



# РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 3 (21)  
2015 г.

ISSN 2218-5321

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК



## В НОМЕРЕ:

### ОФИЦИАЛЬНАЯ ХРОНИКА

Особое внимание — Арктике .....	3
Вручение наград полярникам .....	3

### АКТУАЛЬНОЕ ИНТЕРВЬЮ

<i>В.В. Лукин.</i> Российская антарктическая экспедиция — юбилейные даты, открытия, проблемы и перспективы .....	4
--	---

### ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

<i>С.Н. Табырца, Н.Е. Леонова, О.Ю. Корнеев.</i> Комплексная геофизическая экспедиция «Арктика-2014» .....	11
<i>П.И. Лунев.</i> Сейсмические исследования над акваторией озера Восток (Центральная Антарктида) и основные результаты работ методом преломленных волн 60-й РАЭ. ....	13
<i>М.П. Андреев.</i> Биологические исследования в южной части антарктических гор Принс Чарльз .....	16
<i>И.А. Немировская, А.Н. Новигатский, З.Ю. Реджепова.</i> Геохимические исследования в 47-м рейсе НИС «Академик Иоффе» .....	20
<i>М.В. Гаврило.</i> Сезон кита. О некоторых результатах экспедиционных работ на территории заказника «Земля Франца-Иосифа» по гранту Русского географического общества .....	23
<i>А.К. Платонов.</i> Летний полевой сезон на Ямале .....	25

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

<i>С.В. Попов, С.П. Поляков, С.С. Пряжин, В.Л. Мартьянов, В.В. Лукин.</i> Применение гляцио-геофизических методов для обеспечения безопасности логистических операций в Антарктиде .....	29
<i>Д.О. Доронин, Н.М. Куприков, А.К. Павлов, Б.В. Иванов.</i> Использование новых средств измерений для мониторинга окружающей среды в водах Южного океана .....	32
<i>А.Н. Морозов, Г.Н. Антоновская, Я.В. Конечная, В.Г. Дмитриев.</i> Новые технологии мониторинга вариаций параметров сейсмического режима в Западной Арктической зоне РФ .....	34

### МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

<i>В.В. Лукин, В.Н. Помелов, С.Ю. Тарасенко.</i> Мирный атом покинул Антарктиду .....	36
---	----

### КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, ЗАСЕДАНИЯ

<i>С.М. Прямыков.</i> Ежегодная Международная неделя арктической науки 2015 г. ....	39
<i>В.В. Лукин.</i> Договор об Антарктике — пример сотрудничества во имя мира .....	40
<i>А.В. Козачек, Ю.А. Шibaев.</i> Лазерные анализаторы изотопного состава воды в науках о Земле. Рабочий семинар ЛИКОС. ....	43
<i>П.А. Филин.</i> Морской праздник на Неве — II Фестиваль ледоколов .....	44

### ДАТЫ

<i>Ю.В. Виноградов.</i> А.Ф. Миддендорф — исследователь Русского Севера. К 200-летию со дня рождения А.Ф. Миддендорфа и 170-летию основания Русского географического общества .....	46
<i>Д.А. Суркова.</i> Экспедиция В.Я. Чичагова .....	49

### КНИЖНАЯ ПОЛКА

<i>М.В. Гаврило.</i> Знакомьтесь — морское природное наследие России. ....	51
--	----

### РЕДКОЛЛЕГИЯ:

А.И. Данилов (главный редактор)  
тел. (812) 337-3102, e-mail: aid@aari.ru

А.К. Платонов (ответственный секретарь редакции)  
тел. (812) 337-3230, e-mail: alexplat@aari.ru

И.М. Ашик, С.Б. Балясников, М.В. Гаврило, М.В. Дукальская,  
А.В. Клепиков, С.Б. Лесенков, П.Р. Макаревич, В.Л. Мартьянов,  
А.А. Меркулов, Н.И. Осокин, С.М. Прямыков, В.Т. Соколов,  
А.Л. Титовский, Г.А. Черкашов

Литературный редактор Е.В. Миненко  
Выпускающий редактор А.А. Меркулов

### РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 3 (21) 2015 г.

ISSN 2218-5321

Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды  
ГНЦ РФ Арктический и антарктический  
научно-исследовательский институт  
199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38

Типография «Моби Дик»  
191119, Санкт-Петербург, ул. Достоевского, 44  
Заказ № \_\_\_\_\_. Тираж 350 экз.

Мнение редакции может не совпадать с позицией автора.

Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать материал.

Редакция не несет ответственности за достоверность сведений, изложенных в публикациях и новостной информации.

На 1-й странице обложки: вверху — ледовая разведка в районе антарктической станции Прогресс (фото А.И. Нагаева); внизу — антарктическая станция Дружная (фото А.И. Нагаева). На 4-й странице обложки: взятие биопсии у моржей. Бухта Тихая, заказник «Земля Франца-Иосифа» (фото М.В. Гаврило).



## ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ — АРКТИКЕ

Президент РФ Владимир Путин подписал новую редакцию Морской доктрины РФ, которая предусматривает в числе прочего укрепление национальной безопасности в Арктике и сохранение лидирующих позиций России в освоении региона. Речь идет в том числе о добыче полезных ископаемых в открытом океане и прибрежной зоне.

«Снижение угроз национальной безопасности Российской Федерации и обеспечение стратегической стабильности в Арктическом регионе... упрочение лидирующих позиций Российской Федерации в изучении и освоении морских пространств Арктики», — излагается в Морской доктрине, которая опубликована на сайте <http://kremlin.ru/events/president/news/50060>.

Обновленная доктрина была представлена вице-премьером Дмитрием Рогозиным на совещании в Балтийске, которое прошло 26 июля на борту фрегата «Адмирал флота Советского Союза Горшков». В документе

говорится о четырех функциональных и шести региональных направлениях морской деятельности России.

Как пояснил Рогозин, четыре функциональных направления — это военно-морская деятельность, морской транспорт, морская наука, а также освоение месторождений полезных ископаемых в море и на шельфе. Шесть региональных направлений — это атлантическое, арктическое, тихоокеанское, Индийский океан, Каспий и новое направление — антарктическое.

В Арктике особое внимание планируется уделить развитию Северного морского пути. Россия должна воссоздать свой атомный ледокольный флот. Рогозин рассказал, что уже началась постройка мощных ледоколов «Арктика», «Сибирь» и «Урал». Сдача этих кораблей запланирована в 2017, 2019 и 2020 годах соответственно.

*По материалам информагентств и сайта <http://kremlin.ru/events/president/news/50060>*

## ВРУЧЕНИЕ НАГРАД ПОЛЯРНИКАМ

15 июля 2015 г. в Москве на заседании Коллегии Росгидромета состоялось вручение государственных наград сотрудникам Российской антарктической экспедиции, принявшим участие в работах по экологически чистому проникновению в антарктическое подледниковое озеро Восток 5 февраля 2012 г.

Указом Президента Российской Федерации от 21 августа 2012 г. №1176 орденом «За морские заслуги» награжден начальник станции Восток 56-й РАЭ А.В. Туркеев, орденом Почета — ведущий метеоролог станции Восток 56-й РАЭ В.Н. Заровчатский, ведущий инженер по транспорту станции Прогресс 56-й РАЭ С.Ю. Зыков и инженер-буровик станции Восток 57-й РАЭ И.О. Шпанский.

Медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени награждены врач-хирург станции Прогресс 57-й РАЭ С.В. Григорьев и начальник ДЭС станции Восток 57-й РАЭ С.А. Кушеверский.

Вручение наград полярникам в 2015 г. было связано с их очередным участием в работах РАЭ, когда они находились в Антарктиде и не смогли участвовать в торжественной церемонии в июне 2014 г.

Государственные награды от имени Президента Российской Федерации вручил руководитель Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды А.В. Фролов, который также поздравил награжденных от имени Коллегии Росгидромета. В адрес полярников были зачитаны приветственные поздравительные телеграммы, поступившие из Антарктиды от их коллег-полярников 60-й РАЭ, работающих в настоящее время на станциях Восток, Прогресс и Новолазаревская.

От имени коллектива ААНИИ сердечно поздравляю наших товарищей и коллег с заслуженными высокими государственными наградами.

*В.В. Лукин  
(зам. директора ААНИИ, начальник РАЭ)*

По завершении награждения. Фото предоставлено пресс-службой Росгидромета.



## РОССИЙСКАЯ АНТАРКТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ — ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ, ОТКРЫТИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



Валерий Владимирович Лукин начал работать в отделе океанологии АНИИ после окончания Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова с конца августа 1970 г. в должностях младшего научного сотрудника, старшего инженера, старшего научного сотрудника.

С апреля 1991 г. по настоящее время возглавляет Российскую антарктическую экспедицию, являясь заместителем директора АНИИ. С 1971 по 1990 г. принял участие в двадцати одной арктической экспедиции (15 воздушных высокоширотных, 4 морских экспедиции и 2 дрейфующие станции СП-22 и СП-29). В 1992 г. был начальником российско-американской дрейфующей станции «Уэдделл-1». Всего с 1991 по 2014 г. был участником двадцати САЭ–РАЭ.

В.В. Лукин является автором более 150 научных и научно-популярных статей, посвященных гидрологическому режиму Арктического бассейна, подледниковому озеру Восток, истории полярных исследований и геополитических интересов стран в Антарктике, а также двух монографий (2002 и 2006 гг.).

Принимал участие в работе 23-х Консультативных совещаний по Договору об Антарктике, 20 ежегодных совещаниях Совета управляющих национальных антарктических программ, восьми Открытых конференциях Научного комитета антарктических исследований и двух сессиях Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики.

*60 лет назад — 30 ноября 1955 года — из Морского торгового порта г. Калининграда к берегам Антарктиды вышел дизель-электроход «Обь» с участниками Первой комплексной антарктической экспедиции. В связи с грядущим юбилеем редколлегия нашего журнала обратилась к начальнику РАЭ Валерию Владимировичу Лукину с просьбой ответить на несколько вопросов.*

*Валерий Владимирович, в этом году исполнилось 95 лет АНИИ. Какие юбилейные даты в ближайшее время у Российской антарктической экспедиции?*

13 июля 1955 г. Совет Министров СССР опубликовал Постановление об организации Комплексной антарктической экспедиции Академии наук СССР. Научное руководство экспедиции поручалось Академии наук СССР, а логистическая поддержка — Главному управлению Северного морского пути (ГУМСП) Минморфлота СССР, в структуру которого входил тогда наш Арктический НИИ. 12 августа 1955 г. Президиум Академии наук СССР своим Постановлением № 445 и Минморфлот СССР своим приказом от 20 августа № 225-л назначили заместителя директора АНИИ Героя Советского Союза М.М. Сомова начальником Первой Комплексной антарктической экспедиции (КАЭ) Академии наук СССР.

16 сентября 1955 г. Президиум Академии наук СССР своим Постановлением учредил Совет по антарктическим исследованиям, его председателем был назначен академик И.П. Бардин.

18 ноября 1955 г. Президиум Академии наук СССР Постановлением № 600 утвердил Программу работ и основные цели КАЭ. А уже 30 ноября того же года из Морского торгового порта г. Калининграда в свой первый антарктический рейс вышел дизель-электроход «Обь». Его капитаном был назначен капитан дальнего плавания И.А. Ман.

Разгрузка д/э «Обь» на рейде Мирного. 1956 г.  
Фото из архива РГМАА.

12 февраля 1956 г. участники Первой КАЭ и члены экипажа д/э «Обь» в торжественной обстановке на Берегу Правды на побережье моря Дэвиса подняли государственный флаг СССР над первой советской антарктической станцией Мирный, названной в честь шлюпа Русской Южно-полярной экспедиции Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева 1819–1821 гг. После этого события 12 февраля считается официальной датой начала регулярных отечественных исследований Антарктики.

*Какова была роль нашего института в организации и проведении Советских и Российских антарктических экспедиций?*





Как уже говорилось, научное руководство работ КАЭ в период с 1955 по 1958 г. осуществлялось Академией наук СССР. Это было связано с проведением исследований и работ по программе Международного геофизического года (МГГ) 1957/58 г. В связи с завершением 31 декабря 1958 г. работ по программе МГГ, Совмин СССР Распоряжением от 25 июня 1958 г. передал функции руководства КАЭ от Академии наук СССР Главсевморпути (ГУСМП) Минморфлота СССР. Этим же Распоряжением Арктический НИИ был переименован в Арктический и антарктический НИИ (ААНИИ), а при Академии наук СССР была образована Межведомственная комиссия по антарктическим исследованиям. Ее первым председателем был назначен академик Г.А. Авсюк.

Переименование нашего института в ААНИИ означало не только создание еще одного вектора научных исследований, но и возложение на институт функций по планированию, подготовке и проведению очередных Советских антарктических экспедиций (САЭ). Конкретное выполнение этих задач было начато в 1959 г., когда в структуре института стала функционировать оперативная группа КАЭ, которую возглавил профессиональный полярник с довоенным стажем А.П. Кибалин.

Фактически работы по подготовке и проведению антарктической экспедиции ААНИИ начал с 1959 г. перед организацией 5-й КАЭ. В четырех первых экспедициях состав сотрудников нашего института был явно немногочисленным. Так, в 1-й КАЭ из 228 членов экспедиции 14 представляли наш институт, во 2-й КАЭ эти показатели составляли 387 и 14 человек, а в 3-й и 4-й КАЭ — 321 и 16, 146 и 13 человек соответственно. Таким образом, процентный вклад сотрудников первых четырех КАЭ в общую численность экспедиции составлял от 4 до 9%. Однако представители ААНИИ в этих экспедициях занимали основные руководящие должности — начальников экспедиции, станций и отрядов. Коренное изменение в представительстве института в составе экспедиции началось с 5-й КАЭ, когда из 133 членов экспедиции 92 представляли наш институт. Это соответствовало уже 69%. Данные изменения в основном были связаны с тем, что через отдел кадров ААНИИ в КАЭ зачислялись большинство логистических специалистов (механики, электрики, радиооператоры, водители, врачи, повара, строители и т.д.). Известно, что соотношение научных и логистических специалистов в антарктических экспедициях любых стран, как правило, составляет 1:3 или 1:4.

18 мая 1963 г. ААНИИ вместе с САЭ Постановлением Совмина СССР был переведен из структуры Минморфлота СССР в ведение Главного управления гидрометеорологической службы (ГУ ГМС) при Совмине СССР. 7 августа 1992 г. Указом Президента Российской Федерации «О Российской антарктической экспедиции» № 824 Советская антарктическая экспедиция была переименована в Российскую антарктическую экспедицию (РАЭ), а руководство и контроль за ее деятельностью были возложены на Росгидромет. Таким образом, с 1963 г. по настоящее время деятельностью САЭ — РАЭ руководит гидрометеорологическая служба страны.

Это обстоятельство, как и руководство КАЭ ГУСМП с 1958 по 1963 г., вызывало серьезную озабоченность в научных академических кругах. Научное сообщество выражало опасение, что с изменением ведомственной подчиненности задачи, решаемые национальной антарктической экспедицией нашей страны, потеряют свою широту и размах. Однако эти опасения не подтверди-

лись. Во все времена КАЭ—САЭ—РАЭ были и продолжают оставаться национальными комплексными межведомственными антарктическими экспедициями СССР и Российской Федерации, несмотря на то, что решение логистических задач экспедиции уже с 1958 г. сосредоточены в ААНИИ. В Уставе нашего института, учредителем которого является Росгидромет, вполне естественно отсутствуют работы по многим научным направлениям, выполняемым в рамках ежегодных очередных САЭ—РАЭ. К таким видам натурных исследований относятся геологические, биологические дисциплины, производство геодезических, гидрографических и картографических работ, некоторые виды геофизических исследований (сейсмика, гравика, изучение магнитного поля земной коры, радиолокация), рыболовственные научные исследования, обеспечение задач спутниковой навигации и т.д. Именно поэтому РАЭ не является структурным подразделением ААНИИ, в него входит лишь логистический центр РАЭ. Это обстоятельство очень часто не учитывается представителями других научных организаций, в том числе и некоторыми сотрудниками ААНИИ.

5 июня 2012 г. был подписан и вступил в силу Федеральный Закон «О регулировании деятельности российских граждан и российских юридических лиц в Антарктике» № 50-ФЗ. Одним из положений этого законодательного акта была необходимость назначения государственного оператора Российской Федерации в Антарктике. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 октября 2012 г. №1872-р таким государственным оператором был назначен ААНИИ, который, начиная с этого момента, отвечает за все аспекты практической деятельности нашей страны в регионе, расположенном к югу от параллели 60° ю. ш., выполняемые по государственному заказу. Таким образом, ААНИИ отвечает за все научные, логистические и внешнеполитические задачи, которые ежегодно выполняет РАЭ в этом регионе. Внешнеполитические задачи в Антарктике РАЭ выполняются на основании подпункта «р» пункта 1 Указа Президента Российской Федерации «О мерах по реализации внешнеполитического курса Российской Федерации» от 7 мая 2012 г. № 605.

*Какие открытия были сделаны нашими соотечественниками и сотрудниками ААНИИ в Антарктике?*

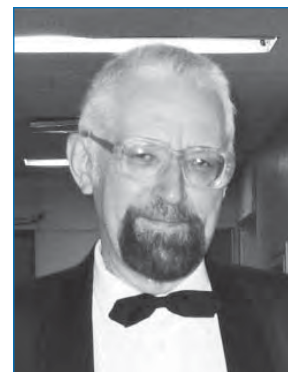
Простой и одновременно сложный вопрос. Дело в том, что следует различать экспедиционные и фундаментальные, а также официальные и неофициальные научные открытия. К экспедиционным в первую очередь относятся открытия некоторых до этого неизвестных географических объектов (мысов, заливов, берегов, горных вершин и хребтов, впадин и котловин, озер), признаков присутствия полезных ископаемых, новых видов живых организмов, экстремальных метеорологических, океанографических и геофизических параметров. Однако факты этих экспедиционных открытий должны быть подтверждены и зарегистрированы специальными национальными и международными комиссиями или комитетами. Некоторые из таких открытий становятся очевидными только в результате аналитических исследований, проводимых в научных лабораториях или при сопоставлении с историческими архивными данными и официальными информационными базами. Но это еще полдела. Официальный статус научного открытия подтверждается специальным дипломом, выдаваемым



А.Д. Сытинский.



Е.С. Короткевич.



О.А. Трошичев.

Международной ассоциацией научных открытий и в нашей стране Российской академией естественных наук. Последняя является ассоциативным членом вышеназванной международной организации. Именно эти организации проводят необходимый патентный и библиографический поиск, подтверждающий факт открытия, который не был опубликован ранее другими исследователями. Это очень длительный, сложный и дорогостоящий процесс, поэтому далеко не каждый первооткрыватель проходит его до конца. Может быть именно поэтому многие из реальных научных открытий так и не получили необходимого официального признания.

Известно, что отечественные исследователи Антарктики получили 4 официальных диплома, подтверждающих статус их научного открытия. Первым из них был геофизик отдела антарктических исследований ААНИИ Александр Дмитриевич Сытинский — сотрудник 1-й КАЭ, участник Парада Победы в Великой Отечественной войне 21 июня 1945 г. на Красной площади в Москве. Он открыл явление антарктических микросейсм (короткопериодные колебания земной коры с малой амплитудой, вызванные прохождением крупных атмосферных и океанических образований, а также обрушением айсбергов). Затем творческий коллектив сотрудников Института микробиологии АН СССР, Ленинградского горного института и ААНИИ (заместитель директора Евгений Сергеевич Короткевич) открыл явление анабиоза микроорганизмов в ледниковом покрове центральных районов Восточной Антарктиды. В дальнейшем коллектив отдела геофизики ААНИИ во главе с Олегом Александровичем Трошичевым открыл механизм влияния геофизических полей неэлектромагнитного происхождения на скорости биохимических реакций, тем самым показав принципы воздействия геофизических процессов на живые организмы. Наконец, в декабре 2014 г. диплом о научном открытии «Явление послынного течения масс льда ледникового покрова Антарктиды» Международной академии авторов научных открытий и изобретений «Международная ассоциация авторов научных открытий» Российской академии естественных наук получили члены творческого коллектива сотрудников Санкт-Петербургского горного университета, Института географии Российской академии наук, Московского государственного университета им. М.И. Ломоносова и ААНИИ (заместитель директора Валерий Владимирович Лукин).

В то же время многие реальные открытия наших соотечественников в Антарктике заслуживают еще большего внимания, чем открытия, подтвержденные дипломами. В первую очередь это относится к открытию уникального природного водоема в Антарктиде — под-

ледникового озера Восток, которое официально было сделано в 1994 г. Затем эти научные работы были продолжены совместными усилиями геофизиков Полярной морской геологоразведочной экспедиции Роснедр (г. Ломоносов), Петербургским институтом ядерной физики (г. Гатчина) и ААНИИ в рамках натуральных исследований по программам РАЭ в период с 1995 по 2008 г.

Кроме того, известным в научных кругах всего мира стало внедрение заведующим отдела геофизики ААНИИ О.А. Трошичевым интегрального индекса состояния активности околоземного магнитного поля — РС-индекса.

Многим специалистам и представителям СМИ широко известен факт регистрации абсолютного минимума приземной температуры воздуха  $-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , зафиксированного метеорологами антарктической станции Восток (В.Л. Карпук и К.Г. Лазарев) 23 июля 1983 г.

Несомненно, что у сотрудников РАЭ и российских ученых впереди еще много интереснейших открытий, которые просто ждут своего часа.

