем пресной воды поступит в Мировой океан, что приведет к серьезному повышению его уровня.

За последние три года произошло два откола крупных айсбергов от ледника Пайн-Айленд, последний из которых случился уже после экспедиции. Углубленное понимание процессов, вызывающих значительное и быстрое отступление линии налегания шельфового ледника, позволит улучшить как модели поведения ледяного щита в геологическом прошлом, так и способы предсказания будущих изменений условий окружающей среды.

Основной целью морских работ являлось изучение динамики ледяного покрова моря Амундсена в геологическом прошлом на основе бурения осадочных толщ, залегающих под углом и последовательно обнажающихся на шельфе (дополнительная информация о методике бурения подводной буровой установкой MeBo см. <https://www.marum.de/en/Infrastructure/Sea-floor-drill-rig-MARUM-MeBo70.html>), донного опробования, сейсмопрофилирования и исследований рельефа дна с помощью многолучевого эхолота и профилографа. Дополнительно были проведены работы по измерению тепловых потоков, измерению магнитных аномалий, геологические и геодезические работы на островах. В соответствии с задачами экспедиции были определены следующие рабочие группы: группа, обслуживающая подводную буровую установку MeBo; геологическая группа; геофизическая группа; группа наблюдения за морскими млекопитающими.

В ходе рейса я участвовала в работе геофизической группы. Основной задачей была корреляция данных бурения на основе сейсмического профилирования для выявления стратиграфической модели отложений бассейна моря Амундсена. Крестообразное расположение профи-

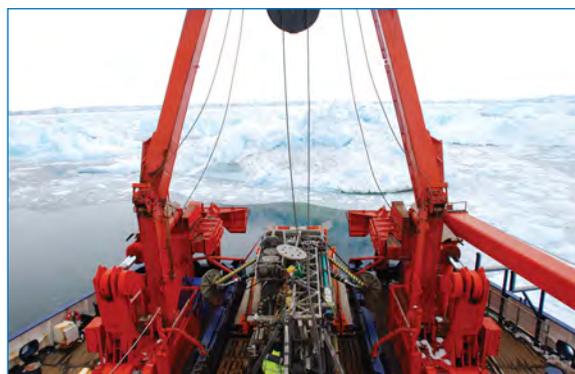


Космический снимок кромки шельфового ледника Пайн-Айленд, где произошел откол крупного айсберга, названного Stef Lhermitte. Снимок сделан спутником "Sentinel1", на котором используется радар с синтезированной апертурой.



Разломы в шельфовом леднике Пайн-Айленд. Фото В.К. Афанасьевой.

Подводная буровая установка MeBo, залив Пайн-Айленд. Фото В.К. Афанасьевой.



лей в местах бурения даст возможность создать трехмерные изображения распространения толщ в районе и проэкстраполировать результаты бурения на весь регион. Датировки отобранного с помощью донной буровой установки материала позволят построить возрастную модель осадконакопления для данного региона.

Было получено 11 колонок из 9 точек общей длиной 57 метров; кроме того, было проведено 45 станций проботбора гравитационной трубкой, дночерпателем, многоцелевым проботборником; было выполнено 33 геофизических профиля общей длиной 737 км (Gohl K. The Expedition PS104 of the Research Vessel

POLARSTERN to the Amundsen Sea in 2017: Berichte zur Polar- und Meeresforschung Reports on polar and marine research, Bremerhaven, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research. 2017. Vol. 712. 100 p.). Кроме того, были заполнены пробелы в батиметрической съемке шельфа моря Амундсена, и проведены работы по геологическому картированию окрестных островов и описанию геологических обнажений, геодезические работы по измерению скоростей гляциостатического поднятия, магнитометрические работы и работы по измерению тепловых потоков. В результате анализа и интерпретации полученных в ходе экспедиции материалов будет смоделирована история оледенения этого сектора Антарктиды, а также будут продолжены работы по детальной реконструкции отступления ледяного покрова с шельфа моря Амундсена после окончания последнего ледникового максимума около 12 тыс. л.н.

Эта была долгожданная экспедиция для всех участников, т.к. она планировалась еще на сезон 2014/15 года, но из-за поломки судна ее пришлось отложить на целых два года. Проведенные работы являются отличным примером комплексных исследований района, где, несмотря на определенные приоритеты, были задействованы все возможности для получения большего количества разноплановых материалов. Помимо этого, она уникальна первым опытом использования подводной буровой установки MeBo в условиях антарктического шельфа.

Путь из порта Пунта-Аренас до континентального шельфа составил семь дней, работа на полигоне — четыре недели. Как и ожидалось, наиболее сложными с технической точки зрения оказались работы с использованием подводной буровой установки

МеВо. Большую часть работ по бурению пришлось завершить досрочно, основными причинами были погодные условия, ледовая обстановка (приближение айсбергов или ухудшение видимости, что не позволяло оценить возможность приближения айсберга) или технические неполадки. Неожиданно существенным фактором стал сильный стоковый ветер, дующий с ледяной шапки континента. Эти ветра были настолько сильны, что мощности судовых двигателей не хватало для удержания судна на месте — условие, необходимое для проведения донного бурения.