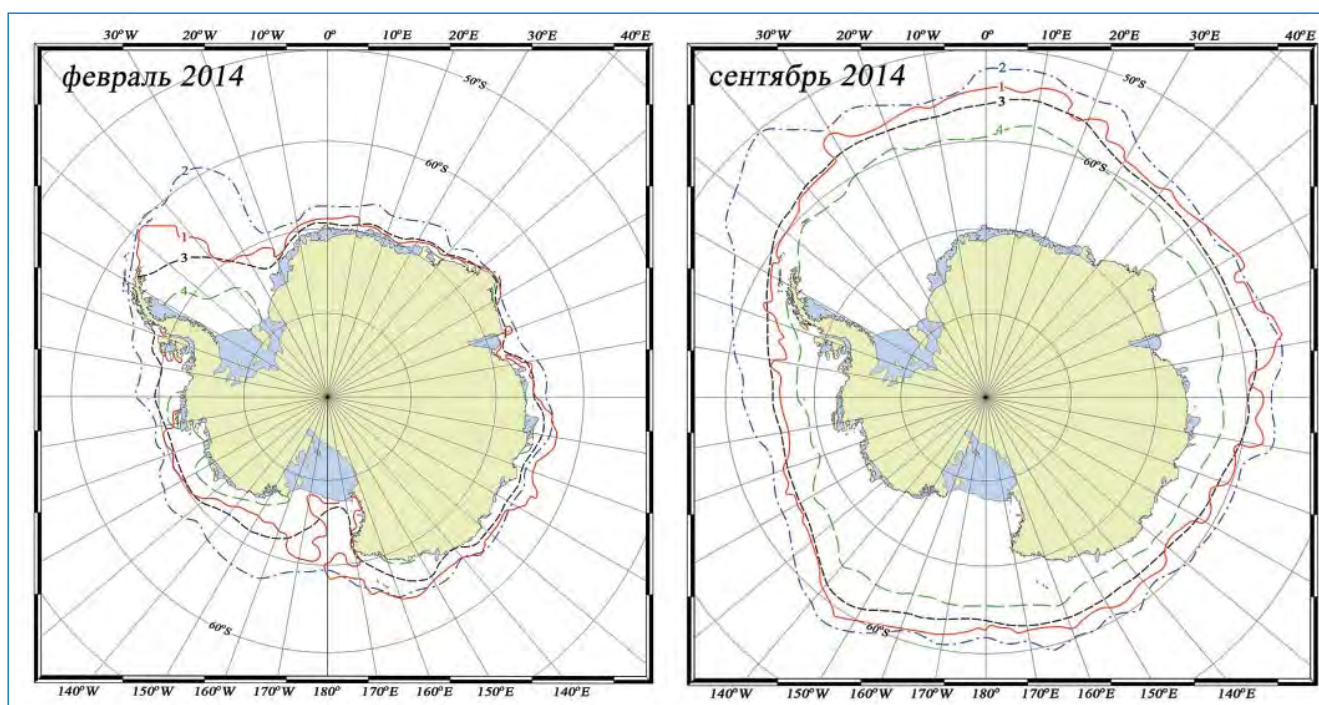
*В мае этого года в г. Санкт-Петербург вернулись участники 59-й зимовочной и 60-й сезонной РАЭ. Какие наиболее интересные результаты этих экспедиций можно выделить?*

Традиционно работы зимовочного состава РАЭ направлены на:

- выполнение программ наблюдений по комплексному мониторингу окружающей среды Антарктики;
- ремонтно-строительные работы на антарктических станциях;
- проведение логистических мероприятий по подготовке антарктических транспортных операций в предстоящем летнем сезоне;
- выполнение природоохранных мероприятий на российских антарктических станциях.

К основным итогам выполнения комплексной программы мониторинга окружающей среды за 2014 г. можно отнести следующие:

- Значение среднегодовой температуры воздуха в Антарктике за период с 1957 по 2014 г. показывает тенденцию ее повышения на большинстве станций в Антарктиде, при этом наиболее существенная положительная аномалия отмечается в районе Антарктического полуострова (до  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 46 лет). В то же время на ряде станций, расположенных в атлантическом секторе Антарктики, в последние годы начала отмечаться тенденция к понижению температуры воздуха (до  $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 58 лет). По результатам анализа этих тенденций можно говорить о том, что пока сохраняется постепенно ослабляющаяся динамика потепления в Антарктике.



Среднемесячное (1) положение внешней, северной кромки морского льда в феврале и сентябре 2014 г. относительно ее максимального (2), среднего (3) и минимального (4) распространения в Южном океане за многолетний период.

— Ледовый массив Южного океана, окружающий Антарктику, в последние годы увеличивается. В 2014 г. разрастание ледового пояса протекало настолько интенсивно, что в Южном океане в течение всего периода с апреля по сентябрь отмечалась рекордная ледовитость. Площадь распространения ледяного покрова постоянно превышала норму в среднем на 1 млн км<sup>2</sup> (10 %). В середине сентября был зарегистрирован абсолютный максимум ледовитости, достигшей площади 20,1 млн км<sup>2</sup>, что на 1,5 млн км<sup>2</sup> больше среднегогодового значения.

— Наблюдения за содержанием озона в атмосфере Антарктики показывают, что тенденция разрастания так называемой «озоновой дыры» сменилась в последние годы на ее стабилизацию. Так, в 2014 г. ее площадь была практически такой же, как в 2013 г. (24,0 млн км<sup>2</sup>). Дефицит массы озона в весенний период 2014 г. достиг максимума 30,1 мегатонн 1 октября, что больше, чем было зафиксировано в 2013 г. (24,6 мегатонн) и в 2012 г. (21,6 мегатонн), но меньше, чем в 2011 г. (36,8 мегатонн).

Основными задачами сезонной 60-й РАЭ были:

- работы по материально-техническому снабжению и смене персонала круглогодичных станций Мирный, Восток, Прогресс, Новолазаревская и Беллинсгаузен;
- организация и проведение научных сезонных исследований на российских антарктических станциях, сезонных полевых базах Молодежная и Дружная-4, НЭС ААНИИ «Академик Федоров» и НИС ПМГРЭ Роснедр «Академик Александр Карпинский»;
- выполнение авиационной поддержки деятельности экспедиции (меж- и внутриконтинентальные полеты) и внутриконтинентальных санно-гусеничных походов;
- удаление отходов жизнедеятельности отечественных антарктических станций и сезонных полевых баз за пределы Антарктиды.

Все основные задачи сезона 60-й РАЭ были выполнены. К числу ее наиболее интересных результатов можно отнести следующие:

— на станции Восток 25 января 2015 г. было осуществлено повторное (после 5 февраля 2012 г.) проникновение в водный слой подледникового озера. На этот раз буровым специалистам удалось в начале февраля 2015 г. отобрать пробы вновь замерзшей озерной воды, поднявшейся вверх по стволу скважины в верхнем 13-метровом интервале. Полученные образцы ледяных кернов доставлены в Санкт-Петербург для проведения дальнейших изотопных, химических и микробиологических анализов. При повторном проникновении в озеро были учтены методические ошибки февраля 2012 г., что позволило достигнуть реального управления и контроля высоты подъема озерной воды по стволу скважины;

— были получены новые данные по геологическому строению горных массивов Раймилл и Стинир в труднодоступной южной части гор Принца Чарльза. Продолжены работы по аэрогеофизической съемке подледникового рельефа Земли Принцессы Елизаветы;

— проведены комплексные океанографические исследования на акватории моря Содружества и пролива Дрейка;

— начаты работы по размещению на станциях РАЭ нового поколения оборудования наземного комплекса системы ГЛОНАСС;

— впервые проведены совместные работы специалистов из России, Новой Зеландии и США по изучению вечной мерзлоты оазиса Сухие долины, где предположительно находятся самые древние мерзлотные породы на нашей планете с возрастом более 30–40 млн лет. Было пробурено 10 скважин с отбором стерильных мерзлых образцов грунта для геологических и микробиологических исследований в рамках международного проекта «Примитивная жизнь замерзшего континента — недостающее звено в расшифровке изменения климата»;

— были продолжены совместные российско-германские работы по определению векторов скорости движения ледников во внутриконтинентальных районах Антарктики и над акваторией подледникового озера Восток;



— одной из наиболее сложных работ экспедиции стал вывоз из Антарктики использовавшихся в прошлом радиоизотопных термоэлектрогенераторов на утилизацию в России. Данные работы выполнялись в рамках совместной российско-американской программы.

В целом задачи сезонной 60-й РАЭ были выполнены успешно и в полном объеме, а результаты дальнейшей камеральной и лабораторной обработки полученных полевых материалов будут использованы для продолжения научно-исследовательских работ в научных организациях нашей страны и в рамках международных проектов сотрудничества.

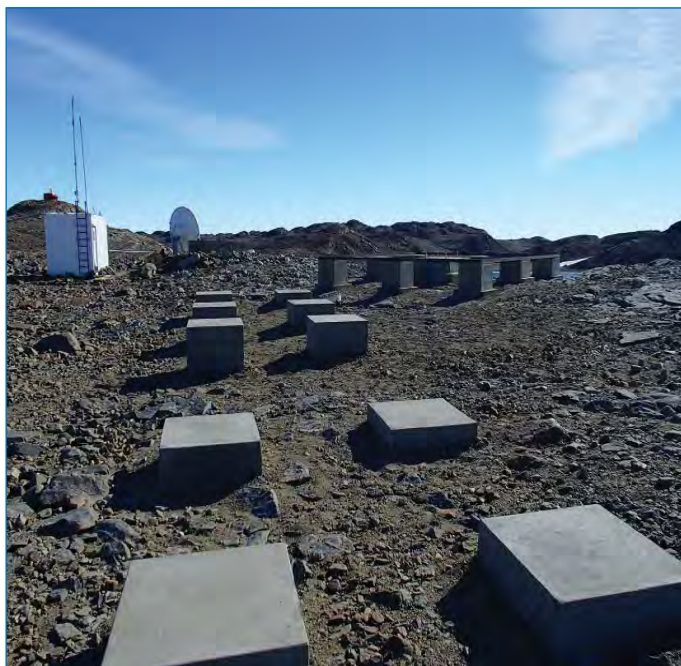
*Осенью в Антарктиду отправляются сотрудники очередной, 61-й РАЭ. Какие проблемы существуют у этой экспедиции?*

Из всех проблем следует выделить главную — финансовую. Несмотря на то, что финансирование деятельности РАЭ, начиная с 1998 г., осуществляется через отдельную строку Федерального бюджета, с 2014 г. оно проводится через подпрограмму «Организация и обеспечение работ и исследований в Антарктике» Государственной программы «Охрана окружающей среды», кризисные проблемы современной отечественной экономики нашли свое отражение в обеспечении деятельности РАЭ. Хотя со второй половины 2015 г. финансирование большинства направлений деятельности в рамках бюджетных расходов страны сокращено всего на 10 %, основной проблемой для нашей экспедиции стало резкое увеличение долларového курса рубля. Никакое импортозамещение нам не поможет, так как экспедиционные суда РАЭ «Академик Федоров» и «Академик Трёшников», выполняя свои научные и логистические задачи в продолжительных плаваниях, нуждаются в заходах в иностранные порты, где приобретается судовое топливо, пресная вода, продовольствие, расходные материалы, также должны быть оплачены и портовые сборы.

Для обеспечения деятельности внутриконтинентальной станции Восток РАЭ нуждается в аренде ино-

странный самолета на лыжно-колесном шасси, так как с 1991 г. подобного самолета отечественная авиационная промышленность не производит.

Оплата расходов по спутниковой связи с антарктическими станциями и судами, а также авиабилетов на рейсы зарубежных авиакомпаний в г. Кейптаун (ЮАР) и Пунта-Аренас (Чили) производится в иностранной валюте. Начиная с лета 2014 г. курс рубля к доллару США изменился с 34 рублей за 1 доллар до 70 рублей и выше за 1 доллар, т.е. увеличился почти в два раза. Рублевая же часть бюджета РАЭ осталась без изменений и даже сократилась на 10 % во второй половине 2015 г. Таким образом, реальное сокращение бюджета РАЭ во второй половине 2015 г. составляет 35–38 % от уровня 2014 г. В этой ситуации РАЭ вынуждена сократить сезонную часть программы 61-й экспедиции. Полностью отменяются все сезонные исследования и работы на станции Восток, которые требуют дорогостоящих полетов самолета DC-3 ВТ-67 Турбоаслер. Не будут выполняться работы и на сезонной полевой базе Молодежная. Примерно на месяц сокращаются работы по сезонным программам геологов на станции Прогресс и на полевой базе Дружная-4. Сезонные программы на станциях Беллинсгаузен и Новолазаревская, требующие авиационной доставки исполнителей, будут выполняться только за счет организаций-заявителей этих работ. Полностью отменяется авиационная доставка на рейсовых самолетах сотрудников 61-й РАЭ за счет бюджета экспедиции в порты Кейптаун и Пунта-Аренас, им предлагается исключительно судовая доставка из Санкт-Петербурга и обратно. Все эти расчеты проводятся с большими допусками, так как реальный курс рубля к доллару США в конце 2015 г. абсолютно неизвестен. Предполагать, что появится тенденция к его понижению, практически невероятно. Мы предвидели эту ситуацию еще в конце 2014 г. и приняли решение выполнить программу 60-й РАЭ в полном объеме в соответствии с поступившими на нее заявками от российских научных учреждений, а 61-ю РАЭ проводить на оставшиеся средства. Сокращение расходов на проведение 60-й РАЭ в конце 2014 г. —



Подготовка площадок для установки нового оборудования для баз станций ГЛОНАСС. Фото В.Е. Кораблева.



Отбор проб намерзшей воды. Фото из архива В.Я. Липенкова.



начале 2015 г. не дало бы эффективных результатов, так как никаких реальных прогнозов по валютному курсу рубля на 2015 г. сделать было невозможно. Такова реальная ситуация, но у нас нет другого выхода.

*Существуют ли какие-нибудь предпосылки к улучшению этой ситуации в 2016 г.?*

Летом 2015 г. в Правительстве Российской Федерации было принято два очень важных решения в отношении деятельности РАЭ. 22 июня Правительство Российской Федерации своим Распоряжением №1143-р утвердило Концепцию новой Федеральной целевой программы (ФЦП) «Мировой океан». Эта ФЦП рассчитана на период с 2016 по 2031 г. Она состоит из четырех подпрограмм, одна из которых непосредственно относится к Антарктике — «Комплексное исследование Антарктики». Эта подпрограмма включает в себя три раздела:

1. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.
2. Капитальные вложения в строительство в Антарктике.
3. Прочие расходы, в том числе и приобретение оборудования, не входящего в смету строек.

На первом этапе подпрограммы (2016–2020 гг.) «Научные исследования в Антарктике» работы предлагается проводить по следующим проектам:

- определение текущих и будущих климатических изменений в Антарктике;
- комплексные исследования подледникового озера Восток, палеоклимата и баланса массы ледникового покрова Антарктиды;
- изучение влияния космо- и гелиогеофизических факторов на космическую погоду и развитие аномальных геофизических и атмосферных процессов, оказывающих негативное воздействие на технологические системы и среду обитания человека;
- комплексные исследования литосферы Антарктики и изменений ее природной среды в геологическом прошлом;
- исследование состояния антарктических экосистем как основы мероприятий по охране окружающей среды Антарктики и Южного океана;
- оценка водных биологических ресурсов Антарктики на основе исследований по прогнозированию состояния их запасов для обеспечения экономически эффективного рыбного промысла;

— развитие информационной системы по природной среде Антарктики и Южного океана.

Капитальное строительство в Антарктике по данной подпрограмме предполагает выполнение следующих проектов:

- проектирование и строительство нового зимовочного комплекса с транспортной базой на российской внутриконтинентальной станции Восток, включающего лабораторную экспедиционную базу для изучения подледникового озера Восток;
- проектирование и реконструкция зимовочного комплекса на российской антарктической станции Мирный;
- реконструкция базы ГСМ на станции Беллинсгаузен, в соответствии с природоохранными требованиями;
- реконструкция экспедиционной инфраструктуры на российской антарктической станции Русская с целью перевода ее из статуса сезонной полевой базы в круглогодично действующую антарктическую станцию;
- оснащение российских полевых баз и полевых лагерей типовыми модульными комплексами.

Прочие расходы по подпрограмме предусматривают:

- оснащение антарктических станций, судов и НИУ современными приборами, оборудованием и вычислительными комплексами для научных исследований;
- выполнение комплекса мероприятий по безопасности природопользования в районе станции Новолазаревская;
- разработка системы обеспечения безопасности операций и персонала в Антарктике;
- очистка районов сезонных полевых баз от отходов, модернизация сезонных полевых баз.

В настоящее время мы находимся в ожидании принятия Правительством Российской Федерации решения о начале реализации ФЦП «Мировой океан» и включении ее финансирования в проект Федерального бюджета на 2016 г. и плановый период 2017 г. и 2018 г. официально эта информация будет опубликована после подписания Федерального закона «О федеральном бюджете на 2016 год».

Следующим важным документом, принятым государственными органами управления нашей страны, стало подписание 26 июля 2015 г. Президентом Российской Федерации «Морской доктрины Российской Федерации». В отличие от предшествующего ей аналогичного документа от 27 июля 2001 г., в Морскую доктрину



Сборка самолета Ан-2 на станции Прогресс.  
Фото из архива РАЭ.



Обновленная станция Прогресс.  
Фото из архива РАЭ.



Самолет Ил-114, продемонстрированный на Международном авиакосмическом салоне в г. Жуковский.  
 Фото: <http://www.aviasalon.com/ru/gallery/photolist/id-64.htm>

было включено новое региональное направление — антарктическое, структура которого полностью соответствует Стратегии развития деятельности Российской Федерации до 2020 г. и на более отдаленную перспективу, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации 30 октября 2010 г. №1926-р. В Морской доктрине 2001 г. в разделе «Индоокеанское региональное направление» в отношении Антарктики предусматривалось «проведение научных исследований в Антарктике как главного элемента осуществления государственной политики, направленной на сохранение и закрепление позиций России в этом регионе».

В современном варианте Морской доктрины в разделе «Антарктическое региональное направление» предусмотрены следующие виды деятельности:

- эффективное использование механизмов и процедур, предусмотренных Системой Договора об Антарктике;
- всестороннее содействие сохранению и прогрессивному развитию Системы Договора об Антарктике;
- сохранение Антарктики в качестве зоны мира, стабильности и сотрудничества, предотвращение возможного возникновения очагов международной напряженности и природно-климатических угроз глобального характера;
- развитие комплексных научных исследований в Антарктике с учетом ее роли и места в глобальных климатических процессах;
- обеспечение гидрометеорологической, навигационной и гелиогеофизической информационной поддержки деятельности Российской Федерации в Антарктике;
- обеспечение строительства научно-экспедиционных и научно-исследовательских судов для развития исследований в Антарктике;
- оценка водных биологических ресурсов Антарктики на основе исследований в отношении прогнозирования состояния их запасов для обеспечения экономического эффективного рыбного промысла;
- использование водных биологических ресурсов Антарктики для укрепления экономического потенциала России;
- проведение научных геолого-геофизических исследований минеральных и углеводородных ресурсов континентальных районов Антарктиды и омывающих ее морей;

— развитие спутниковых систем дистанционного зондирования Земли, связи и навигации, расширение и модернизация наземных комплексов поддержки системы ГЛОНАСС;

- охрана окружающей среды Антарктики;
- модернизация и реорганизация экспедиционной инфраструктуры Российской Федерации в этом регионе и транспортного обеспечения Российской антарктической экспедиции.

25 августа 2015 г. на открытии Международного авиакосмического салона в г. Жуковский (Московская обл.) Президент Российской Федерации В.В. Путин подписал Поручение Правительству Российской Федерации о необходимости начала финансирования с 2016 г. строительства среднемагистрального самолета Ил-114-300, в том числе предназначенного для эксплуатации в условиях Арктики и Антарктики. Последнее обстоятельство подразумевает, что данный самолет будет обеспечен комплектами колесных, лыжных и комбинированных лыжно-колесных шасси, что даст ему возможность использовать любые типы взлетно-посадочных полос (ВПП). Это обстоятельство особо важно для полярных регионов, в которых строительство ВПП с твердым покрытием крайне трудоемко, дорогостояще, а иногда — просто невозможно. Дело в том, что в 1991 г. из эксплуатации был выведен отечественный среднемагистральный самолет Ил-14, имевший колесный и лыжный варианты шасси. После этого отечественная авиапромышленность не выпускала самолетов на лыжных шасси, в результате чего РАЭ была лишена возможности иметь авиационное сообщение между станциями. Обеспечение станции Восток и проведение на ней сезонных исследований, в том числе и буровых работ, с 1992 по 2003 г. выполнялось самолетами LC-130 на лыжно-колесных шасси Антарктической программы США, а начиная с сезона 2003/04 г. по настоящее время — на самолете американского производства DC-3 BT-67 Турбобаслер, арендуемого РАЭ у иностранных авиакомпаний. Поэтому подписание вышеназванного Поручения Президента Российской Федерации означает, что в ближайшие годы в Антарктиду вернется отечественный среднемагистральный самолет Ил-114-300, который позволит заметно расширить возможности решения экспедиционных задач.



**КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ «АРКТИКА-2014»**

Экспедиция «Арктика-2014» по дальнейшему геолого-геофизическому изучению недр Северного Ледовитого океана выполнялась в рамках государственного контракта Федерального агентства по недропользованию «Оценка перспектив нефтегазоносности российского континентального шельфа за пределами 200 миль в рамках подготавливаемой заявки в Комиссию по границам континентального шельфа, оценка неразведанных потенциальных ресурсов углеводородов в пределах заявки на основе сейсмических исследований МОВ-ОГТ, ГСЗ». Работы проводились под эгидой компании ОАО «МАГЭ» с участием ОАО «Севморгео», Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института МО РФ (ГНИНГИ) и ООО «Гидро Си» на двух научно-исследовательских судах: в приполюсном районе работал НЭС «Академик Федоров» (ААНИИ) при обеспечении атомного ледокола «Ямал», и в 200-мильной зоне шельфа работы выполнялись на НИС «Николай Трубятчинский» (ОАО «Мурманская арктическая геолого-разведочная экспедиция» (МАГЭ).

Судно «Академик Федоров» вышло в море от причала верфи г. Наантали (Финляндия) 10 июля 2014 г. и после нескольких месяцев работ в центральной части Северного Ледовитого океана 12 октября вернулось в этот же порт.

Основной целью экспедиции являлось проведение сейсморазведки методом отраженных волн (МОВ) на опорных геофизических траверзах (ОГТ) с заглубленной под лед приемной косой. Однако, как и в предыдущих экспедициях в Северном Ледовитом океане, в районах с дрейфующим ледяным покровом, и в этой экспедиции не удалось использовать приемную косу необходимой длины (4,5 км) из-за опасности ее обрыва подводными киллями — подводными частями торосов. В связи с этим использовалась короткая коса (600 м), но такая длина не позволяет определять скорости распространения сейсмических волн в слоях осадочного чехла недр океана. Для устранения данного недостатка традиционно были применены радиотелеметрические сейсмические буи с гидрофонами (ОАО «Севморгео»), которые при зондировании позволяют принимать на буй и отраженные и преломленные сейсмические волны (МОВ-МПВ).

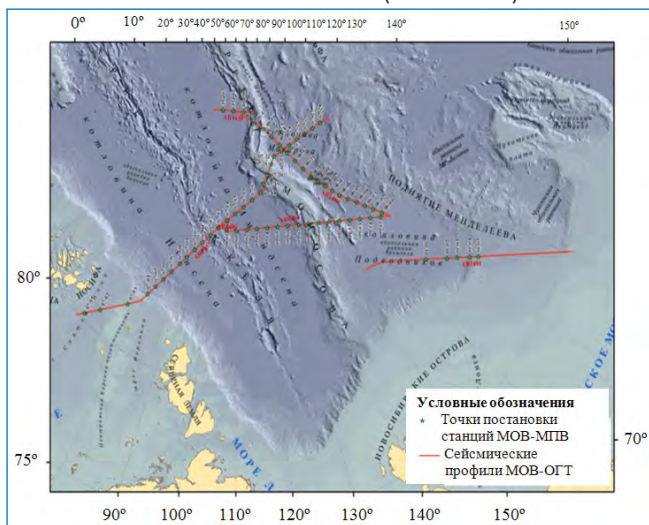


Схема сейсмических профилей МОВ-ОГТ с короткой косой (600 м) с точками зондирования МОВ-МПВ на них в ходе экспедиции «Арктика-2014» в августе–сентябре 2014 г.



Радиотелеметрический буй с гидрофонами.  
Фото С.Н. Табырцы.

В комплексе с сейсморазведкой МОВ-ОГТ участниками экспедиции из ГНИНГИ проводилась надводная гравиметрия и батиметрическая съемка рельефа дна (ООО «Гидро Си») с использованием многолучевого эхолота, установленного на НЭС «Академик Федоров».

Регистрация сейсмических волн при проведении работ методом МОВ-МПВ осуществлялась с использованием радиотелеметрических буюв производства фирмы Fairfield Industries (США), которые выставлялись (сбрасывались) с борта судна каждые 10 км при выполнении сейсморазведки МОВ-ОГТ.

Радиобуи начинали запись приемного сейсмического сигнала по команде, передаваемой по радиоканалу с центральной регистрирующей станции (ЦРС), установленной на экспедиционном судне. Сейсмический сигнал из недр принимался сейсмоприемниками (гидрофонами) буя и передавался по радиоканалу на ЦРС судна, при этом дистанции между буюм и судном достигали 15–26 км. В результате экспресс-обработки на борту судна были сформированы нормализованные сейсмограммы зондирования МОВ-МПВ, которые позволили оценить скорости распространения сейсмических волн в слоях осадочного чехла, выделенных по данным МОВ-ОГТ.

В ходе экспедиции ледокол «Ямал» и НЭС «Академик Федоров» 15 августа 2014 г. пересекли географическую точку Северного полюса, где впервые в истории была выполнена сейсмическая съемка МОВ-ОГТ и зондиро-



Высадка на лед с борта НЭС «Академик Федоров» на Северном полюсе.  
Фото С.Н. Табырцы.



НИС «Николай Трубятчинский».  
Фото Н.Е. Леоновой.

вание методом МОВ-МПВ. Исследования проводились в сложной ледовой обстановке при сплоченности льда 10 баллов, толщинах ледяного покрова до 2,5 м и высотой торосов до 6 м.

Несмотря на все трудности данного рейса — такие, как остановки судна «Академик Федоров» при сжатиях в ледяном покрове и его обколки атомным ледоколом «Ямал», — работы были проведены успешно, а план перевыполнен. Так, было выполнено около 9000 пог. км сейсмических исследований МОВ-ОГТ, гравиметрических наблюдений и гидрографического промера, кроме этого было выставлено 68 радиотелеметрических буев и осуществлено 71 сейсмическое зондирование (буи остались во льдах СЛО).

Необходимо отметить, что успешное выполнение плана исследований было бы невозможно без активной помощи экипажа НЭС «Академик Федоров» (капитан Д.А. Карпенко).

Сейсмические исследования на НИС «Николай Трубятчинский» проводились с 15 сентября по 15 октября

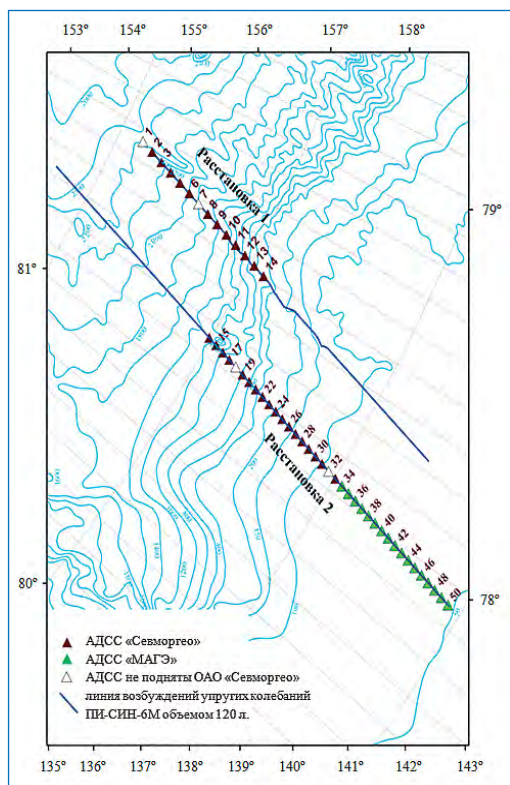
2014 г. Основной задачей работ являлось применение метода глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), который реализовывался при помощи установки на дно океана двух групп донных сейсмических станций — разработки ОАО «Севморгео» (34 шт.) и ОАО «МАГЭ» (17 шт.). Все работы проводились членами экспедиции ОАО «Севморгео».

Работы ГСЗ проводились для изучения строения земной коры на максимально возможную глубину и включали осадочный чехол и верхнюю часть кристаллического фундамента. Исследования проводились по следующей технологической схеме:

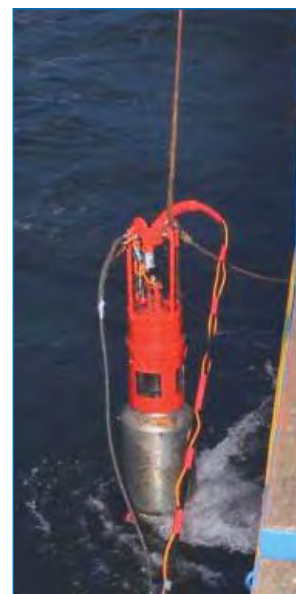
- 1) сброс донных станций с судна в фиксированных координатах;
- 2) возбуждение в водной толще сейсмического сигнала установленным на судне пневматическим источником. Для возбуждения сигнала использовался одиночный пневмоисточник большой мощности типа СИН-6М (разработка ОАО «Севморгео») с объемом камеры 120 л;
- 3) регистрация отраженного сейсмического сигнала из толщи недр донными станциями, установленными на дне моря через равные интервалы (6–8 км);
- 4) подача гидроакустического сигнала с судна на размыкатели донных станций для их всплытия на поверхность;
- 5) всплытие станций, их поиск и подъем на борт;
- 6) первичная обработка информации, полученной с поднятых донных станций.

Работы проводились круглосуточно в сложных погодных условиях; глубина моря достигала 2,5 км. При этом четыре станции (на рисунке — белые треугольники), установленные на северной части расстановки 1, при всплытии попали под ледяной покров и найдены не были.

Таким образом, в ходе экспедиции на НИС «Николай Трубятчинский» в сентябре–октябре 2014 г. было выполнено 34 постановки донных станций ОАО «Севморгео», из которых на 30 станциях была получена качественная сейсмическая запись (3 компоненты — X, Y, Z и гидрофон H) и 17 постановок и подъемов донных станций ОАО «МАГЭ». На судне же была выполнена и экспресс-обработка данных, после чего материал был передан заказчику.



Донные сейсмические станции на профилях (район работ расположен севернее Новосибирских островов).



Сброс донной сейсмической станции самовсплывающего типа (слева) и пневмоисточник типа СИН-6М (справа) (разработка ОАО «Севморгео»).  
Фото Н.Е. Леоновой.



Слаженная работа судового состава под руководством капитана А.А. Пылина, научного состава экспедиций ОАО «МАГЭ» и ОАО «Севморгео» позволила выполнить сейсмические исследования данного этапа комплексной экспедиции «Арктика-2014» с наименьшими потерями оборудования и получить материалы хорошего качества.

Подводя итоги комплексной геофизической экспедиции «Арктика-2014», необходимо отметить, что она выполнила очередной важный этап в деле изучения строения недр Северного Ледовитого океана. Полученные результаты имеют научную и практическую

ценность как для задач определения внешней границы континентального шельфа России, так и изучения геологической структуры недр океана в целом.

Результаты экспедиции были учтены в Пересмотренной частичной заявке по установлению внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане, поданной Россией в Комиссию по границам континентального шельфа ООН 4 августа текущего года.

*С.Н. Табырца, Н.Е. Леонова (ОАО «Севморгео»),  
О.Ю. Корнеев (АНИИ)*

### СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАД АКВАТОРИЕЙ ОЗЕРА ВОСТОК (ЦЕНТРАЛЬНАЯ АНТАРКТИДА) И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ МЕТОДОМ ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН 60-й РАЭ

Сейсморазведка занимает особое место среди дистанционных геофизических методов, применяемых при изучении подледниковых водоемов в Центральной Антарктиде. По сути, этот метод единственный, который позволяет установить, что подледная среда представлена водным слоем, выполнить прямые измерения его толщины, а также сформировать представление о строении земной коры ниже поверхности ледникового покрова и дна подледникового озера.

Первые сейсмические наблюдения, получившие геологическую интерпретацию, в районе открытого впоследствии озера Восток были выполнены совместно с гравиметрическими в период 1958–1964 гг. в рамках внутриконтинентальных походов. Задачами исследований тогда являлось измерение мощности ледникового покрова и изучение подледного рельефа. Согласно полученным результатам, мощность ледника в районе станции Восток составляла около 3700 м. На некоторых сейсмограммах ниже границы ледового ложа было зафиксировано второе отражение, которое в то время объяснялось наличием толщи осадочных пород мощностью около 500 м.

Впоследствии в этом районе были получены и другие геофизические данные, указывающие на существование под ледниковым покровом обширного водоема, как опубликованные, так и не получившие в нужное время широкой огласки. Однако комплексное осмысление разрозненных сведений стало возможно только после появления в 1993 г. алтиметрических данных, полученных с помощью спутника ERS-1, по которым была выявлена субгоризонтальная ледовая поверхность, расположенная к северу от российской станции Восток.

С учетом этих данных в 1996 г. на основании повторной интерпретации сейсмических материалов ранних антарктических экспедиций был построен новый разрез, на котором выделялся ледниковый покров мощностью 3700 м, ниже которого располагался водный слой толщиной около 500 м. Тогда же было сделано и предположение о рифтовой природе депрессии, к которой приурочено озеро. Описанный подледниковый водоем было предложено назвать озером Восток. Таким образом, с этого момента подледниковое озеро Восток начало свое существование как общепризнанный географический объект, став одним из крупнейших геогра-

фических открытий второй половины XX века. Тогда же ПМГРЭ в тесном сотрудничестве с РАЭ начала систематические геофизические работы по изучению этого уникального природного феномена. Основными применяемыми методами в то время являлись сейсморазведка методом отраженных волн (МОВ), перед которой стояла задача определения параметров водного тела озера Восток, и радиолокационное профилирование, сосредоточенное на выяснении положения его береговой линии.

На начальном этапе этих работ (1995–2001 гг.) особое внимание уделялось методическим аспектам. Были разработаны уникальные подходы, позволяющие получать качественные сейсмические и радиолокационные данные. Крайне важным научным результатом этого этапа исследований стало инструментальное подтверждение наличия водного слоя в районе станции Восток. Для этого были проведены специальные сейсмические исследования, доказывающие, что подледная среда является именно водным телом. Кроме того, в глубокой ледяной скважине 5Г-1, расположенной на станции Восток, было выполнено вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) с целью определения акустических параметров ледника, что позволило определить расстояние от забоя до воды и существенно увеличило достоверность и точность всех последующих измерений.

Период изучения озера Восток как географического объекта продолжался до 2008 г. К этому времени было получено достаточно данных, чтобы сформировать целостное представление о рельефе подледной и подводной поверхности этого района, а также определить параметры водного тела. Несмотря на то, что сейсмо-радиолокационные исследования не были сосредоточены на изучении геологического строения этого района, в процессе получения новых данных неоднократно поднимался вопрос о наличии и особенностях строения осадочного чехла во впадине озера Восток. На многих сейсмограммах ниже поверхности дна фиксировались отражения от более глубоких границ, но методические особенности МОВ не позволяли сделать однозначных выводов.

Поскольку с точки зрения понимания природы и эволюции формирования озера Восток вопрос о наличии

и строения осадочного чехла является очень важным, было принято решение сосредоточить возможности сейсморазведки на изучении разреза верхней части земной коры этого района. С этой целью в 2008 г. (54-я РАЭ) ПМГРЭ совместно с РАЭ приступает к выполнению сейсмических исследований методом преломленных волн (МПВ). Особенности этого метода заключаются в том, что за счет значительного удаления расстановки пунктов приема сигнала от пункта возбуждения на сейсмограммах выявляются не только отраженные волны, характеризующие глубину залегания изучаемых границ, но и преломленные волны, которые позволяют определить скорости распространения упругих колебаний в породах земной коры и охарактеризовать их состав.

Основываясь на большом опыте выполнения сейсмических работ в этом районе, было решено изучать структуру желоба озера Восток по новой схеме, согласно которой сейсмопрофили были бы ориентированы вдоль основного направления простираения озерной структуры. Несмотря на то, что этот подход увеличивает временные затраты, он позволяет минимизировать количество помех в волновом поле, связанных с перетражениями волн от крутых бортов узкого желоба. Сейчас можно сказать, что эта схема себя оправдала; с 2008 г. по ней были выполнены два профиля (в прямом и обратном направлении). Один — на западном борту котловины озера, а второй — в ее южной части. Полученные материалы позволили впервые определить скорости распространения упругих колебаний ниже подледно-подводной поверхности и охарактеризовать раз-

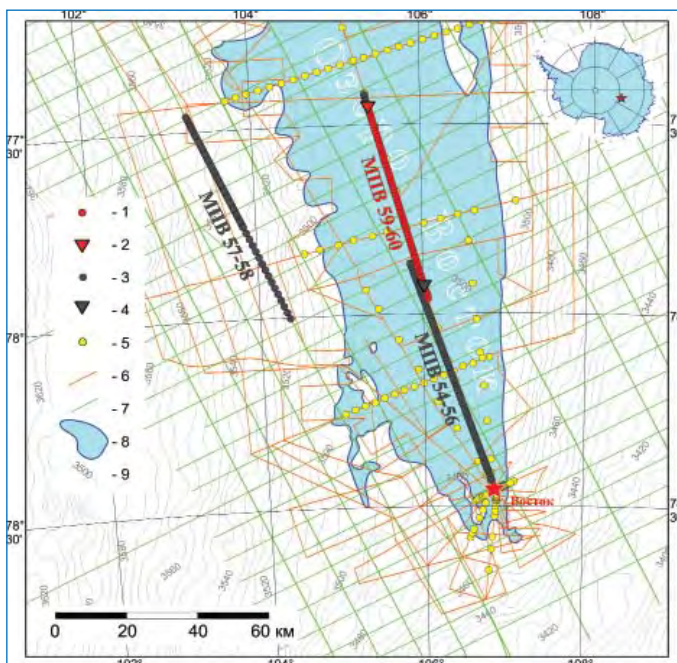


Схема геофизической изученности и расположение работ МПВ:  
 1 — положение пунктов приема работ МПВ 60-й РАЭ; 2 — положение пункта возбуждения работ МПВ 60-й РАЭ; 3 — положение пунктов приема работ МПВ 54–59-й РАЭ; 4 — положение пункта возбуждения работ МПВ 59-й РАЭ; 5 — пункты зондирования МОВ в 41–50-й РАЭ; 6 — наземные отечественные работы РЛП; 7 — зарубежные площадные аэрогеофизические работы; 8 — подледная поверхность озера Восток; 9 — изолинии высот поверхности ледового покрова.

рез земной коры в районе озера Восток. По этим данным стало возможно предположить в пределах южной части акватории наличие высокоплотных консолидированных, вероятно метаосадочных пород, залегающих на кристаллическом фундаменте. На прилегающей к озеру с запада территории подледниковое основание также сложено очень плотными, возможно слабометаморфизованными осадочными породами, мощностью около 1,5 км.

В полевой сезон 2014/15 г. (60-я РАЭ) сейсмические исследования методом МПВ были продолжены в центральной части котловины озера Восток, а именно в наиболее глубоководной ее области. В настоящий момент полученные материалы находятся в стадии обра-

ботки, но уже сейчас можно сказать, что они позволяют расширить представления о строении земной коры в этом районе и получить дополнительные сведения об истории образования и развития подледникового озера Восток.

Как и в предыдущие годы, полевые исследования котловины озера Восток 60-й РАЭ выполнялись сейсмическим отрядом ПМГРЭ в специализированном научном санно-гусеничном походе (СГП). На сейсмическом профиле протяженностью 60 км было выполнено 6 физических наблюдений (ф.н.) в 60 пунктах приема (п.п.). На сводной полевой сейсмограмме выявлены целевые волны, характеризующиеся прямолинейными годографами и кажущимися скоростями  $V = 5,4$  км/с и  $V = 6,4$  км/с. Эти волны связаны с границами в земной коре, залегающими ниже дна подледникового озера Восток.

Интерпретацию полученных данных существенно облегчило наличие информации о строении подледной

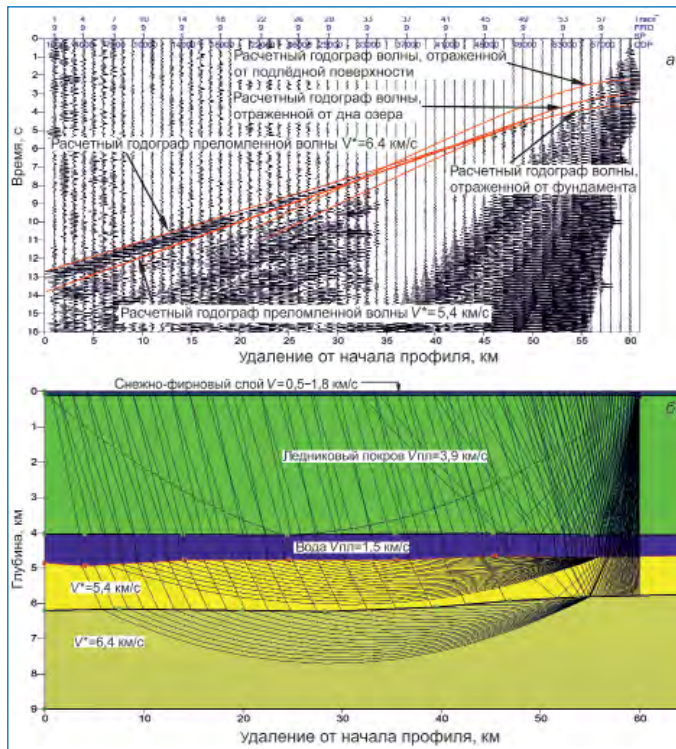
Работа СГП-2–3 в 60-й РАЭ на пункте возбуждения.





и подводной поверхности, которая базируется на данных радиолокационных и сейсмических исследований методом отраженных волн, выполненных ПМГРЭ в предыдущих экспедициях. Предварительное полевое моделирование геолого-геофизического разреза осуществлялось на основе полученной характеристики скорости распространения упругих колебаний в разрезе земной коры и с учетом материалов сейсмических исследований МОВ, выполненных в 44, 45 и 50-й РАЭ. По сейсмическим данным профили подледной и подводной поверхности. Сопоставление расчетных годографов с наблюдаемыми указывает на то, что первая волна ( $V = 5,4$  км/с) является преломленной на поверхности дна озера Восток, а вторая ( $V = 6,4$  км/с) — на поверхности кристаллического фундамента. Другими словами, можно сказать, что в депрессии озера Восток присутствует относительно низкоскоростной слой ( $V = 5,4$  км/с) на поверхности кристаллического фундамента, который может являться консолидированными осадочными, возможно, слабометаморфизованными породами. На полевом этапе исследований мощность этого интервала оценивается примерно в 1 км, но будет уточняться в результате окончательной обработки материалов. При этом стоит отметить, что полученные материалы не исключают полного отсутствия на дне озера Восток более рыхлых осадков. В случае, если их мощность не превышает 100–200 м, при сохранении применяемой методики исследований обнаружить их будет достаточно трудно.

Несмотря на то, что присутствие дополнительного комплекса пород в разрезе земной коры ниже дна озе-



Сопоставление наблюдаемых годографов с расчетными (а) и предварительный геолого-геофизический модельный разрез (б).

ра Восток установлено с достаточной степенью вероятности, стоит отметить, что скорость распространения упругих колебаний, характеризующая этот комплекс, слишком высокая, чтобы можно было отнести его к осадочным породам современного этапа осадконакопления, то есть образовавшимся в процессе существования озера. Неуплотненные осадочные породы обычно характеризуются скоростями распространения упругих волн 2,5–4,0 км/с. Вероятнее всего, обнаруженные ниже поверхности дна породы являются отображением событий геологической истории, предшествовавших возникновению подледникового озера Восток. Удивительное явление, характеризу-

ющееся полным отсутствием или крайне малой мощностью осадочных образований современного этапа в этой депрессии, может объясняться либо малым геологическим возрастом водного тела, либо крайне низкой скоростью седиментации. Последнее может быть обусловлено отсутствием привноса осадочного материала вследствие консервации экзогенных процессов ледниковым покровом. И в том и в другом случае полученные результаты могут указывать на то, что озеро Восток сформировалось, вероятно, после появления в этом районе устойчивого покровного оледенения.

С учетом результатов работ 54–59-й РАЭ сейсмические исследования МПВ 60-й РАЭ позволяют обосновать предположение о наличии осадочного чехла во впадине озера Восток и получить сведения о его мощности. Для расширения представлений о геологической природе депрессии, к которой приурочено озеро, необходимо продолжить работы МПВ в районе ее восточного борта.

Участники сейсмического похода СГП-2–3 в 60-й РАЭ после завершения работ.



Коллектив сейсмического отряда искренне признателен руководству Российской антарктической экспедиции за логистическую поддержку проведения работ в непростых условиях Центральной Антарктиды. А также сотрудникам транспортного отряда, принимавшим непосредственное участие в полевых сейсмических

работах 60-й РАЭ и в особенности начальнику похода С.Ю. Зыкову за содействие во всех вопросах.

П.И. Лунев (ФГУНПП «Полярная морская геологоразведочная экспедиция»).  
Фото автора

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ АНТАРКТИЧЕСКИХ ГОР ПРИНС ЧАРЛЬЗ

Антарктическим летом 2015 г. в сезоне 60-й РАЭ впервые были проведены исследования наземной флоры и растительности горных массивов Раймилл, Блумфилд и Стинир, расположенных у края выводных ледников Ламберта и Фишера в южной части гор Принс Чарльз. В настоящее время это самые южные районы континента в этом секторе Антарктики, посещенные биологом.

Исследование стало возможным благодаря любезному приглашению автора заметки принять участие в работе геологического отряда Полярной морской геолого-разведочной экспедиции под руководством Д.М. Воробьева и А.С. Бирюкова. Полевые работы в массивах продолжались в течение месяца с 18 января по 16 февраля 2015 г. Ранее в сезон 58-й РАЭ (2013 г.) тот же отряд, включая автора заметки, работал на соседнем, расположенном в 140 км севернее, массиве Клеменс.

Массивы Раймилл, Блумфилд и Стинир посещались советскими геологами в 1971–1974 гг. во время рекогносцировочных работ 17–19-й САЭ, а позже — геологами Австралии и Германии в ходе международной экспедиции *Prince Charles Mountains Expedition of Germany and Australia (PCMEGA)*, но флора и растительность этого района до настоящего времени оставались совершенно неизученными.