Наблюдая со стороны, можно было оценить, насколько сложно спланировать подобные рейсы, оценить все риски и продумать возможные запасные ходы. Этот сектор Западной Антарктики является одним из самых сложных с точки зрения погодных условий. Только в последнее десятилетие шельф моря Амундсена достаточно освобождается ото льда для проведения комплексных исследований. Строго следовать плану так и не удалось, даже запасные планы не очень помогли. В нашем случае огромную роль сыграло большое количество опытных исследователей на борту, которые координированно принимали совместные решения и делились идеями. Именно это междуна-

родное сотрудничество позволило принимать грамотные решения и получить максимальное количество материала для дальнейшего изучения, учитывая сложившиеся условия.

Несмотря на сложности, возникшие в ходе экспедиции, это был успешный опыт испытания подводной буровой установки в условиях антарктического шельфа. Кроме того, результаты анализа полученных материалов в скором будут опубликованы, и у всего международного научного антарктического сообщества будет возможность ознакомиться с этими работами в преддверии запланированного на 2019 год глубоководного бурения по проекту № 379 IODP в районе шельфа моря Амундсена. Мое участие в этой экспедиции позволило начать работу по совместному проекту между ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Институтом Альфреда Вегенера (Германия) и Британской антарктической службой по изучению позднеголоценовой динамики шельфового ледника Пайн-Айленд (море Амундсена, Западная Антарктика) на основе колонковой пробы донных отложений, а также наладить связи для дальнейшего сотрудничества в Антарктике.

*В.К. Афанасьева
(ФГБУ «ВНИИОкеангеология»)*

ПТИЦЫ, ЛЮДИ И ПЛАСТИК

О РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТ ПО МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ ЭКСПЕДИЦИИ «ОТКРЫТЫЙ ОКЕАН: АРХИПЕЛАГИ АРКТИКИ-2017 – ПО СЛЕДАМ «ДВУХ КАПИТАНОВ»»

В летний сезон 2017 года на островах Баренцева моря состоялась очередная научно-практическая экспедиция, организованная Ассоциацией «Морское наследие: исследуем и сохраним» (Санкт-Петербург) в рамках проекта по изучению и сохранению морского природного и культурного наследия «Открытый океан». В предыдущем номере мы рассказали о выполнении историко-культурной части программы экспедиции «Открытый океан: Архипелаги Арктики-2017» (O2A2-2017), в данном сообщении приведено описание и предварительные результаты естественно-научного блока программы.

Вся экспедиция заняла период с 13 июля по 5 сентября и проходила в два этапа с частичной сменой экипажа в Мурманске. В выполнении естественно-научных работ принимали участие сотрудники Музея Мирового океана, НИИ общей патологии и патофизиологии, ММБИ РАН, при активной поддержке членов экипажа и Ассоциации «Морское наследие».

Задачи и районы проведения программы медико-биологических и экологических работ экспедиции O2A2-2017:

- выполнение работ в рамках международной программы МОРТРЭК по изучению миграций морских птиц на Новой Земле;
- фаунистические наблюдения за птицами и млекопитающими по ходу всей экспедиции;
- медико-биологические исследования адаптационных возможностей человека в экстремальных условиях. Выполнены на втором этапе экспедиции во время работ на Земле Франца-Иосифа (ЗФИ);
- сбор биологического материала для вирусологических исследований птиц и млекопитающих. Выполнены на втором этапе экспедиции во время работ на ЗФИ;
- оценка загрязнения прибрежной зоны высокоарктических архипелагов пластиковым и иным мусором. Основные работы выполнены на ЗФИ;

– сбор натуральных и медийных материалов для комплектования фондов Музея Мирового океана, просветительской работы через СМИ и музейные площадки.

Проект МОРТРЭК и фаунистические наблюдения. На двух пробных площадках Новой Земли продолжены работы по международному проекту МОРТРЭК. Ключевые виды проекта на Новой Земле — два наиболее массовых вида морских колониальных птиц Баренцева моря: толстоклювая кайра и моевка. В этом сезоне удалось снять 35 и 6 геолокаторов, установленных ранее на кайр и моевок соответственно. Поставлено еще 46 датчиков на кайр и 25 на моевок. Данные, полученные в новоземельских колониях в прошлые годы, показали важность юго-восточной части Баренцева моря и сопредельного района Карского моря для толстоклювых кайр в течение всего годового цикла. Это первые прямые данные о внегнездовых местообитаниях кайр Новой Земли.

Параллельно с мечением в районах пробных площадок выполнены учеты численности в гнездовых колониях морских птиц. На Новой Земле и ЗФИ проведены общие фаунистические наблюдения за птицами и млекопитающими. Сезон 2017 года на островах, как и на материковом побережье Баренцева моря, был поздним, для ряда видов — малоуспешным. Это нашло отражение в поздних сроках гнездования многих видов птиц. Снижение успеха размножения бургомистров из-за летних снегопадов удалось проследить по попутным данным фотоловушек, установленных в прошлом году на Оранских островах для слежения за морскими млекопитающими. Полностью полученные данные по моржам и белым медведям будут проанализированы специалистами Совета по морским млекопитающим, которым передано демонтированное оборудование. Особое внимание в экспедиции было уделено регистрациям встреч редких и охраняемых видов — белого медведя, гренландского кита, атлантического моржа, белой чайки. Проведены мониторинговые учеты в старейшей