Массивы Раймилл, Блумфилд и Стинир, объединенные на карте 1978 г. под общим названием горы Глыбовые, расположены в глубине антарктического континента, на значительном удалении от морского побережья и от ближайших антарктических станций. Отдаленность массивов от станций и полевых баз РАЭ весьма существенна, что делает их крайне труднодоступными для посещения и детального изучения. Тем не менее после организации двух основных и двух промежуточных заправочных подбаз и завоза на них необходимого количества авиационного топлива полевому отряду ПМГРЭ в составе 6 человек (А.С. Бирюков, Н.А. Гонжу-

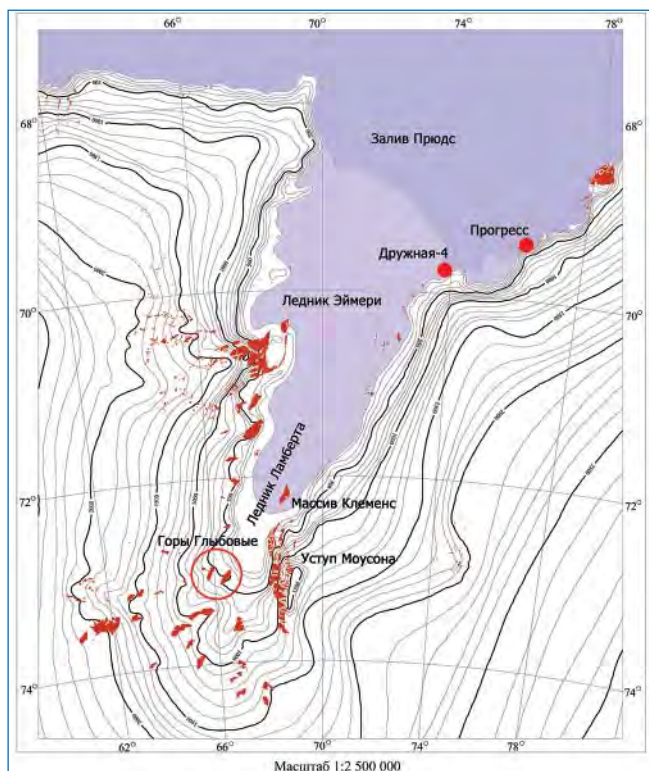
ров, В.А. Маслов, А.Ю. Мельник, А.А. Сахаров и автор этой заметки) удалось высадиться в пологой седловине между горами Потанина и Раймилл у края ледника Фишера и организовать полевой лагерь в наиболее укрытом от сильных южных ветров месте.

Сложную и многоэтапную операцию по заброске, а позднее и по вывозу отряда мастерски осуществил экипаж вертолета Ка-32 авиакомпании «Авиалифт» (Владивосток) (командир — Н.Ф. Воронов, члены экипажа — Д.А. Костин и Н.А. Городилов). Вместе с людьми в полевой лагерь были завезены два мобильных домика, шатровая палатка, снегоход и небольшой колесно-гусеничный вездеход, электрогенератор, необходимое для работы оборудование, топливо, вода и продукты. Вся операция по заброске, включая подготовительные работы по завозу топлива на промежуточные подбазы, заняла 73 летных часа, а успешному ее выполнению, кроме мастерства и смелости летчиков, способствовали устойчивая хорошая погода и длинный полярный день.

Лагерь, состоящий из двух домиков и большой шатровой палатки, расположился на пологой песчано-каменистой морене у края ледника. В одном домике

Район ботанических исследований в районе ледников Ламберта и Фишера в 2015 г.

Полевой лагерь ПМГРЭ в массиве Раймилл.

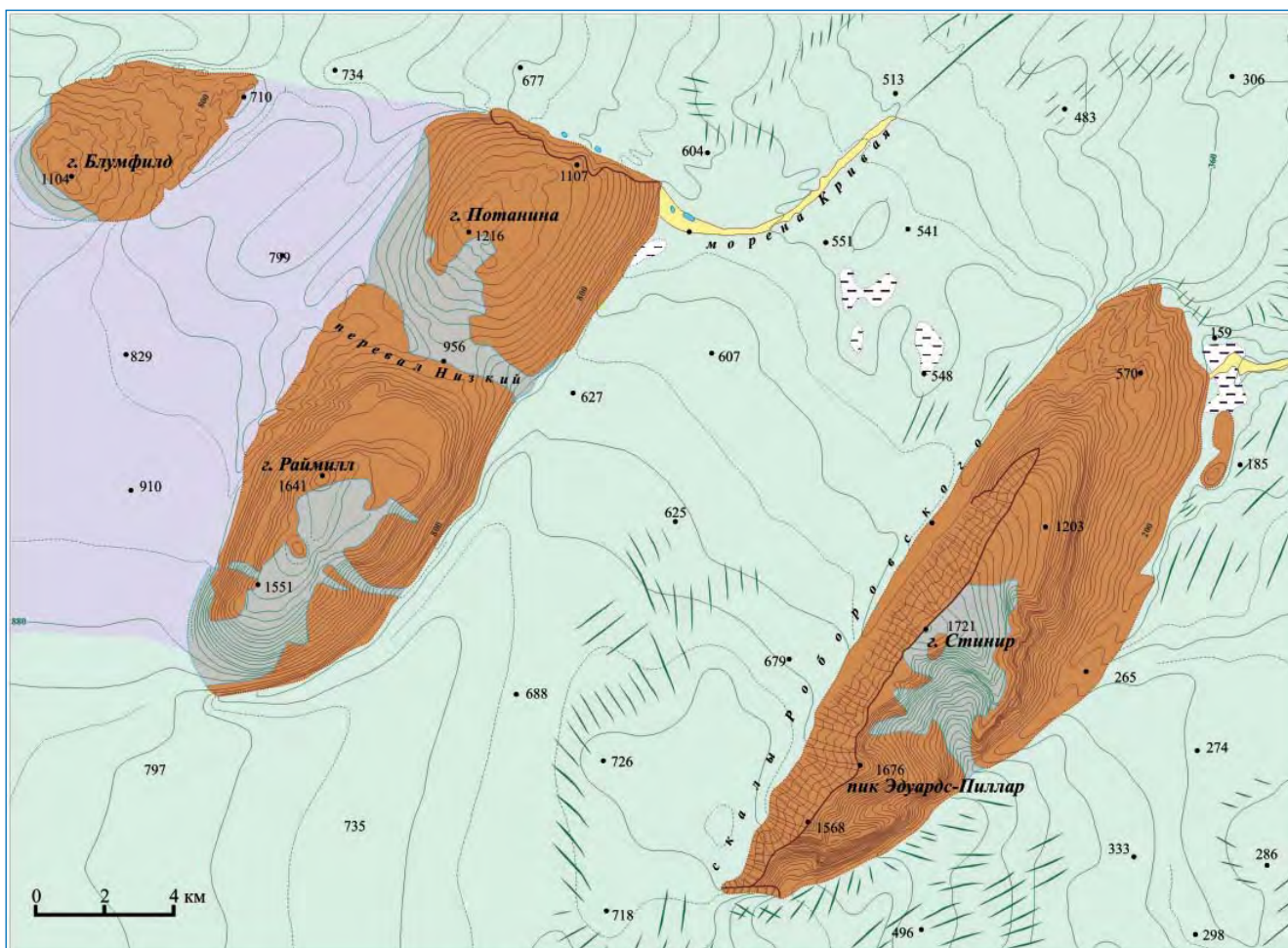




разместились четыре человека, в другом был организован камбуз, а также в нем проживали два участника экспедиции. В этом же домике отдельно размещалась душевая комната и туалет. В шатровой палатке были организованы лаборатория ботаники и геофизики, а также склад. Палатка обогревалась, что позволяло собирать и определять отобранный полевой материал в более-менее комфортных условиях даже при низких наружных температурах воздуха. Воды в жидком виде в ближайших окрестностях лагеря не было. Первое время мы пользовались привезенной с собой водой, а в дальнейшем приходилось растапливать снег. Бензиновый электрогенератор дал возможность участникам экспедиции использовать электронагреватели, пользоваться компьютерами и микроскопами, заряжать аккумуляторы радиостанций, фотоаппаратов и геофизических приборов. Для приготовления пищи и отопления домиков применялся газ. Надо отметить, что бытовые условия в лагере были на высоком уровне, что, несомненно, помогало нам в выполнении непростых научных задач. Длительные и тяжелые пешие маршруты по горам и ледникам заканчивались в теплом и уютном лагере думом и вкусным ужином. Безопасность участников отряда была обеспечена постоянной радиосвязью, как между участниками на маршруте и лагерем, так и лагеря с полевой базой Дружная-4. Кроме того, изредка, с помощью спутникового телефона Иридиум, проводились сеансы связи через Интернет. Все вышесказанное позволило провести работы в горных массивах весьма эффективно и покрыть район работ густой сетью из многих сотен километров маршрутов.

Массивы Раймилл, Блумфилд и Стинир расположены в южной части гор Принс Чарльз между 72° 56' и 73° 09' ю.ш., к северу от ледника Фишера вблизи его соединения с ледником Ламберта, то есть приблизительно в 500 км к юго-юго-западу от полевой базы ПМГРЭ Дружная-4 и в 600 км от станции Прогресс. Все три массива представляют собой изолированные нунатаки (нунатак — окруженный льдом скалистый пик, горный гребень или холм, выступающий над поверхностью ледникового покрова или горного ледника. — *Прим. ред.*), вытянутые с юго-запада на северо-восток и возвышающиеся над поверхностью ледника на высоту от 400 до 1500 м, с абсолютными отметками вершин: 1104 м (Блумфилд), 1641 м (Раймилл) и 1721 м (Стинир) над уровнем моря. Высота поверхности ледника около массивов колеблется от 200 до 1000 м, но преимущественно составляет 700–800 м над уровнем моря. Гора Раймилл протянулась на 20 км, ее наибольшая ширина составляет 7 км. Гора Блумфилд представляет собой изометричный горный выход размером 4–6 км и расположена в 6 км к северо-западу от горы Раймилл. Оба этих массива в основном были доступны для пеших маршрутов. Их склоны, хоть и крутые, но в основном не обрывистые, позволяли совершать пешие восхождения. Поверхности и склонов, и подножий, и плоских вершин массивов были усыпаны мелкими камнями и глыбами. Гора Стинир, расположенная в 12 км к юго-востоку от горы Раймилл, имеет протяженность 23 км; ее наибольшая ширина — 7 км. Склоны в основном были обрывистыми, с обрывами порой до сотен метров, что позволяло изучить лишь подножья и ближайшие морены.

Карта гор Глыбовых (массивы Раймилл, Блумфилд и Стинир).



Северная и южная оконечности горы Раймилл сложены плутонами мезоархейских амфибол-биотитовых гранитов, а в центральной части обнажаются сланцевые и кварцито-сланцевые толщи позднеархейской метаосадочной серии Мензис с силлами метабазитов палео-мезопротерозойского возраста. Другими словами, горные массивы сложены древнейшими горными породами, возраст которых достигает 4 млрд лет. Породы серии Мензис вскрываются также на горе Стинир в ее южной части. В целом геологическое строение горы Стинир исследовано значительно подробнее, чем горы Раймилл, как в периоды 17–19-й САЭ, так и в ходе экспедиции PCMEGA.

Основной задачей геологического отряда во время нашей экспедиции было детальное изучение геологического строения и составление геологической карты горных массивов Раймилл, Блумфилд и Стинир. Задачей ботаника было выявление наземной флоры региона и изучение растительного покрова. Как уже говорилось ранее, в сезон 58-й РАЭ аналогичные детальные работы по изучению флоры мхов и лишайников были проведены на массиве Клеменс, расположенном в 140 км севернее.

Там было собрано более трехсот образцов наземной флоры. В результате обработки коллекции была выявлена неожиданно богатая для столь высокоширотного района Антарктики флора криптогамных растений, насчитывающая 7 видов мхов и 38 видов лишайников. Такое флористическое богатство, возможно, связано с особенностями климата массива Клеменс — с высокой влажностью и высокими летними температурами и, соответственно, с обилием талой воды и отсутствием сильных ветров.

Исследования, проведенные на массивах Раймилл, Блумфилд и Стинир в 2015 г., впервые позволили получить достаточно подробные и разносторонние данные о растительном покрове района, еще более удаленного в глубь Антарктического континента. При этом была максимально использована уникальная возможность посещения такой труднодоступной области Антарктики. Именно поэтому нами проводился сбор не только ботанических материалов (образцов лишайников, мхов и почвенных водорослей), но и отбор проб для других специалистов, в частности — образцы микрофауны, почв и почвенных микроорганизмов, анализ которых будет проводиться в Зоологическом институте РАН, в Санкт-Петербургском и в Белорусском университетах.

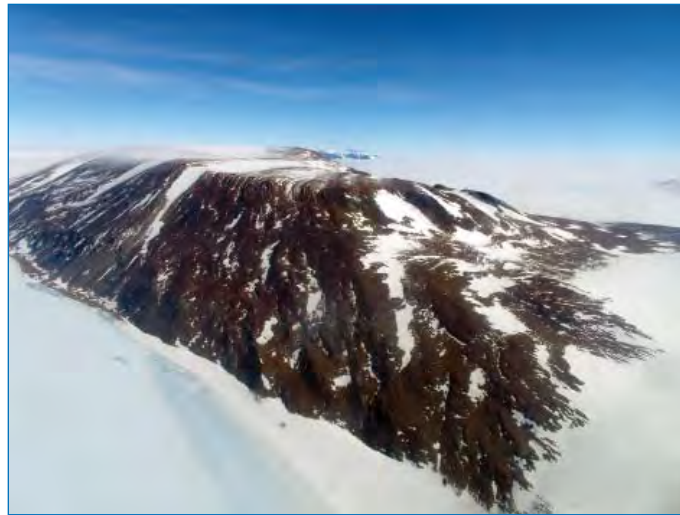
Всего было собрано около 160 образцов наземной флоры, в результате предварительной обработки которых уже на первом этапе исследования материала выявлено 17 видов лишайников из 12 родов и 7 семейств. В северной части массива Стинир и только там, в одном только месте были собраны мхи. Были изучены растительные группировки, характерные для этой территории. Кроме того было сделано 7 почвенных разрезов и были взяты образцы реголитовых почв. На наличие беспозвоночных животных (нематод, коловраток и др.)

были взяты образцы лишайников и мхов и зафиксированы 47 смыслов с этих образцов.

Ботанические работы в основном проводились в более доступном из полевого лагеря массиве Раймилл, а также в массиве Блумфилд, куда можно было добраться через ледник на снегоходе или пешком. Расположенная в непосредственной близости от лагеря гора Потанина оказалась совершенно безжизненной. Там, несмотря на интенсивные поиски, не было встречено ни одного экземпляра ни мхов, ни лишайников. Расположенный в некотором отдалении, массив Стинир обследовался в ходе трех авиадесантов, поскольку поездки к нему на снегоходе были бы слишком опасны из-за многочисленных трещин на леднике. Кстати сказать, приобретенный специально для работы в этой экспедиции четырехместный колесно-гусеничный вездеход китайского производства проявил себя не лучшим образом. На нем нам удалось проехать не более полукилометра, после чего он перегрелся (это при температуре воздуха  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ !), заглох и более уже не запускался. Единственным надежным транспортным средством для участников отряда оставался старый отечественный снегоход

с санями. Получасовое путешествие на нем по застругам, как в седле, так и в санях, являлось серьезным испытанием для пассажиров, но и тридцатикилометровые пешие маршруты с многокилограммовыми рюкзаками тоже были не лучшей альтернативой.

Предварительный анализ собранных коллекций позволяет оценить богатство и разнообразие флоры исследованного района как довольно низкое. Выявленная флора лишайни-



Массив Раймилл. Вид с севера.

ков насчитывает лишь 17 видов, представителей 12 родов и 7 семейств: *Acarosporaceae*, *Lecanoraceae*, *Lecideaceae*, *Physciaceae*, *Rhizocarpaceae*, *Stereocaulaceae*, *Theloschiaceae* — и не выделяется значительно из ряда подобных флор внутренних районов Антарктиды. Надо сказать, что континентальные антарктические флоры вообще небогаты, в отличие от таковых в регионе морской Антарктики, то есть северной части Антарктического полуострова, Южных Шетландских островов и их окрестностей. Там локальные флоры более многочисленны и могут насчитывать до 300 видов лишайников, а сомкнутый растительный покров вполне может быть назван тундрой. В континентальных же районах Антарктиды сомкнутые растительные группировки крайне редки и очень невелики. О растительных сообществах там и говорить не приходится: чаще встречаются одновидовые или маловидовые разреженные группировки лишайников и мхов. Обычно они наблюдаются в наиболее укрытых от ветров местах, где достаточно высок уровень влажности. Видовой состав локальных флор достаточно однообразен на всем пространстве континента. Как правило, он ограничен 20–40 видами, большинство которых наблюдаются повсеместно.

80 % выявленных нами в горных массивах видов лишайников встречается на каменистом субстрате, причем



почти половина из них — 8 видов — переходит иногда и на смерзшийся цементированный морозом песок. Все исследованные лишайники относятся исключительно к накипной жизненной форме, оптимальной для выживания в столь суровых условиях. Вследствие этих экстремальных условий обитания наиболее распространенными в массиве являются криптоталлинные (т.е. — без развитого таллома) наскальные накипные лишайники. Ни листоватые, ни кустистые лишайники в массивах не отмечены. Для сравнения — в массиве Клеменс, находящемся в 140 км севернее и примерно на 700 м ниже, доля накипных лишайников тоже достаточно высока и достигает 82,5 % от всей флоры, но и процент листоватых лишайников там все-таки тоже велик (15 %), и даже кустистые лишайники представлены одним видом — *Pseudophebe minuscula*.

Отсутствие кустистых и листоватых лишайников в Глыбовых горах, вероятно, объясняется крайне суровыми условиями обитания, связанными с географической широтой места и значительной высотой местности над уровнем моря и, вследствие этого, с недостатком влаги, сильными ветрами и низкими температурами. В лишенофлоре Глыбовых гор, как и в других оазисах континента, большую роль играют биполярные (включая космополитные) виды. Обычно их доля в локальных флорах береговых оазисов континентальной Антарктики составляет около 50 %, но в Глыбовых горах доходит лишь до 35 %, а 65 % видов являются антарктическими эндемиками, причем подавляющее большинство выявленных видов лишайников распространены в Антарктике циркумполярно.

В целом растительный покров горных массивов крайне беден. Обширные площади совершенно лишены растительности. Общее проективное покрытие изученной территории растительными группировками не превышает долей процента, а сомкнутые растительные

сообщества, моховые с накипными лишайниками — на мелкоземке или лишайниковые эпилитные — на скалах и камнях, отсутствуют полностью. Лишь в наиболее низкой части массива Стинир, в укрытом от губительных южных ветров месте,



Сомкнутая мохово-лишайниковая группировка в укрытом месте, на грунте под камнем (северная часть массива Стинир).



Группировка накипных лишайников на смерзшемся цементированном песке.



Наиболее характерная для района эндолитная лишайниковая группировка, развивающаяся под отслаивающимися чешуйками камня.

было обнаружено некоторое количество небольших (до нескольких см в диаметре) сомкнутых мохово-лишайниковых группировок.

На вершинах холмов, скалах, реже — на крупных валунах, обычно с подветренной стороны, развиваются разреженные группировки накипных эпилитных лишайников. Они, как правило, приурочены к трещинам и нишам или к поверхностям камней с подветренной их стороны. Это могут быть как одновидовые группировки из корковых лишайников *Lecidea cancriformis*, *Carbonea vorticosa* и *Acarospora gwynnii* или *Buellia frigida*, так и различные сочетания этих видов, например, с примесью *Rhizocarpon nidificum* и *Sarcogyne privigna* или других. Иногда примитивные 1–2-видовые сообщества формируются на сцементированном или смерзшемся песке, но также и в защищенных понижениях между камнями. Для этого района весьма характерны эндолитные группировки лишайников, т.е. отдельные экземпляры или сообщества лишайников, развивающиеся под пластинками отслаивающейся горной породы, являющиеся наилучшей защитой от неблагоприятных условий среды.

Что касается представителей антарктической фауны, то следует сказать, что в отличие от массива Клеменс, где гнездится снежный буревестник и встречаются поморники, в горах Глыбовых птицы отсутствовали полностью, что, по всей видимости, также является подтверж-

дением крайней степени суровости местного климата.

Результаты проведенной работы убедительно свидетельствуют о необходимости продолжить комплексные биологические исследования в совершенно неисследованных горных районах, лежащих еще дальше к

югу, что позволит получить новые и ценные сведения о наземной флоре и растительности Антарктиды и закрыть пока еще остающиеся на карте Антарктиды «белые пятна». Необходимо пояснить также, что изучение растительного мира внутриконтинентальных районов Антарктиды не только проливает свет на историю заселения суши в постгляциальный период и позволяет дополнить наши знания о распространении тех или иных видов живых организмов на земном шаре, но и дает возможность предвидеть характер и формы возможной растительной жизни на других планетах со сходными крайне суровыми условиями обитания, например на

Марсе или на спутниках Юпитера, хоть это и звучит пока довольно фантастично.

*Автор выражает искреннюю признательность руководству и сотрудникам ПМГРЭ и РАЭ за предоставленную возможность участия в экспедиции и неизменную поддержку и помощь в ходе ее проведения. Особая благодарность экипажу и командиру вертолета Ка-32 компании «Авиалифт» Н.Ф. Воронову.*

*М.П. Андреев (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург).  
Фото автора*

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В 47-м РЕЙСЕ НИС «АКАДЕМИК ИОФФЕ»

В 47-м рейсе НИС «Академик Иоффе» по маршруту судна от п. Ушуайя до п. Гданьск с 26 марта по 7 мая 2015 г. были продолжены многолетние работы Института океанологии РАН (лаборатории физико-химических исследований) по изучению аэрозолей приповерхностного слоя и поверхностных вод Атлантического океана и прилегающих морей. Цель исследования — определить влияние климатических особенностей и фронтальных зон Атлантического океана на распределение осадочного вещества и органических соединений (в том числе загрязняющих веществ) в приповерхностном слое атмосферы и в поверхностных водах. Экспедиция была организована ИО РАН за счет средств и в рамках программы №14-50-00095 «Мировой океан в XXI веке: климат, экосистемы, ресурсы, катастрофы» по разделу «Взаимодействие геосфер и минеральные ресурсы Мирового океана» (руководитель А.П. Лисицын).

При этом в задачи исследования входило изучение:

- изменчивости гранулометрического состава приводного аэрозоля с помощью счетчика аэрозольных частиц;
- изменчивости количественного и качественного состава приводного аэрозоля, полученного сетевым методом;
- распределения и состава водной взвеси в поверхностных водах;
- распределения продукционных характеристик поверхностного слоя вод (взвешенного органического углерода, пигментов);
- загрязненности поверхностных вод нефтепродуктами.

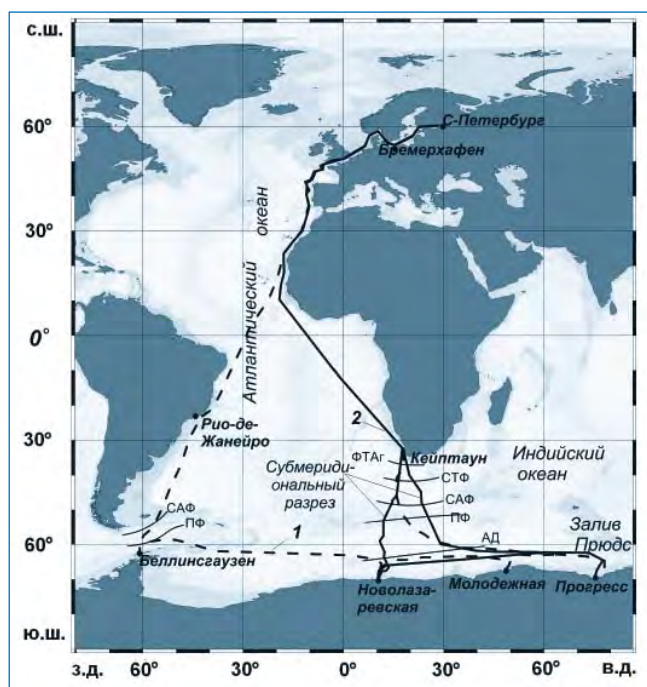
Маршрут НИС «Академик Иоффе» проходил через фронтальные зоны Южной, Центральной и Северо-Восточной Атлантики. Поэтому исследованиями были охвачены как влажные умеренные гумидные и экваториальные области, отличающиеся низким содержанием взвешенного вещества в атмосфере, так и аридные, где резко возрастают атмосферные потоки. Кроме того судно пересекло районы, где доминируют природные процессы формирования аэрозолей и поверхностных вод, и потенциально загрязненные шельфовые области.

Любой химически устойчивый переносимый ветром материал перемещается в атмосфере в процессе движения воздушных масс и в соответствии с погодными условиями. Было установлено, что вклад аэрозолей в формирование осадочного материала близок к вкладу

речного осадочного вещества за пределами маргинальных фильтров рек. Многие годы считалось, что эоловый материал имеет существенное значение только в аридных зонах суши и что главное значение имеют эвапориты (осадочные породы, состоящие из таких минералов, как каменная соль и гипс, образующиеся при испарении соленой воды в жарком сухом климате), а в ходе рассеяния — пески. При этом значительную роль играет биогенный материал, а также минералы-маркеры аридных зон.

Фронтальные зоны в океане изучали в основном физическими методами. Геохимический подход применяли гораздо реже. Кроме того, практически отсутствуют данные о влиянии фронтальных зон на распределение загрязняющих веществ в море, особенно для таких сое-

Схема маршрутов в Атлантическом и Южном океанах: 1 – 32-й рейс НЭС «Академик Федоров», февраль–май 2012 г. (57-я РАЭ) и 2 – 2-й рейс НЭС «Академик Трещников», февраль–июнь 2014 г. (59-я РАЭ). СФ – северный субтропический фронт, САФ – субантарктический фронт, ПФ – полярный фронт, АД – зона антарктической дивергенции, ФТАг – фронт течения Агульес, ЮЭТ – южное экваториальное течение, ССФ – северный субтропический фронт, КА – Канарский апвеллинг.





динений, как углеводороды (УВ), имеющие как природное, так и антропогенное происхождение. В то же время было установлено, что концентрирование фторсодержащих органических соединений в поверхностных водах Атлантики происходит во фронтальных зонах.

Подобные исследования по ходу движения судна успешно выполнялись ранее в экспедициях в центральных районах Северного Ледовитого, Атлантического и Южного океанов по маршрутам НЭС «Академик Федоров», НЭС «Академик Трешников» и НИС «Академик Мстислав Келдыш». Во втором этапе 57-й РАЭ по маршруту 34-го рейса НЭС «Академик Федоров» определялось распределение органических соединений и взвеси в поверхностных водах, а также концентрации взвеси и органических соединений во взвеси (хлорофилл, липиды, УВ, взвешенный органический углерод — ВОУ) на разрезе через Атлантический океан до пролива Ла-Манш. Изучаемые параметры в этих водах подвержены изменчивости, связанной с меандрированием фронтальных зон.

На шельфе Пиренейского п-ова (33–44° с.ш.) наблюдалось резкое увеличение концентраций УВ (до 116 мкг/л, 2,3 ПДК для нефтяных УВ). На граничных станциях этой области содержание УВ увеличивалось в среднем в 7 раз, а состав УВ указывал на трансформированные нефтяные УВ, обусловленные локальным нефтяным загрязнением поверхностных вод.

В 47-м рейсе НИС «Академик Иоффе» были получены данные по гранулометрическому составу аэрозолей с помощью счетчика аэрозольных частиц AeroTrak (США). Размер аэрозольных частиц в большой мере определяет весь набор свойств, присущих аэрозольному веществу, но аэрозоль крайне редко имеет частицы одинакового размера. При движении судна на север из п. Ушуйя при юго-восточном ветре происходило последовательное увеличение количества аэрозолей с максимумом в заливе Эль-Ринкон на рейде порта Бая-Бланка. Здесь количество частиц 0,3 мкм колебалось в диапазоне от 2200 до 44987, в среднем 38313 частиц на литр. Меньшая изменчивость характерна для частиц 1 и 5 мкм. Стандартное отклонение для частиц 0,3, 1

и 5 мкм составило (в процентах от средней величины) 55, 34 и 77 % соответственно. Обусловлено это как изменением скорости ветра — от 4,7 до 15,5 м/с, так и его направлением от 164,5 до 263°. С удалением от берега количество аэрозолей в атмосфере уменьшалось из-за циркумконтинентальной зональности в их распределении. С выходом из территориальных вод Аргентины количество частиц в атмосфере достигло довольно постоянных значений. Минимум аэрозолей был зафиксирован на 14° ю.ш. из-за смены ветрового режима при скорости ветра 5 м/с.

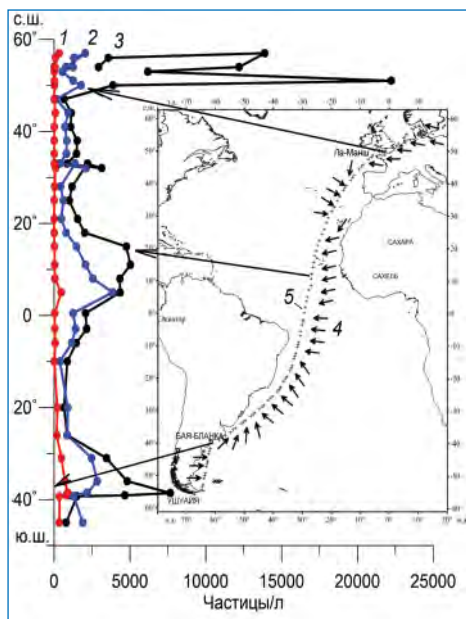
В Северном полушарии увеличение количество частиц происходило в области 4–15° с.ш., находящейся под влиянием переноса аэрозолей из аридных областей Западной Африки (пустынь Сахара и Сахель). В атмосфере Центральной Атлантики наблюдался и второй максимум, приуроченный к 32° с.ш., обусловленный, скорее всего, региональным увеличением потоков аэрозолей с Канарских о-вов. Региональный перенос подтверждается также в бимодальном распределении значений мутности атмосферы. Если при трансграничном переносе аэрозолей из Африки в большей степени происходило увеличение частиц 0,3 мкм, то при локальном переносе аэрозолей наблюдался синхронный рост всех измеряемых частиц (0,3, 1 и 5 мкм) с высоким значением коэффициента корреляции:  $r(0,3-1 \text{ мкм}) = 0,95$ . При смене направления ветра в этой области количество аэрозолей резко уменьшалось: с 17761 до 4622 частиц/л, т.е. почти в 4 раза.

При подходе судна к проливу Ла-Манш прошел дождь, и в атмосфере содержание аэрозолей снизилось до 3466 частиц/л. Затем их количество начало увеличиваться, наиболее резко (в 5 раз) в узком участке пролива Па-де-Кале, где достигло — 111239 частиц/л — максимальной концентрации, установленной для аэрозолей 0,3 мкм в рейсе. В западной части Северного моря, несмотря на прошедший дождь, количество частиц в атмосфере также оставалось довольно высоким — в среднем 31395 частиц/л. В южной части Балтийского моря содержание аэрозолей в атмосфере уменьшилось. Примечательно, что минимальные концентрации приурочены к прибрежной части Гданьской бухты, так как в гумидных областях количество аэрозолей снижалось.

Гранулометрический состав аэрозолей и количество частиц в них изменяется скачкообразно и в широких пределах. Однако во всех пробах доминировала фракция 0,3 мкм. При этом в Южном полушарии на долю фракции 0,3 мкм приходилось 80 % от суммы из-за влияния литогенной части аэрозолей. Концентрация частиц 1 мкм составила 12,5 %, а для частиц 5 мкм — всего 2,5 %.

В заливе Эль-Ринкон на рейде Бая-Бланка доля частиц 0,3 мкм достигала 96 %; в пробе с максимальным количеством аэрозолей, сформированных под влиянием потока из африканских аридных областей, — 92,4 %. Связано это с тем, что в моде первичной нуклеации частицы образуются при конденсации паров или в результате химических реакций, поэтому они малы. Эти частицы могут коагулировать, образуя несколько более крупные, которые возникают при диспергировании веществ на земной поверхности. Самыми малыми из аэрозольных частиц являются ядра Айткена. Их диаметры находятся в диапазоне 0,008 до 0,2 мкм. Подавляющая часть этих ядер — вторичные частицы, образовавшиеся в результате химических реакций в атмосфере. Скорость диффузии таких мельчайших частиц доста-

Изменчивость гранулометрического состава аэрозолей в приводном слое атмосферы по маршруту НИС «Академик Иоффе»: 1 – 0,3 мкм/10, 2 – 1 мкм, 3 – 5 мкм ×10. На врезке: 4 – преимущественное направление ветра, 5 – маршрут судна.





Постановка сетей для сбора аэрозолей (верхний снимок) и вид сетей на баке НИС «Академик Иоффе» в области, находящейся под влиянием потоков из африканских пустынь (нижний снимок).

Фото З.Ю. Реджеповой.

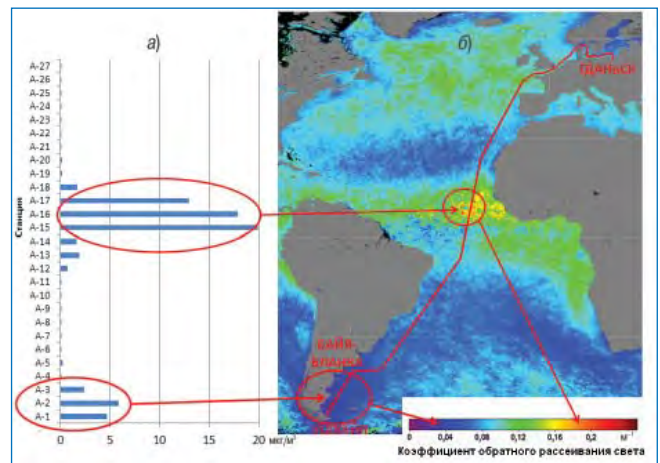
точно велика, что создает предпосылку для их коагуляции. Ранее считали, что большие частицы, имеющие диаметр от 0,2 до 2 мкм, заключают в себе подавляющую часть массы атмосферного аэрозольного вещества, которое образуется, скорее всего, при конденсации и коагуляции. Однако, согласно полученным данным, в атмосфере Атлантики преобладали частицы 0,3 мкм. В отдельных районах, особенно в Северном полушарии, частицы, превышающие 5 мкм, отсутствовали (в частности, в проливе Ла-Манш).

Кроме того, в 47-м рейсе НИС «Академик Иоффе» пробы аэрозолей отбирали при помощи сетей, установленных на баке судна.

После анализа этих проб оказалось, что повышенные их концентрации так же, как при регистрации аэрозолей с помощью счетчика частиц, приурочены к южной части разреза (до 5,832 мкг/м<sup>3</sup>), а максимальные — к

Вид проб, отобранных вблизи Южной Америки (проба А-2, а) и в Северной Атлантике (проба А-15, б).

Фото З.Ю. Реджеповой.



Распределение концентраций аэрозолей в приводном слое атмосферы, собранных сетевым методом — (а), и осредненная карта аэрозолей, полученная с помощью спутника AquaModis в апреле 2002–2014 гг. — (б).

области влияния потоков из африканских пустынь (до 19,890 мкг/м<sup>3</sup>).

Необходимо обратить внимание, что, согласно спутниковым данным, в южной части разреза содержание аэрозолей в атмосфере не превышало 0,04 м<sup>-1</sup>, а прямые измерения аэрозолей установили повышенное их количество. Несовпадение концентраций указывает на несовершенство алгоритма расчета космических сканеров. Содержание аэрозолей в этой области обусловлено тем, что в Патагонии находится центр формирования континентального воздуха умеренных широт — Южно-Атлантического антициклона. Большое распространение здесь имеет экваториальный тип циркуляции с мощной конвекцией воздушных масс (в результате конвергенции происходит схождение пассатов) и субэкваториальный тип с сезонными сменами экваториальных и тропических воздушных масс (пассатно-муссонный тип).

Пробы, отобранные в южной и центральной частях разреза, отличались не только по количеству вещества, но и визуально по цвету, из-за разного минерального состава формирующих их аэрозолей. Из Южной Америки с аэрозолями поступают в основном цеолиты, а из африканских пустынь — полевои шпат и кварц. На более низкое содержание установлено в Южном полушарии при смене направления ветра (0,012 мкг/м<sup>3</sup>) и при подходе к проливу Ла-Манш (0,015 мкг/м<sup>3</sup>) после дождя.

Таким образом, предварительный анализ показывает, что распределение счетных концентраций аэрозолей в целом повторяет распределение весовых концентраций. Содержание аэрозолей, полученных с помощью счетчика частиц и собранных сетями, изменялось синхронно и в широких пределах. Связано это с тем, что атмосфера — самая подвижная и переменчивая из геосфер Земли, в которой быстро меняются потоки вещества, обусловленные движением воздушных масс.

В заключение необходимо отметить, что в результате попутных исследований по маршруту судна на трансатлантическом разрезе получены новые данные о концентрациях осадочного вещества в приводном слое атмосферы и поверхностных водах от атлантического сектора Южного океана до северных районов Атлантики. Прямые исследования количественного распределения, состава и свойств золотого вещества при пересечении климатических зон показали, что главное значение для этого типа рассеянного осадочного вещества имеют



не пески, а тонкие алевриты и пелиты, поступающие в результате дальнего переноса. Проведение в дальнейшем подробного исследования отобранных проб и определения специфических маркеров в аэрозолях и в водной взвеси открывает возможность не только понять их генезис, но также изучить биогеохимические циклы различных соединений в открытых районах океана. Это не только приводит к простой констатации количества

вещества (для загрязнений при сравнении с величиной ПДК), что обычно делают в мониторинговых исследованиях, но и дает возможность определить их количественный вклад в осадочные геохимические процессы.

*И.А. Немировская, А.Н. Новигатский,  
З.Ю. Реджепова (ИО РАН)*

### СЕЗОН КИТА

#### О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА «ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА» ПО ГРАНТУ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

В минувшем сезоне сотрудники Национального парка «Русская Арктика» продолжили работы при поддержке Русского географического общества в рамках проекта «Сохранение популяций редких видов морских млекопитающих и белого медведя на особо охраняемых природных территориях северо-востока баренцево-морского региона», включавшего в себя весеннюю судовую экспедицию в мае и летние стационарные исследования на островах Нортбрука и Гукера в июне–августе 2015 г.

В ходе весеннего этапа наша группа посетила Землю Александры, воспользовавшись рейсом НЭС «Михаил Сомов», провела судовые наблюдения. В полдень к югу от архипелага отмечен гренландский кит, моржи, тюлени. Весной же возобновили мониторинг белого медведя. Согласно разработанной ранее методике регистрировались места встреч и особенности поведения, визуально оценивалась упитанность и физическое состояние встреченных хищников, собирались пробы биоматериала для последующего молекулярно-генетического анализа, животные по возможности фиксировались на фото и видео. Нужно отметить, что протокол встреч был разработан нами совместно с представителями других арктических ООПТ и специалистов из исследовательских институтов (см.: РПИ. 2014. № 17. С. 46–47). Теперь на всех особо охраняемых территориях специалисты будут фиксировать встречи по единой методике, что даст возможность для сравнения и анализа данных, в дальнейшем можно будет сформировать единую базу. За весенне-летний период база данных парка уже пополнилась 50-ю встречами, всего более 70 медведей, включая медвежат. В дальнейшем мы также обраба-

ем полевые отчеты других групп, в т.ч. работавших на круизных судах, и у нас будет более полная картина. Из интересных наблюдений отметим, что у медведей четко сформировалось охотничье поведение, ориентированное на добычу морских птиц. Медведи, приходящие в бухту Тихая, регулярно добывали люриков в колонии на каменистой осыпи, а в период слета птенцов кайр со скалы Рубини, воспользовавшись тем, что птицы оказались в ледовых капканах в бухте, забитой льдами, охотились и на кайр в море.

В целом на архипелаге в летний сезон 2015 г., по данным АНИИ, ледовая обстановка в районе Земли Франца-Иосифа была легче среднемноголетней за предшествующие 40 лет. Общая ледовитость в июне–июле была на 20–30 % ниже климатической нормы, а в августе — уже на 90 %. В пределах самого архипелага льды распределялись неравномерно, к югу от центра Земли Франца-Иосифа кромка сохранялась до середины августа, а в бухте Тихая занесенные сюда в конце июля местные льды циркулировали до конца лета. Безусловно, ледовая обстановка повлияла на особенности распределения местной ледолюбивой фауны и млекопитающих, и морских птиц.

В этом сезоне были продолжены мониторинг лежбищ и исследования атлантического моржа (см.: РПИ. 2013. № 14. С. 8–9). В связи с сохранением дрейфующих льдов в архипелаге обследованные лежбища использовались моржами весьма ограниченно. К концу июля звери так и не вышли на пляж зал. Гунтера, лишь периодически посещали лежбище на о. Мертвого тюленя, предпочитая залегать на плавучих льдах. Согласно разработанной схеме мониторинга на лежбище о. Мертвого тюленя в бухте Тихая была установлена

Гренландские киты в акватории Земли Франца-Иосифа. Фото А. Бомбош (A. Bomboosch).



пара камер автоматического мониторинга. Для оценки использования моржами ряда лежбищ в удаленном северо-восточном уголке архипелага в компании Ска-нЭкс были заказаны спутниковые снимки детального разрешения. Отличная погода, установившаяся на архипелаге в середине лета, позволила произвести прицельную съемку в полностью безоблачных условиях. Как только снимки в полном разрешении будут получены от оператора, у нас будут данные еще по трем точкам с известными крупными лежбищами. Продолжен сбор проб биопсии, собрано 11 образцов кожи и подкожного жира. Первые результаты, основанные на анализе небольшой серии проб, полученной в 2013 г., выявили пониженное генетическое разнообразие моржей с лежбищ Земли Франца-Иосифа и северной оконечности Новой Земли по сравнению тихоокеанскими моржами Восточной Чукотки. Очевидно, пониженное генетическое разнообразие является следствием прохождения популяции через «бутылочное горлышко» в недавнем прошлом.

Существенное снижение численности популяции атлантических моржей на севере Баренцева моря, как следствие чрезмерного промысла в XVII – начале XX вв., хорошо задокументировано. Наибольший урон был нанесен шпицбергенской группировке моржей. Численность моржей на Земле Франца-Иосифа была также серьезно подорвана на рубеже XIX–XX вв. и по минимальным оценкам на середину XX в. составляла всего 1000 особей. В период снижения численности, очевидно, произошла и фрагментация ареала. Ядро репродуктивного стада атлантического моржа северо-востока Карско-Баренцевоморского региона сохранилось, очевидно, именно в районе Земли Франца-Иосифа, оно и стало основателем восстанавливающегося северного стада. Ограниченное число особей-основателей повлекло снижение генетического разнообразия и возникновению эффекта «бутылочного горлышка». В настоящее время наблюдается активное восстановление численности и демографической структуры населения моржей на Шпицбергене, а численность моржей на Земле Франца-Иосифа приближается к предпромысловой. Вместе с тем сохранившееся после прохождения «бутылочного горлышка» пониженное генетическое разнообразие группировки может быть причиной снижения приспособляемости популяции к условиям быстро меняющейся окружающей среды и растущего антропогенного пресса. Таким образом, популяции атлантического моржа могут быть более уязвимы к раз-



Уходя на глубину, гренландский кит обычно делает эффектный взмах хвостовым плавником.  
Фото Л. Фармер (L. Farmer).

личным стрессам, чем популяции моржа тихоокеанского, что необходимо учитывать при разработке мер по охране и поддержанию устойчивых популяций подвидов, занесенного в Красную книгу РФ. Полученный в этом году дополнительный материал поможет уточнить степень родства и обмена особями между моржами севера Баренцева моря и группировки, населяющей Новую Землю и Печорское море. Кроме того, образцы подкожного жира планируется проанализировать на содержание стойких органических загрязнителей. Долгоживущие моржи, занимающие вершину трофической пирамиды, основанной на продукции прибрежного бентоса (донных беспозвоночных), накапливают в своих тканях стойкие загрязняющие вещества и могут служить хорошим индикатором здоровья прибрежной мелководной экосистемы. Получение этих базовых сведений об экологии моржей особенно актуально в настоящее время стремительного индустриального освоения шельфа.

Но самые интересные наблюдения были проведены за китами. Наблюдения последнего десятилетия убедительно показывают, что акватория Земли Франца-Иосифа — ключевой район обитания гренландских китов шпицбергенской популяции. Здесь полярные киты регулярно образуют нагульные скопления в летний период. Собранные в предыдущие годы материалы позволили выделить основные районы нагула. Наблюдения этого года расширили наше представление о районах кормежки этих китов в акватории Земли Франца-Иосифа. В середине июля, когда кромка льда еще пролегалась южнее архипелага, а у его южных островов держалась полынья, в нее в район о. Нортбрука пришли гренландские киты и более недели (до нашего отъезда) кормились в прибрежных водах. В отдельные дни в поле зрения находилось до 10–15 животных. Ранее летом из района мыса Флора были известны лишь единичные регистрации, хотя этот район — один из наиболее посещаемых судами. Также гренландские киты зашли и в бухту Тихая, здесь одиночка и пара китов наблюдались в течение нескольких дней кормящимися у кромки льдов. Ранее о встрече китов в Тихой сообщалось единожды. О более частых встречах китов сообщили и сотрудники парка, сопровождавшие туристические круизные суда, их наблюдения еще предстоит обработать и внести в общую базу данных.

Но, пожалуй, самое примечательное событие: вместе с гренландскими китами впервые в истории к берегам Земли Франца-Иосифа в районе мыса Флора подошли киты-горбачи, обычно в Баренцевом море держащиеся южнее или западнее от архипелага. Поистине сезон 2015 г. на архипелаге можно назвать сезоном кита!

Надо подчеркнуть, что акватория заказника «Земля Франца-Иосифа» — это уникальное место, сохраняющее шпицбергенскую популяцию гренландского кита, одного из самых малочисленных китов нашей планеты. Теперь, вместе с горбачом, у нас зарегистрировано шесть видов китообразных (кроме упомянутых — малый полосатик и финвал, а также зубатые — белуха и нарвал), и очень важно обеспечить их охрану и в будущем, особенно учитывая промышленное наступление на арктический шельф, в первую очередь — развитие нефтегазового комплекса в непосредственной близости от границ заказника «Земля Франца-Иосифа».

*М.В. Гаврило (зам. директора  
национального парка «Русская Арктика»)*



## ЛЕТНИЙ ПОЛЕВОЙ СЕЗОН НА ЯМАЛЕ

**Сразу три научно-исследовательские экспедиции стартовали 15 июня 2015 г. на Ямале**

В экспедицию по изучению памятника средневековья вблизи поселка Зеленый Яр Приуральянского района отправились сотрудники Научного центра изучения Арктики, антропологи Евгения Святова из Екатеринбурга и Сергей Слепченко из тюменского Института проблем освоения Севера СО РАН, а также археологи-любители из Сыктывкара. Исследователи имеют большой опыт участия в раскопках и поддерживают дружеские связи с ямальскими учеными.

«В этом году мы планируем сделать раскоп площадью около 70–75 м<sup>2</sup>, где, по данным магнитосъемки, находится 5–7 погребений и, как минимум, одно кострище, — рассказал руководитель полевых работ, младший научный сотрудник сектора археологии Александр Гусев. — Образцы останков и грунта из захоронений отправив в Институт проблем освоения Севера СО РАН, где их исследуют на наличие описторхоза у погребенных».

На полевой базе ямальских биологов Еркута будут работать ученые из Арктического научно-исследовательского стационара Института экологии растений и животных УрО РАН и Научного центра изучения Арктики совместно с коллегами из Франции и Норвегии. Здесь они продолжат многолетний биологический мониторинг популяций млекопитающих и птиц, подведут предварительные итоги начатого в прошлом году эксперимента по влиянию разных групп травоядных на растительность тундры. Кроме того, вместе с французскими исследователями ямальские биологи начнут новый проект по кольцеванию и изучению размножения некоторых видов куликов.

Орнитолог Оливье Гилг, имеющий 25-летний опыт работы в Гренландии, рассказал, что помимо традиционного кольцевания будет использовать в своей работе инновационные датчики, установив которые в гнезда птиц ученые смогут ежесекундно получать информацию о том, самец или самка находится в гнезде, успешно ли вылупились птенцы или гнездо было разорено хищниками. В планах ученого заняться также изучением влияния численности леммингов на популяцию птиц. «На первый взгляд, это связь кажется неочевидной. Но когда леммингов становится мало, хищники переключаются на птиц — куликов, куропаток и гусей», — пояснил Оливье Гилг.

При содействии департамента по науке и инновациям ЯНАО и Межрегионального экспедиционного центра «Арктика» на Ямале проходит экспедиция по изучению и сохранению популяции кречетов. В центре внимания кандидата биологических наук Светланы Мечниковой из Союза охраны птиц России и студентов-практикантов представители соколиных, обитающие в бассейне реки Щучья. «Ямал — один из немногих регионов России, где проводится долговременный мониторинг за популяциями редких видов хищных птиц, — рассказала Светлана Мечникова. — В настоящее время мы видим положительную динамику по численности беркута, орлана-белохвоста и сокола-сапсана. В последние два года резко увеличилось количество гнезд кречета. Если раньше мы фиксировали по одному-два гнезда, то в прошлый полевой сезон обнаружили восемь». Чем вызван рост численности краснокишечного хищника, ученые пока только предполагают.

В целом планы российских ученых на Ямале в период полевого сезона в 2015 г. обширны. В частности, ученые-биологи планируют провести сразу несколько различных исследований на своих мониторинговых площадках.

**Ихтиологические исследования на реке Юрибей в Ямальском районе**

В лаборатории экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург) предполагают, что река Юрибей играет ключевую роль в формировании популяций лососевидных рыб Байдарацкой губы — сига, арктического гольца, хариуса и горбуши. Экспедиция под руководством научного сотрудника лаборатории, кандидата биологических наук Яна Кижеватова проверит эту научную гипотезу. В течение четырех дней ученые пролетят на гидросамолете от верховьев до низовьев Юрибея, собирая по пути пробы личинок.

Также на протяжении всего сезона будут еще обследованы озерные группировки сига на реке Еркута на Южном Ямале. Второй этап полевых работ запланирован в начале осени, когда ихтиологи будут наблюдать за ходом рыбы в низовьях реки Юрибей.

Экспедиция проходит при поддержке Регионального инновационно-инвестиционного фонда «ЯМАЛ», департамента по науке и инновациям ЯНАО и Межрегионального экспедиционного центра «Арктика». Результаты исследований помогут выявить разнообразие лососевидных в бассейне Байдарацкой губы, определить роль каждого притока губы в воспроизводстве, нагуле и зимовке отдельных видов рыб, изучить конкурентные взаимоотношения между горбушей, пришедшей на Ямал с Кольского полуострова, и аборигенными видами рыб.

«В отличие от других лососевых у горбуши нет жесткого «хоминга». После акклиматизации на Кольском полуострове, по мере увеличения численности, горбуша начинает распределяться по рекам Северного Ледовитого океана, — пояснил директор Института экологии растений и животных УрО РАН, член-корреспондент РАН Владимир Богданов. — С 2012 г. в заметных количествах ее фиксируют на Ямале. В процессе изучения популяций лососевидных мы хотим понять, можно ли будет в будущем горбушу использовать в промышленных масштабах, не вытеснит ли эта рыба с нерестилищ аборигенные виды, в том числе сига».

По результатам исследований будут также разработаны рекомендации по охране и воспроизводству редких видов рыб, что важно для реализации экологических программ региона.

**В Лабитнанги подвели предварительные итоги эксперимента по восстановлению почвы с помощью криогеля**

Специалисты окружного технологического парка «Ямал» и Томского института химии нефти Сибирского отделения РАН подвели предварительные итоги эксперимента по использованию криогеля для восстановления почвы.

Город Лабитнанги стал единственной экспериментальной площадкой в регионе. Опытные-промышленные работы по закреплению откосов проводились в сентябре 2014 г. на пешеходном бульваре улицы Дзержин-

ского. Сотрудники муниципального предприятия «Городское хозяйство» под контролем томских ученых и специалистов технопарка обрабатывали торфо-песчаной смесью и криогелеобразующим раствором три участка. Для каждого участка использовался отдельный композиционный состав и методика нанесения полимеров, чтобы по итогам эксперимента ученые могли определить оптимальный для здешних условий вариант.

Директор окружного технологического парка «Ямал» Александр Гидеон отметил: «Судя по тому, что на опытных участках не произошло разрушения откосов вследствие таяния снега, практически полностью сохранилась георешетка, вырос устойчивый травяной покров, криогель с поставленной задачей справился. На участках, где были просто высеяны семена растений, произошло разрушение поверхностного слоя грунта, травяной покров не образовался. Значит, работы придется проводить повторно, на что уйдут существенные средства. Криогель же при незначительных финансовых вложениях позволит будущие работы по благоустройству города проводить с большей эффективностью и экономией бюджета. Кстати, данную технологию можно будет использовать при дорожном строительстве, а также на участках, подверженных подтоплению. Например, можно обработать открытый стадион в Лабытнанги. Мы надеемся, что эту технологию возьмут на вооружение местные предприятия».

Практическая сторона вопроса заинтересовала главу администрации города Лабытнанги Олега Черевко. Поскольку в Лабытнанги ведется активное строительство, влекущее за собой большие объемы работ по благоустройству и озеленению, муниципалитет готов предоставить ученым участки под экспериментальный питомник, чтобы в дальнейшем использовать результаты для облагораживания облика города. Как сообщила кандидат химических наук, младший научный сотрудник Томского института химии нефти Сибирского отделения РАН Мария Фуфаева: «Эти результаты можно будет оценить через два года после начала сотрудничества, поскольку выживаемость растений оценивается по итогам двух вегетационных периодов».

С опытного участка Марией Фуфановой были взяты пробы земли на микробиологическую экспертизу, ей предстоит провести биометрический анализ взошедших растений. Окончательные результаты будут опубликованы в середине октября после проведения лабораторного этапа исследований.

### Ценная археологическая находка

Группа ученых, ведущих полевые работы на базе археологического комплекса «Зеленый Яр» в Приуральском районе, обнаружила ценную находку. Как сообщает сотрудник научного Центра изучения Арктики ЯНАО Александр Гусев, это древнее захоронение ориентировочно XIII века нашей эры. «В могиле обнаружен отлично сохранившийся берестяной кокон, в котором, по всей видимости, находится мумия человека. Находка подобной ценности — первая за три последних года на этом археологическом объекте», — отметил А. Гусев.

Работающая в составе ямальских ученых антрополог, ведущий археолог научно-производственного Центра по охране и использованию памятников истории и культуры Свердловской области Евгений Святова пояснила, что размеры кокона в длину — 1 м 30 см, в ширину — около 30 см по самой широкой части объекта.

Раскопки близ поселка Зеленый Яр начались в 1999 г. под руководством известного ямальского археолога Натальи Федоровой. В 2013 г. работы были продолжены. На данный момент археологический комплекс состоит из трех частей: литейная мастерская — VI–VIII век нашей эры и два могильника — ранний VIII–IX век нашей эры и поздний XII–XIII век нашей эры.

«Зеленый Яр — это единственный памятник на севере Западной Сибири, где были впервые обнаружены мумифицированные останки людей. Так, знаменитая мумия мужчины-воина, сохранившаяся благодаря вечной мерзлоте и окислению меди, была обнаружена именно в первый период раскопок с 1999 по 2002 г. Натальей Федоровой», — рассказывает А. Гусев.

Группа ученых на базе МВК им. Шемановского в Салехарде произвела первые лабораторные исследования сенсационной находки 2015 г. Накануне этой процедуры была проведена компьютерная томография кокона. Осмотр показал, что внутри него действительно находятся мумифицированные останки ребенка, предположительно мальчика 6–7 лет. О принадлежности к мужскому полу можно судить по бронзовому топорiku, лежащему с правой стороны тела. Здесь же находится пронизка в виде фигурки медведя, а в изголовье — серебряные височные кольца.

Работа по вскрытию кокона шла несколько часов. Тщательно, стараясь не упустить ни единой детали, ученые снимали слой за слоем. Все манипуляции фиксировались на фото- и видеокамеры.

Тело ребенка покоится на берестяном ложе и завернуто в покрывало из мягкого меха, на покрывало уложены медные пластины, скрепленные кожаными шнурами. Они покрывают лицо, область груди и живота, бедра. Следующий слой — также покрывало из меха, но мех жесткий, с длинным осевым волосом. Далее идут слои луба и бересты.

Ученые по-прежнему предполагают, что захоронение датируется XIII веком, но точное время погребения, пол, возраст и статус ребенка будут установлены после детального анализа находки.

### Новые гипотезы: ямальская воронка имеет термогазовое происхождение

При содействии НП «Российский центр освоения Арктики», департамента международных и внешнеэкономических связей ЯНАО завершилась очередная экспедиция к воронке газового выброса, расположенной на полуострове Ямал. Куратором научно-исследовательских работ выступил заместитель директора по научной работе Института проблем нефти и газа, член-корреспондент РАН, доктор технических наук Василий Богоявленский.

Поручение провести объективное научное исследование этого феномена было дано врио губернатора ЯНАО Дмитрием Кобылкиным в прошлом году. Тогда в район обнаруженной воронки было организовано три экспедиции. Цель нынешней летней экспедиции 2015 г. — провести экспресс-исследование и задокументировать последние параметры изменения воронки, которая образовалась в 2014 г. вблизи поймы реки Морды-Яха, а также изучить тундровые озера аналогичного происхождения, которые были выявлены по данным спутниковых наблюдений.

Василий Богоявленский отмечает, что большинство тундровых озер округлой формы на полуострове Ямал имеют термогазовое происхождение, как и так называ-



емая «ямальская воронка». Процесс происходит на территориях, где существуют палеомерзлота и подземные льды. В связи с глобальным потеплением на этих территориях образуются бугры пучения. «Эти холмы, чей диаметр может достигать два километра, а высота — многие десятки метров, выглядят весьма необычно на фоне тундровой равнинной местности. Постепенно эти объекты под действием высоких температур разрушаются и на их месте образу-



Ямальская воронка, июль 2015 г.  
Фотографии предоставлены пресс-службой губернатора ЯНАО.

ются кратеры. Однако год назад, в связи с образованием ямальской воронки, мы узнали, что они могут еще и взрываться», — комментирует Василий Богоявленский.

Кроме того, ученые относят такие образования к разломным зонам, где происходит миграция и подъем газа к поверхности земли. Явление метановой дегазации происходит постоянно, причем наблюдается не только на суше, но и в морях Арктики. «На территории Ямала ученые выделяют четыре объекта, связанные с выбросами газа. В рамках последней экспедиции наша рабочая группа посетила два из них, расположенные в верховьях реки Морды-Яха», — отметил Владимир Пушкарев, руководитель Российского центра освоения Арктики.

Что же касается самой воронки, то она, как и ожидалось, заполняется водой. За зимне-весенний период воронка наполнилась водой примерно на десять метров, и этот процесс продолжается.

По мнению ученых, процесс образования воронки можно рассматривать как реакцию криолитозоны на изменение теплового состояния. Такая реакция приводит к процессу высвобождения газа, заключенного в верхних горизонтах мерзлоты, возможно, в форме реликтовых газогидратов, через участки развития специфических форм криогенного рельефа, таких как гидролакколиты (булгуньяхи, пинго).

В связи с широким распространением подземного пластового льда, газосодержащих пород и специфическими формами криогенного рельефа, воронки газового выброса будут и в дальнейшем возникать на соответствующих участках тундрового ландшафта. Однако при условии проведения исследований на высоком научном уровне могут быть предсказаны и нанесены на специальные карты.

По мнению экспертов, воронка возле Бованенковского месторождения в обозримом будущем превратится в одно из тундровых озер, во множестве расположенных на территории Ямала и, скорее всего, имеющих аналогичное происхождение.

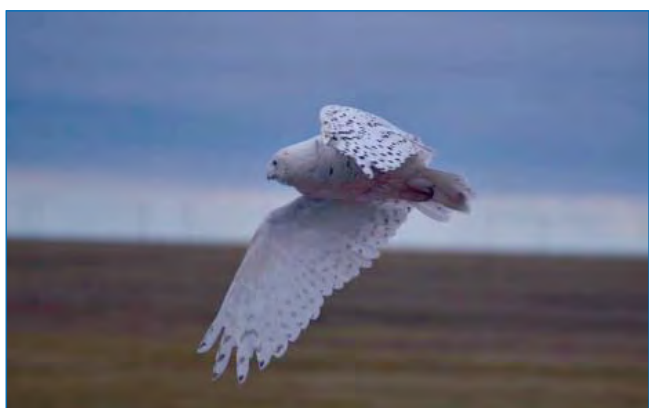
Заместитель губернатора ЯНАО, директор департамента международных и внешнеэкономических связей Александр Мажаров так резюмировал задачи и результаты исследований феномена ямальской воронки: «Полуостров Ямал — один из важнейших нефтегазоносных регионов России. Наша задача — максимально обеспечить безопасность людей, тундровиков, а также промышленного освоения этой территории. Поэтому Ямал так заинтересован в научном объяснении таких природных объектов, как ямальская воронка. Российский центр освоения Арктики в сотрудничестве с ведущими российскими научными учреждениями продолжит изучение гипотез о происхождении данных объектов для прогнозирования их образования в будущем».

### Новые шаги в изучении наземных экосистем арктической тундры Ямала

Ямальские биологи — сотрудники экологического научно-исследовательского стационара Института экологии растений и животных (ИЭРиЖ) Уральского отделения РАН г. Лабитнанги — Наталья и Александр Соколовы, а также научный сотрудник Арктического университета Норвегии Дороте Эрих завершили сезонные исследования на острове Белый и в Сабетте. Эти исследования проходили при поддержке департамента по науке и инновациям ЯНАО.

Экспедиция международной группы ученых длилась около двух недель и принесла замечательные научные результаты. Так, в Сабетте ими была установлена интригующая закономерность — появление грызунов, в частности полевков и леммингов, которые представляют достаточную кормовую базу для полярных хищников. «На самом деле в арктической тундре обычно полевки не живут. То, что там появились в таком количестве полевки, и само их соседство с леммингами считается новым явлением, которое предстоит

Белая сова (слева) и гнездо с ее птенцами.  
Фотографии предоставлены пресс-службой губернатора ЯНАО.



еще изучить», — пояснил научный сотрудник Арктического университета Д. Эрих. Надо подчеркнуть, что наличие грызунов в Сабетте привело к тому, что на восточном берегу полуострова Ямал стало в два раза больше песцов.

Как отметила Наталья Соколова, в задачи экспедиции также входило составление полного списка птиц, обнаруженных в исследуемом регионе. Экспедицией зафиксировано появление в этих краях новых южных видов крылатых, таких как степной лунь, рябинник, белая сова.

В частности, исследования белой совы продолжились на острове Белый в Карском море, где были обнаружены гнезда этой хищной птицы. На возвышенностях в долинах небольших рек было зафиксировано около полутора сотен белых сов, хотя ранее в этом районе встречалось всего лишь около 15–20 особей. «Такой концентрации никогда в научной литературе описано не было, и это подтверждает особенную ценность острова Белый, его уникальность», — подчеркнул Александр Соколов.

В целом полевой сезон 2015 г. ученые-биологи назвали уникальным. Им удалось провести исследования сразу в нескольких природных зонах — лесотундре, южной и арктической тундре, а также собрать интереснейшие материалы для дальнейшего изучения белой совы, ведь в последний раз гнезда хищного пернатого на Ямале видели лишь в 90-х гг. прошлого столетия.

### **Беспилотники помогут создать виртуальную трехмерную модель острова Белый**

22 июля 2015 г. на остров Белый отправилась группа сотрудников Санкт-Петербургской компании «Планер-Т» под руководством генерального директора компании Валерия Ханбекова. Основная задача группы — проведение аэрофотосъемки острова при помощи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). На основе полученных данных будет создана виртуальная трехмерная модель острова.

Компания привезла на Ямал два БПЛА самолетного типа и один коптер. Каждый из этих аппаратов предназначен для решения определенного спектра задач. Отличительная особенность комплексов устройств — высокая степень автоматизации всех этапов работы от подготовки полетного задания до автоматической посадки в заданной точке.

Беспилотники могут исследовать территорию радиусом до 200 километров. Они оснащены современными камерами и системами спутникового слежения. В ходе полета аппараты будут делать тысячи снимков острова с высоты. Каждый снимок будет привязан к конкретным географическим координатам с точностью до двух сантиметров.

Аэрофотосъемка будет проводиться изначально на наиболее загрязненных участках острова и ранее не исследованных территориях. За две недели работ



Песец в Сабетте.

Фото предоставлено пресс-службой губернатора ЯНАО.

планируется отснять всю территорию острова. Валерий Ханбеков отметил: «По завершении съемки в течение трех месяцев мы проведем обработку полученного массива фотографий и на выходе получим виртуальную трехмерную модель острова, с которой можно будет работать самым разным специалистам. То есть все существующие на сегодня результаты наблюдений биологов, экологов, зоологов и геологов можно будет проецировать на

эту модель».

Организаторами исследований выступает Российский центр освоения Арктики при содействии департамента международных и внешнеэкономических связей ЯНАО. В Центре отмечают, что подробная 3D-карта о. Белый позволит легче и быстрее планировать работу экологических и краеведческих экспедиций.

### **Остров Белый — научный центр изучения Российской Арктики**

24 июля 2015 г. на о. Белый отправилась группа ученых из ААНИИ, Тюменского государственного университета, Института промышленной экологии Уральского отделения и Института криосферы Земли СО РАН.

В ходе работ планируется провести метеорологические наблюдения и ландшафтные исследования северо-западного, центрального и юго-западного участков острова.

Ученые считают о. Белый подходящим объектом для реконструкции развития ландшафтов региона. На метеостанции имени им. М.В. Попова, работающей на Белом с 1935 г., накоплены уникальные данные, позволяющие характеризовать развитие климатической составляющей ландшафта за последние 80 лет. Кроме того, геологические документы позволят реконструировать развитие ландшафтов острова за последние столетия и тысячелетия. Совместное рассмотрение результатов метеорологических наблюдений и изучение геологических документов позволит уточнить историю развития региона, что создаст фундаментальную основу для прогнозных оценок изменений в будущем.

Одна из основных задач Института промышленной экологии — это разработка принципиально нового метода дистанционного определения местоположений и параметров источников парниковых газов на основе результатов наземного мониторинга. Для этого ученые планируют создание автоматизированного пункта фонового мониторинга парниковых газов на острове.

Организаторами исследований выступает Российский центр освоения Арктики при содействии департамента науки и инноваций ЯНАО.

*А.К. Платонов (ААНИИ).*

*По материалам пресс-службы губернатора ЯНАО*



## ПРИМЕНЕНИЕ ГЛЯЦИО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В АНТАРКТИДЕ

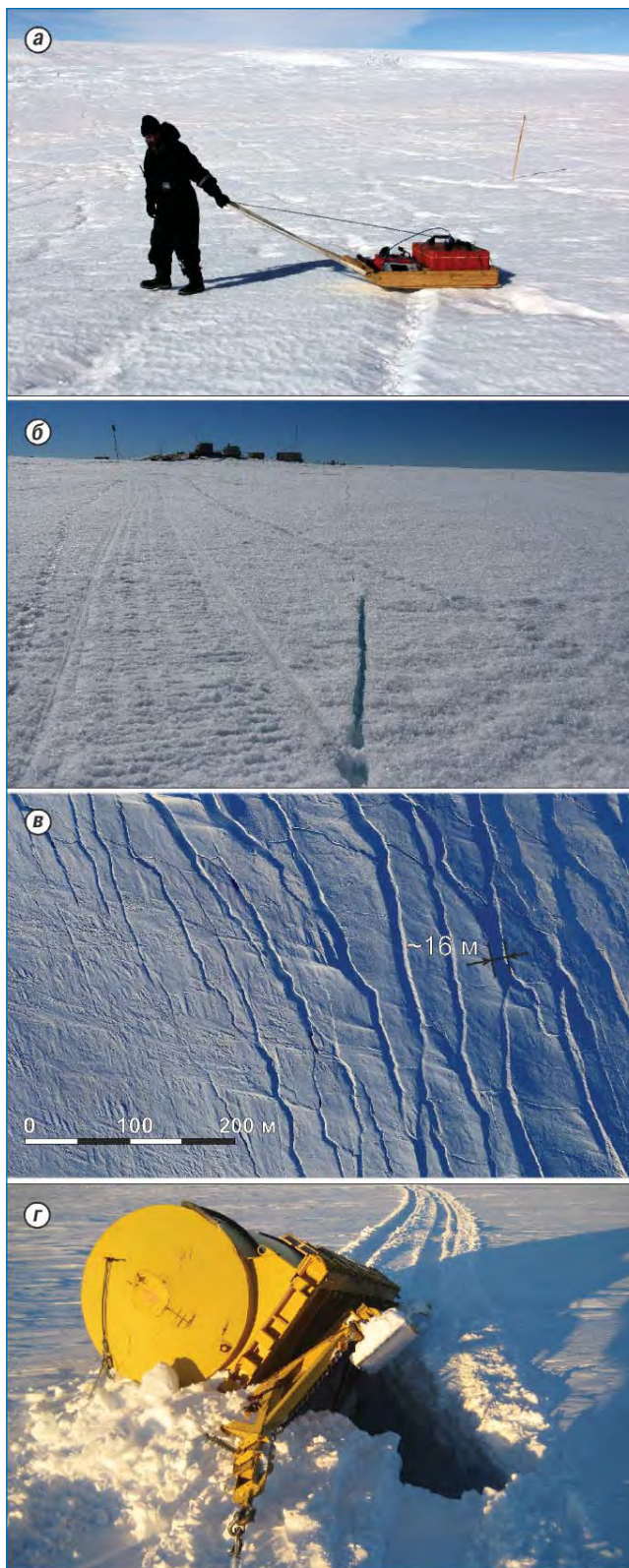
Трещины, ширина которых превышает 5 м, а глубина — пятиэтажный дом, весьма характерны для прибрежной части Антарктиды. Их наличие осложняет транспортные операции и приводит к поломкам техники, а иногда и к гибели людей. Первой жертвой трещин в истории освоения Антарктиды стал механик-водитель А.И. Щеглов, погибший 25 февраля 1964 г. при попытке преодоления одной из них в районе станции Мирный. Спустя почти полвека, 20 ноября 2008 г., в этом же районе погиб механик-водитель Д.А. Ламакин. Надеемся, это была последняя жертва печально известных трещин станции Мирный.

С трещинами связана еще одна не менее важная проблема — это обеспечение безопасной эксплуатации имеющихся снежно-ледовых взлетно-посадочных полос (ВПП) на ледниках и строительство новых. Совершенно очевидно, что возникновение этих опасных объектов на ВПП приводит к весьма негативным последствиям. Таким образом, своевременное выявление и локализация трещин в приповерхностной части ледника является насущной необходимостью обеспечения безопасности личного состава и техники в Антарктиде.

С целью решения этой важной задачи в ходе сезонных работ 60-й РАЭ (2014/15 г.) были выполнены гляцио-геофизические исследования на ледниках в районах базирования отечественных станций Мирный и Прогресс. Работы включали в себя георадарное профилирование, керновое бурение и аэрофотосъемку. Первый метод исследований является наиболее эффективным при изучении трехмерного строения ледника и выявления в нем любых неоднородностей. Второй — керовое бурение — в гляциологии является самым точным методом изучения. Однако при его применении данные о строении ледника носят точечный характер и могут быть получены лишь в пункте бурения. Эти два метода дополняют друг друга, а их совместное использование позволяет наиболее точно описать изучаемый гляциологический объект. В свою очередь аэрофотосъемка, выполненная при низком положении солнца над горизонтом, позволяет не только получить качественный фотоплан для прикладных задач РАЭ, но и нанести на него визуально выявляемые трещины на поверхности ледника.

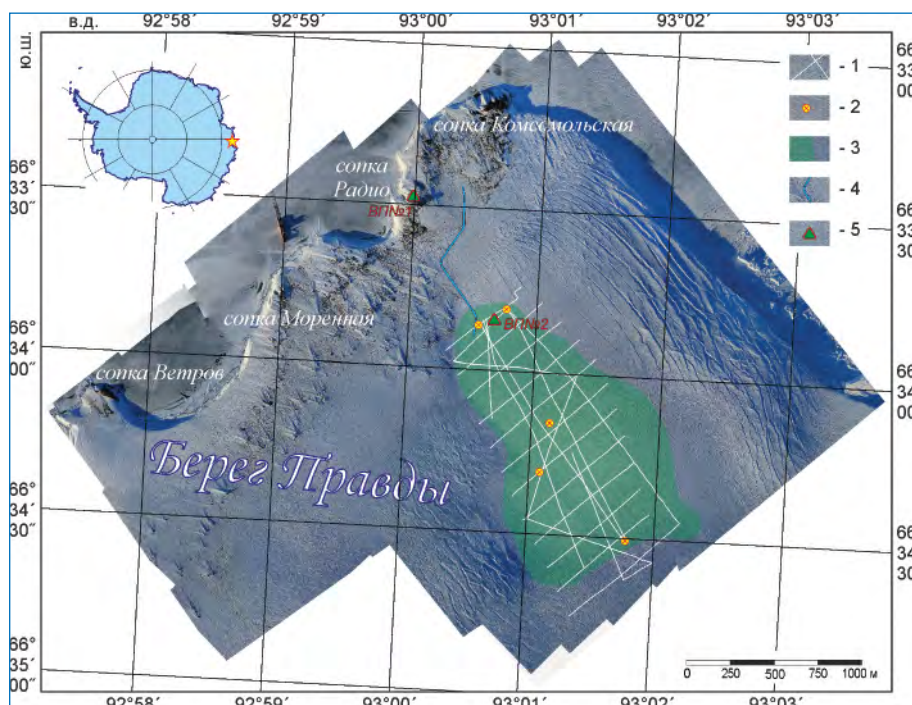
Гляцио-геофизические работы на станции Мирный и в ее окрестностях были наиболее обширными и значимыми. Они были направлены на инженерные изыскания по выбору места для строительства новой снежно-ледовой ВПП и вертолетной площадки, а также трассы, соединяющей ВПП со станцией. Схема проведения работ показана на фотоплане.

Главной задачей георадарного профилирования являлось выявление и фиксация трещин в приповерхностной части ледника. Лоцирование осуществлялось одновременно на двух частотах: 270 МГц и 900 МГц. Это позволило, с одной стороны, получить общее представление о вертикальном строении ледника, т.е. о первых нескольких десятках метров его толщи. С другой стороны, с высокой детальностью изучить его наиболее практически значимую приповерхностную часть (первые несколько метров). Сопоставление полученных комплексных данных, в свою очередь, позволило с большей



Примеры приповерхностных антарктических трещин в леднике:  
а — «залеченные» трещины в районе п/б Прогресс-1; б — небольшие трещины в районе сопки Радио (ст. Мирный); в — фрагмент фотоплана района станции Мирный; г — трещина, на трассе следования СГП «Прогресс — Восток».  
Фото С.В. Попова.





Фотоплан станции Мирный: 1 – маршруты георадарной съемки; 2 – пункты ядерного бурения; 3 – область, где отсутствуют трещины значимого размера; 4 – трасса, соединяющая ВПП и станцию Мирный; 5 – положение рекомендуемых вертолетных площадок.

надежностью выявить сами трещины, а также получить обоснованное натурными наблюдениями представление об их строении в свете поставленной задачи. Георадарная съемка выполнялась по сети маршрутов общей протяженностью около 20 км на участке с линейными размерами 1800×950 м георадаром GSSI. В качестве транспортного средства был использован снегоход. При проведении съемки средняя скорость движения по маршрутам составляла около 5 км/ч. Плановая привязка пунктов зондирования осуществлялась с помощью спутниковой навигационной системы. В качестве примера на рисунке представлен типовой временной георадарный разрез, характерный для лоцирования зон трещин.

Главная задача ядерного бурения заключалась в определении скорости распространения радиоволн в верхней части ледника. Скорость определялась посредством отождествления отраженного сигнала на временном разрезе, даваемого георадаром, со слоем, выделяемым по керну ледяной толщи. Полученная скорость является базовой величиной для перехода от временного масштаба в метрический при выполнении георадарного профилирования. В общей сложности было отобрано 5 кернов до глубины 7 м. Совместный анализ

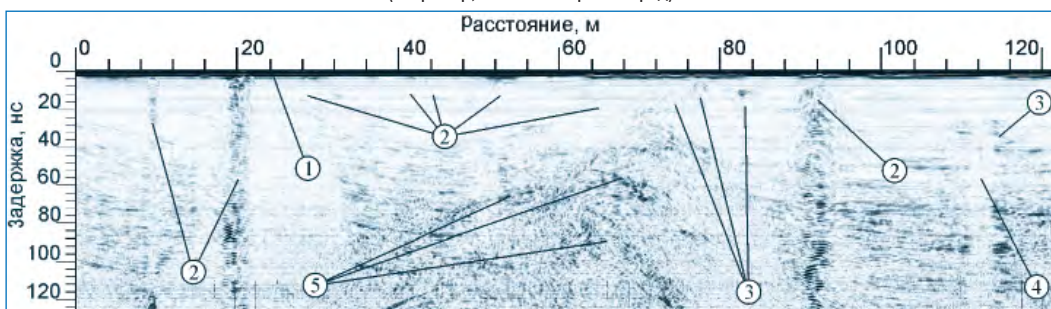
полученных материалов показал, что скорость распространения электромагнитных волн в лоцируемой части ледника составила около 20,2 см/нс. Эта величина соответствует средней эффективной диэлектрической проницаемости около 2,2.

Аэрофотосъемка станции Мирный, ее окрестностей и предполагаемого места строительства ВПП выполнена в масштабе с разрешением 16 пиксель/см была проведена 11 января 2015 г. с использованием вертолета Ка-32. В общей сложности получено 219 фотоснимков.

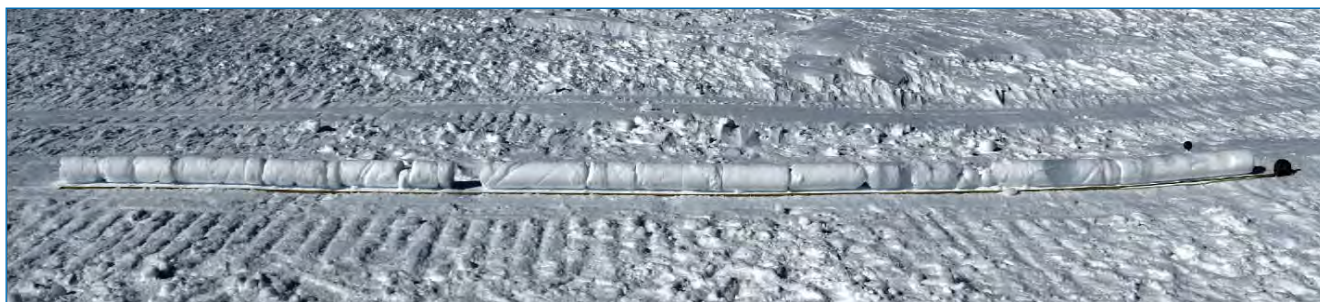
Полученные данные комплексной гляцио-георадарной съемки позволили выявить на леднике обширную зону северо-западного простирания размерами приблизительно 1600×550 м, на которой значимые для выполнения взлетно-посадочных операций трещины ни георадарными, ни визуальными, ни аэрофотосъемочными методами не были обнаружены. Этот район на момент выполнения работ в целом пригоден для строительства ВПП. Однако, ввиду близости обширных зон трещин, необходимо осуществлять ежегодный мониторинг гляциологической обстановки в районе новой ВПП.

Другой, не менее важной частью полевых работ было выявление и локализация трещин в районе станции Про-

Пример типичного временного георадарного разреза, выполненного при лоцировании зон трещин в ледовом массиве: 1 – нулевая отметка (поверхность ледника); 2 – отражения от стенок приповерхностных трещин; 3 – отражения от стенок широких трещин, перекрытых относительно мощными снежными мостами; 4 – отражения, характеризующиеся значимым ослаблением сигнала, связанные с затуханием волн в трещине; 5 – отражения, связанные с инородными включениями (например, обломков горных пород).







Керн, взятый на трассе следования СГП «Прогресс – Восток». Фото С.П. Полякова.

гресс по маршруту санно-гусеничного похода (СГП) со станции Прогресс на станцию Восток. На сегодняшний день, как и полвека назад, жизнедеятельность внутриконтинентальной станции Восток и реализация многочисленных научных программ, в том числе и приоритетная программа проникновения в подледниковое озеро Восток, полностью зависят от логистических мероприятий, выполняемых исключительно с помощью СГП. Существующая трасса в районе станции Прогресс проходит через зону трещин, что делает ее небезопасной для людей и транспортной техники. В связи с этим поиск надежного маршрута для пересечения этой зоны риска, а также своевременное выявление появляющихся новых трещин в районе трассы является одной из приоритетных задач РАЭ.

Длина опасного участка трассы, на котором предполагается наличие трещин, составляет около 50 км. В период сезонных работ 60-й РАЭ были начаты гляцио-георадарные исследования первых 35 км трассы (от начала зоны трещин) этого участка. Эти работы, как и в районе станции Мирный, включали георадарное профилирование, керновое бурение и аэрофотосъемку. Лоцирование также осуществлялось одновременно на двух частотах: 270 и 900 МГц. Для определе-

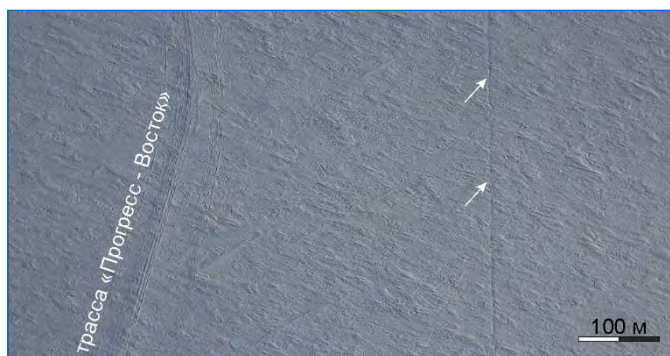
ния скорости распространения электромагнитных волн в теле ледника был взят керн до глубины 640 см. Аэрофотосъемка была выполнена вдоль трассы с разрешением 16 пиксель/см.

Комплексный анализ полученных данных на обследованном участке трассы подтвердил отсутствие трещин значимого размера в ледовой толще и показал, что этот участок в данное время является безопасным для эксплуатации. Тем не менее, согласно материалам аэрофотосъемки, на расстоянии всего несколько сотен метров от нее были обнаружены опасные трещины. В данном месте было проведено дополнительное георадарное лоцирование на частоте 900 МГц. Приведенные данные показывают, что ширина трещины составляет около 5 м.

Вопросы безопасности научных работ и обеспечения жизнедеятельности зимовочных станций, полевых баз и лагерей всегда были приоритетной задачей РАЭ,

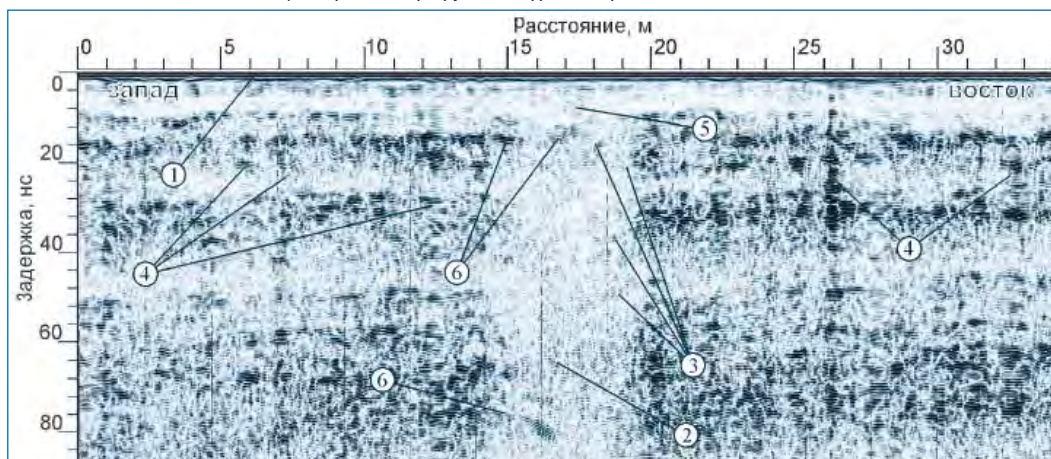
и гляцио-георадарные работы в период сезонных работ 60-й РАЭ внесли свой посильный вклад в ее решение.

*С.В. Попов (ФГУНПП «ПМГРЭ»),  
С.П. Поляков, С.С. Пряжин, В.Л. Мартынов,  
В.В. Лукин (АНИИ)*



Аэрофотоснимок, выполненный в районе трассы следования СГП «Прогресс – Восток». Трещина в теле ледника показана белыми стрелками. Фото С.С. Пряжина.

Временной георадарный разрез, полученный над трещиной, расположенной в районе трассы следования СГП: 1 – нулевая отметка (поверхность ледника); 2 – значимое ослабление отраженных импульсов, связанное с наличием трещины; 3 – дифрагированные волны, сформированные фрагментами стенок трещины; 4 – отражения, сформированные трещинами с относительно ровными стенками; 5 – отражения от нижней границы снежного моста; 6 – отражения, сформированные от нависающих (предположительно ледовых) козырьков или разрушенных фрагментарных снежно-ледовых мостов.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ВОДАХ ЮЖНОГО ОКЕАНА

Океаны и моря являются одними из основных источников тепла, обуславливающих нагрев приводного слоя атмосферы. Они существенно влияют на формирование долговременных локальных погодных условий и глобальных изменений климата. Южный океан — один из важных компонентов климатической системы Земли. Характерная черта его океанографического режима — наличие многочисленных фронтальных зон между водными массами различного происхождения. Непосредственный контакт двух различных по своим свойствам водных масс приводит к тому, что на поверхности океана и в приводном слое атмосферы наблюдаются высокие значения горизонтальных градиентов основных гидрометеорологических характеристик. Известным советским ученым В.Х. Буйницким отмечалась роль Полярной фронтальной зоны (Антарктической конвергенции) как естественного рубежа между антарктическими водами и остальной частью Мирового океана. Актуальность изучения фронтальных зон определяется не только чисто научными задачами, но и прикладными, экологическими аспектами охраны окружающей среды. Так, при попадании различных видов бытового и промышленного мусора, а также различных загрязняющих веществ в районы, расположенные южнее Полярной фронтальной зоны и являющиеся особо охраняемыми территориями Антарктики, происходит накопление этих вредных веществ и материалов и, как следствие, отравление морской среды.

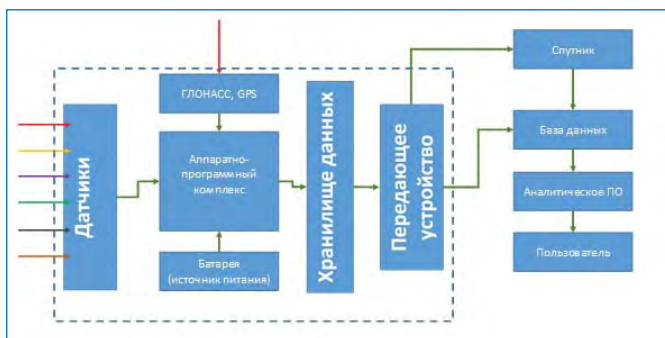
Южный океан является важным климатообразующим регионом, характеризующимся, в частности, высокой интенсивностью процессов взаимодействия между океаном и атмосферой и наличием пространственных неоднородностей в пограничных слоях (приводном воздушном и поверхностном водном).

Поэтому для изучения этих сложных процессов взаимодействия, наряду с данными регистрации непрерывных измерений температуры поверхностного слоя

моря, очень важно иметь объективную информацию и о пространственной изменчивости температуры воздуха в приводном слое атмосферы. Именно с этой целью, в рамках гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых ученых, был разработан и сконструирован макетный образец портативного автономного прибора для измерения и регистрации параметров приземного/приводного слоя атмосферы «Ikolobok». В его разработке принимали участие молодые сотрудники — участники гранта ААНИИ, ВНИИОкеангеологии им. И.С. Грамберга и Московского авиационного института. Прибор предназначен для проведения непрерывной регистрации основных метеорологических параметров (температура, относительная влажность воздуха и атмосферное давление), а также времени, даты и географических координат места проведения каждого отдельного измерения. Повышенная точность определения последних достигается благодаря комбинированию данных, полученных от основных спутниковых систем

навигации ГЛОНАСС и GPS. Прибор может быть использован и в труднодоступных районах, где нет постоянно действующих метеостанций и постов. Набор измерительных датчиков может варьироваться в зависимости от поставленных задач. Все комплектующие прибора (датчики, элементы питания, устройства накопления и

передачи информации) помещены в компактный антивандалный защитный корпус с внешними размерами 33×29×15 см. Вес прибора — 1 кг. Элементная база состоит из следующих модулей: регистратор (накопитель) данных HOBO U30-NRC, датчик атмосферного давления S-BPB-CM50, датчик температуры и относительной влажности S-TNB-M00X, приемное устройство космической навигационной системы ГЛОНАСС/GPS, антенна ГЛОНАСС/GPS, датчик регистрации данных (16 Гб), источник питания на базе свинцово-кислотного аккумулятора (4 В).



Принципиальная схема макетного образца прибора «Ikolobok».

Расположение прибора на палубе НЭС «Академик Федоров» (слева) и внутренний вид электронной схемы (справа).





Прибор может эксплуатироваться при следующих предельных параметрах внешней среды: температуры воздуха от  $-40$  до  $+70$  °С, относительная влажность от 0 до 100 %, атмосферное давление от 240 до 800 мм рт. столба.

Участниками эксперимента были протестированы датчики температуры и относительной влажности воздуха и атмосферного давления. Анализ результатов измерений проводился в виде сравнения данных (интеркалибрация), полученных с помощью сертифицированной и входящей в Государственный реестр средств измерений метеостанции MILOS-520, и данных, полученных с комплекса «Kolobok», установленного на борту НЭС «Академик Федоров», в период его плавания в водах Южного океана.

В целом результаты измерений, выполненных с помощью нового прибора, продемонстрировали удовлетворительное соответствие с данными, полученными с помощью судовой метеорологической станции MILOS. Вместе с этим был выявлен ряд особенностей «Kolobok», которые указывают на необходимость частичной доработки (усовершенствования) некоторых его измерительных блоков. Так, измеренные значения температуры воздуха оказались в среднем выше аналогичных величин, полученных с помощью судовой метеостанции в условиях резких изменений температуры воздуха. Макетный образец «реагировал» на такие изменения с большей амплитудой сигнала, обусловленной, по всей вероятности, отсутствием радиационной защиты корпуса макетного образца. В условиях полярного дня в Южном полушарии это не могло не сказаться на определенном «перегреве» корпуса, а с учетом отсутствия принудительной вентиляции датчиков, привело к превышению зарегистрированных значений температуры воздуха по сравнению с истинными. В то же время данные, полученные тестируемым прибором, отразили все основные закономерности пространственного и временного изменения поля температуры приводного слоя атмосферы.

Графики изменчивости относительной влажности продемонстрировали практически полную идентичность показаний обоих приборов.

Разница между значениями атмосферного давления, полученными прибором «Kolobok» и станцией MILOS, составляет в среднем 1,8 гПа. На всем рассматриваемом участке записи общий ход изменения атмосферного давления, зафиксированный обоими датчиками, идентичен. Однако пространственно-временные изменения атмосферного давления по прибору

«Kolobok» имеют более сглаженный вид. Кроме того, присутствует расхождение в показаниях датчиков давления, обусловленное отсутствием программного учета положения датчика макетного образца над уровнем моря, тогда как в показаниях судовой станции эта поправка учитывается.

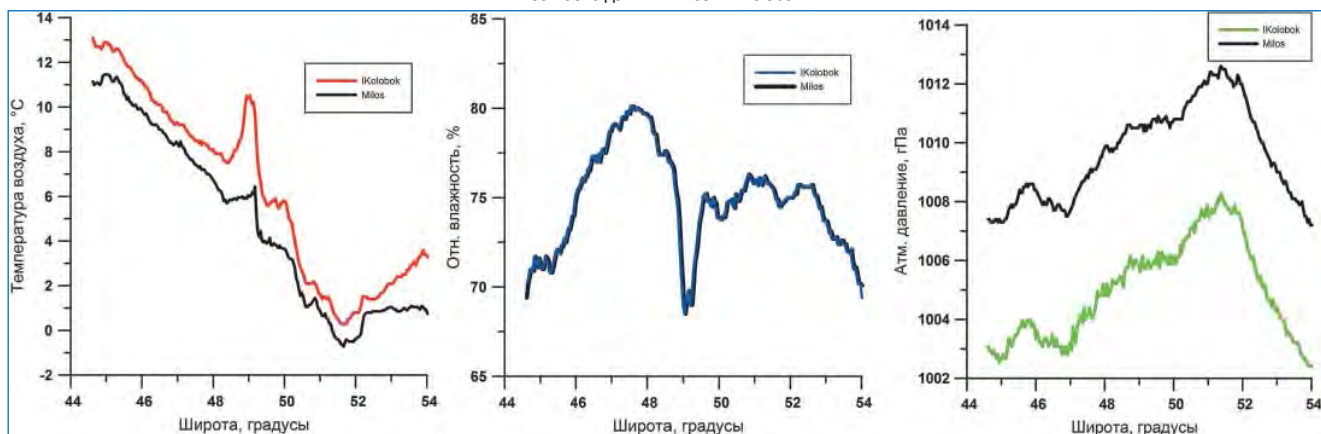
По результатам полевых испытаний были разработаны предложения разработчикам прибора усовершенствовать систему радиационной защиты корпуса и вентиляции датчиков температуры воздуха, а также учесть поправку, которая вводится в программу обработки судовых наблюдений, учитывающую высоту положения датчика давления над уровнем моря. Также в дальнейшем необходимо разработать методику учета температурной поправки, как это делается при стандартных наблюдениях на метеостанциях.

Развитие приборного комплекса «Kolobok», а именно установка радиационной защиты, системы вентиляции, дополнительных датчиков, параллельно с использованием спутниковых данных о температуре поверхности моря, уровне моря (альтиметрия) и ледовой обстановке, предоставит широкие возможности для проведения полноценного и качественного мониторинга приводного слоя атмосферы и поверхностного слоя воды в Южном океане в режиме реального времени. Универсальность, компактность и невысокая стоимость комплекса, по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами, позволяет проводить мониторинговые исследования в любом труднодоступном для регулярных гидрометеорологических наблюдений месте. Размещение подобных комплексов, например, на островах вблизи трасы Северного морского пути (СМП), позволит с достаточной степенью точности и высокой оперативностью осуществлять мониторинг погодных условий по всей трассе СМП. Подобные автономные комплексы могут применяться и в системе оповещения заинтересованных организаций и структур о возникновении и развитии опасных погодных явлений, повторяемость которых заметно возросла в последние годы на фоне наблюдаемых климатических изменений в Арктике.

*Авторы статьи и участники гранта выражают свою искреннюю признательность руководству РАЭ и команде НЭС «Академик Федоров» за помощь, оказанную при проведении работ по гранту Президента РФ (МК-4049.2014.8), направленному на поддержку молодых ученых.*

*Д. О. Доронин (ВНИИОкеангеология),  
Н. М. Куприков (МАИ),  
А. К. Павлов, Б. В. Иванов (АНИИ)*

Изменчивость температуры (а), влажности воздуха (б) и атмосферного давления (в) на разрезе Африка (Кейптаун) – Антарктида (Молодежная) согласно данным Milos и «Kolobok»



## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ВАРИАЦИЙ ПАРАМЕТРОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ЗАПАДНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ

В связи с планируемым увеличением темпов промышленного освоения Арктического региона и прежде всего с развитием добывающих, перерабатывающих и транспортных отраслей одним из актуальных направлений научных исследований являются работы по обеспечению безопасности функционирования соответствующих производств. Мероприятия по обеспечению безопасности закладываются на всех этапах функционирования объекта: при его проектировании, строительстве и эксплуатации. Однако действующая карта общего сейсмического районирования (ОСР-97), используемая при проектировании инженерных сооружений на возможные сейсмические воздействия, не отражает современного уровня знаний о сейсмичности арктических территорий и требует актуализации. Согласно современным данным сейсмических служб NORISAR (Норвегия), Кольского филиала Геофизической службы РАН (г. Апатиты) и Института экологических проблем Севера УрО РАН (ИЭПС УрО РАН, г. Архангельск), шельфовые территории в Западной Арктической зоне РФ характеризуются сейсмическим режимом, отличным от режима, отраженного на картах ОСР-97.

Сейсмический режим какой-либо области — это совокупность очагов землетрясений области, рассматриваемой в пространстве и во времени. Характеристики сейсмического режима условно можно разделить на долговременные (или фоновые, средние), используемые для целей сейсмозонирования, и быстро меняющиеся во времени (краткосрочные). Последние, особенно их вариации, превышающие некоторые количественные значения, важны при составлении прогноза возникновения опасных сейсмических явлений.

Одним из ярких примеров, иллюстрирующим необходимость мониторинга вариаций параметров сейс-

Установка сейсмической станции на архипелаге Земля Франца-Иосифа.  
Фото Г.Н. Антоновской



мического режима с целью оценки сейсмической опасности территории архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ, является сильнейшее за всю столетнюю историю инструментальных сейсмических наблюдений землетрясение магнитудой 6,1, произошедшее 21 февраля 2008 г. Эпицентр землетрясения находился в сейсмоактивной зоне в проливе Стурфьорд архипелага Шпицберген. Перед землетрясением наблюдался процесс затишья длительностью 4,5 г., т.е. заметное изменение краткосрочных параметров сейсмического режима (количество землетрясений, выделявшаяся сейсмическая энергия, наклон графика повторяемости) по сравнению с фоновыми значениями.

На территориях интенсивного хозяйственного освоения широкое распространение начинают приобретать опасности, получившие название природно-техногенных. В условиях геодинамической нестабильности воздействие на геологическую среду антропогенных и техногенных факторов способно вызвать деформацию верхних частей земной коры и усиление наведенной сейсмичности даже на традиционно считавшихся асейсмичными территориях.

Наведенная сейсмичность в Западной Арктической зоне РФ может быть связана с антропогенным воздействием на среду, вызванным добычей нефти и газа. Возможны возникновения чрезвычайных ситуаций. Так, в Северном море на месторождении “Ekofisk” в результате проведения работ, связанных с нефтедобычей, произошло оседание океанического дна. Возникшее в том районе 7 мая 2001 г. землетрясение магнитудой 4,1–4,4 вызвало интенсивное сотрясение морских платформ и привело к аварийной ситуации.

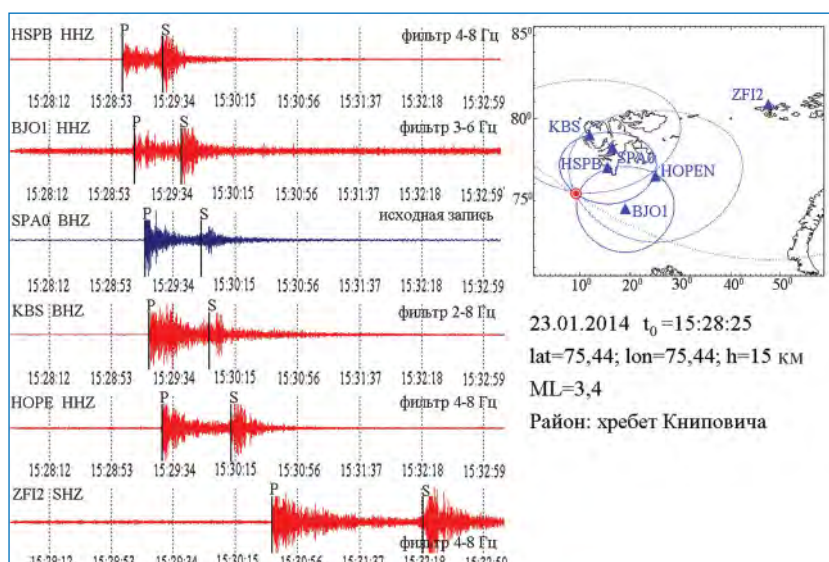
Вариации краткосрочных параметров сейсмического режима являются индикатором аномальных современных геодинамических процессов в литосфере (перераспределение и образование дополнительных напряжений).

В целях оперативного контроля экологической обстановки на территории архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ в ИЭПС УрО РАН создается экспериментальный аппаратно-программный комплекс (ЭАПК) мониторинга и детектирования вариаций сейсмических параметров для оценки сейсмического режима в вышеназванных районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов.

Суть работы комплекса будет заключаться в следующем. С помощью самого северного пункта сейсмических наблюдений РФ, расположенного на архипелаге Земля Франца-Иосифа, осуществляется непрерывный мониторинг землетрясений, происходящих в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ. Методом высокоточного определения параметров очагов землетрясений формируется сейсмический бюллетень, в т.ч. с привлечением исходных данных сейсмических станций, функционирующих на архипелаге Шпицберген. Сформированный бюллетень ляжет в основу вычисления параметров сейсмического режима и их вариаций исследуемой территории.

При создании комплекса будут реализованы новые методы установки сейсмической аппаратуры в условиях Арктики, разработанные на основе опыта размеще-





Пример совместного использования доступных данных арктических сейсмических станций при лоцировании эпицентров землетрясений.

ния сейсмических станций на архипелаге Земля Франца-Иосифа и побережье Баренцева и Карского морей.

К настоящему моменту разработан высокоточный метод определения параметров очагов землетрясений в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ. В этом методе применяется уточненный региональный годограф сейсмических фаз P и S, который при вычислении параметров арктических землетрясений дает меньшую ошибку в локации эпицентров, чем при использовании других годографов. Также при лоцировании эпицентров землетрясений комплексно используются доступные данные всех арктических сейсмических станций. Под арктическими сейсмическими станциями подразумеваются станции, функционирующие на архипелаге Шпицберген, такие как станция KBS (сеть GE (GEOFON — Global Seismic Network)), HSPB (сеть PL (Polish Seismic Network), HOPEN и BJO1 (сети NS (Norwegian National Seismic Network) и SPA0), входящие в состав сейсмической группы SPITS (агентство NORSTAR). Доступ к этим данным осуществлялся с помощью электронного ресурса GEOFON ([www.geofon.gfz-potsdam.de](http://www.geofon.gfz-potsdam.de)). Кроме того, в методе применяется алгоритм автоматического детектирования сейсмических событий. Алгоритм основан на вычислении параметра, который характеризует степень сходства модельного и детектируемого сейсмического события.

Необходимо отметить и разработку новой методики определения вариаций параметров сейсмического режима в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ. По этой методике будут определяться такие параметры сейсмического режима, как пространственно-временное распределение эпицентров землетрясений, выделявшаяся сейсмическая энергия; сейсмическая активность и наклон графика повторяемости.

Пространственно-временное распределение эпицентров землетрясений и значения сейсмической активности отображаются на общей физико-батиметрической карте района архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ. Карта ограничена координатами по широте от 70,0° до 90,0° с.ш. и по долготе

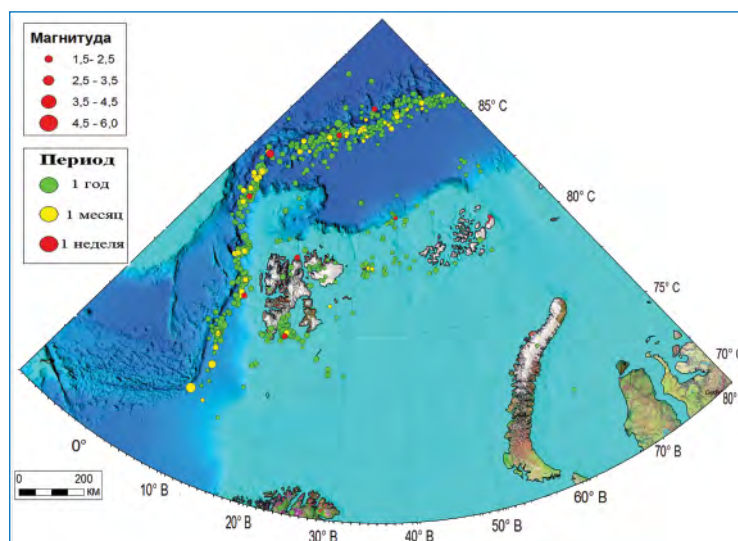
от 10,0° з.д. до 90,0° в.д. Источником батиметрических данных является Национальный геофизический центр данных (США) ([www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov)).

Создание ЭАПК позволит получить современный инструмент контроля за геодинамическим режимом в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов, что будет способствовать снижению экологических и геодинамических рисков, вызванных опасными природными и наведенными процессами. Результаты мониторинга геодинамического режима могут быть полезны таким ведомствам, как МЧС, Минобороны, Минприроды, а также Роснефть и Арктикуголь.

Публикация подготовлена при поддержке Минобрнауки России при выполнении прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (ПНИЭР) по теме «Создание новых методов и средств мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне Российской Федерации» (уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI61014X0006).

А.Н. Морозов, Г.Н. Антоновская,  
Я.В. Конечная (ИЭПС), В.Г. Дмитриев (АНИИ)

Карта пространственно-временного распределения эпицентров землетрясений для территории архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ.



## МИРНЫЙ АТОМ ПОКИНУЛ АНТАРКТИДУ

В середине 60-х гг. прошлого века в США, Франции, Великобритании и СССР отмечался повышенный интерес к мирному использованию атомной энергии. На территории этих государств и их союзников в Европе и Азии начали воздвигаться атомные электростанции, проектироваться и строиться силовые установки для морских судов, с помощью подземных ядерных взрывов создавались объемные резервуары для хранения природного газа, а также карьеры для добычи полезных ископаемых. В научных лабораториях и медицинских учреждениях начали применяться ядерные технологии для проведения различных аналитических исследований, диагностики заболеваний и их лечения. Этот общий процесс использования «мирного атома» затронул и Антарктиду.

В 1960 г. США в рамках Антарктической программы ввели в эксплуатацию атомную электростанцию на своей крупнейшей антарктической станции Мак-Мёрдо. В свою очередь Советская антарктическая экспедиция (САЭ) в первой половине 1960-х гг. приступила к проектированию строительства на антарктической станции Молодежная Атомной разборно-блочной электрической установки (АРБУС). В то время подобные станции промышленно выпускались в СССР для обеспечения электроэнергией удаленных автономных объектов, к которым было трудно провести линии электропередач и/или доставить дизельное топливо. В 1972 г. в результате целой серии технических инцидентов и небольших аварий, которые привели к утечке радиоактивной воды из контуров охлаждения реакторов, американцы были вынуждены полностью демонтировать свою атомную электростанцию на Мак-Мёрдо, провести дезактивацию территории ее местонахождения и вывести все оборудование электростанции в г. Сан-Диего, штат Калифорния. Выявленные в процессе эксплуатации американской атомной электростанции в Антарктиде недостатки и технологические особенности использования ее отечественного аналога в структуре САЭ привели к решению отказаться от строительства подобной электростанции на Молодежной.

После завершения Второй мировой войны в мире большое распространение стали получать различные автоматические установки — навигационные маяки, метеорологические и геофизические станции, которые располагались в труднодоступных регионах планеты. Однако созданные технические комплексы требовали очень частой замены аккумуляторных батарей, особен-

но при их эксплуатации в условиях низких температур окружающей среды. Применение в качестве источника электропитания ветрогенераторов и солнечных батарей не оправдало надежд. Эти экологически чистые источники энергии имели свои серьезные недостатки, а именно — наличие достаточно жестких сезонных ограничений и их быстрый выход из строя в условиях штормовых ветров и интенсивного налипания снега. В связи с этим техническая конструкторская мысль приборостроения обратилась к возможностям, предоставляемым ядерной энергетикой.

В 1960-е гг. в США и СССР были разработаны радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РИТЭГ), которые применялись для преобразования тепловой энергии в электрическую, с небольшой выходной мощностью до 8,5 Вт. В качестве источника тепла в РИТЭГ обычно использовался изотоп «Стронций-90» ( $^{90}\text{Sr}$ ). В США РИТЭГи нашли широкое применение в обеспечении электроэнергией наземных автоматических комплексов, а также океанических буев и различных подводных регистраторов донного базирования. В СССР РИТЭГами были оснащены более 1000 радиомаяков на арктическом и дальневосточном побережьях нашей страны, а также многочисленные автоматические метеорологические станции М-107 производства НИИ Гидрометприбор и автоматические магнитно-вариационные станции конструкции Института земного магнетизма и распространения радиоволн АН СССР. Все эти станции располагались в труднодоступных регионах. Уровень радиоактивного излучения одного РИТЭГа не превышал 20000 Ки, при этом, вследствие примененных радиационных мер защиты генератора, оно регистрировалось на удалении не более полутора метров от источника. РИТЭГи для отечественных автоматических маяков и исследовательских станций проектировались во Всесоюзном (Всероссийском) НИИ технической физики и автоматизации Минатома СССР (ВНИИФТА) (Росатом). Более десятка автоматических метеорологических и магнитно-вариационных станций, оснащенных РИТЭГами, были установлены в различных районах Антарктиды по программе САЭ в 70–80-х гг. прошлого века. Большая часть из них была возвращена в Россию в 1990-е гг. Однако, к началу 2015 г. в Антарктиде еще оставалось четыре РИТЭГа и четыре радиоизотопных источника ионизирующего излучения, входивших в комплектацию различных гляциологиче-

Обнаружение каверны с РИТЭГом.



Извлечение РИТЭГа краном.





ских приборов. Российская антарктическая экспедиция (РАЭ) организовала доставку трех РИТЭГов и четырех источников ионизирующего излучения на береговые базы станций Новолазаревская (один РИТЭГ), полевой базы Молодежная (два РИТЭГа) и четырех источников ионизирующего излучения на станцию Мирный в летних сезонах 2009–2012 гг. Все они были предварительно осмотрены сотрудниками специализированных организаций Росатома. Один РИТЭГ, входивший в приборный комплекс магнитно-вариационной станции, находился в центральном районе Антарктиды в районе Купола Б. Местоположение этого генератора было найдено и обвеховано сотрудниками РАЭ.

Надо отметить, что применение средств ядерной энергетики в Антарктике не вступало в противоречие с Договором об Антарктике 1959 г. Статья V этого документа запрещала проведение ядерных взрывов и захоронение ядерных отходов в районе действия Договора. Однако она не ограничивала использование научного оборудования, в комплект которого входили бы радиоизотопные энергоисточники.

В 1991 г. в Мадриде странами-участницами Договора об Антарктике, в том числе и Россией, был подписан Протокол по охране окружающей среды к Договору об Антарктике (Мадридский протокол), который выдвинул в число наиболее важных обязательств стран-участниц Договора вопросы природоохранной деятельности. В частности, в этом Протоколе оговаривалось, что все ранее завезенное в Антарктиду оборудование, которое не используется в настоящее время, подлежит обязательному удалению за пределы района действия Договора об Антарктике. В полной мере это требование относилось и к советским РИТЭГам.

21 мая 2003 г. в г. Стокгольме (Швеция) представителями Бельгии, Дании, Финляндии, Франции, Германии, Нидерландов, Норвегии, России, Швеции, Великобритании, США и Евросоюза было подписано Рамочное соглашение о многосторонней ядерно-экологической программе в Российской Федерации. Оно определяло рамки содействия России в сфере обеспечения безопасности обращения с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами на российской территории. Данное Рамочное соглашение могло распространяться на проекты или любую другую форму сотрудничества в других областях ядерной деятельности, включая ядерную безопасность, если об этом договорятся заинтересованные стороны. После широко известного террористического акта в США, произошедшего 11 сентября 2001 г., правительство этой

страны выказало серьезную обеспокоенность по поводу обеспечения надежности хранения ядерных отходов в мире. То есть речь шла о гипотетической возможности несанкционированного доступа к радиоактивным материалам или радиоизотопному оборудованию, находящимся без должного присмотра и контроля, и, как следствие, возможности изготовления на их основе «грязной атомной бомбы». Радиоизотопные источники энергии российских РИТЭГов, находившиеся в Арктике, на Дальнем Востоке и в Антарктике, потенциально могли бы стать необходимыми компонентами таких бомб, тем более что в Российской Арктике уже было зарегистрировано несколько случаев несанкционированного вскрытия РИТЭГов российскими гражданами, что привело к человеческим жертвам среди виновных в этих противоправных действиях. В связи со всеми этими опасениями и желанием минимизировать угрозу несанкционированного использования радиоактивных материалов, правительства России и США в 2003 г. приступили к выполнению совместных работ по удалению РИТЭГов из Арктики и с Дальнего Востока.

14 июня 2013 г. между правительствами США и Российской Федерации был подписан Протокол к выше-названному Рамочному соглашению о многосторонней ядерно-экологической программе в Российской Федерации. Нашу страну в этом Протоколе представляла Государственная корпорация «Росатом», а США — Департамент энергетики. В этот Протокол также были включены работы по вывозу из Антарктиды использовавшихся ранее на советских антарктических станциях РИТЭГов. Для реализации достигнутого соглашения 23 мая 2014 г. между АНИИ и американской фирмой Lawrence Livermore National Security, LLC (LLNS) был подписан Договор о материально-техническом обеспечении № В606989. Ранее, распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 октября 2012 г. № 1872-р, АНИИ назначался государственным оператором Российской Федерации в Антарктике, ввиду чего институт и стал соисполнителем данных работ с российской стороны.

Таким образом, американская сторона осуществляла финансовое обеспечение этого совместного проекта, а российская — в лице АНИИ — выполнение работ по вывозу из Антарктики РИТЭГов и последующую их утилизацию на специализированных предприятиях Росатома. Для того чтобы выполнить весь комплекс этих сложных логистических операций, АНИИ пришлось получить многочисленные российские лицензии, разрешения на проведение работ с радиоизотопным оборудованием, а также аттестовать НЭС «Академик

Установка РИТЭГа в транспортную упаковку.



Вывоз РИТЭГа с Купола Б.



Федоров» на проведение операций по перевозке радиоизотопного оборудования. Кроме того, судно было дооборудовано необходимыми техническими средствами безопасности и мониторинга состояния радиационной обстановки. Персонал РАЭ, экипажи судна и экспедиционных вертолетов были обучены правилам работы с радиоизотопным оборудованием и радиоактивными материалами. Также было проведено дополнительное индивидуальное медицинское освидетельствование сотрудников РАЭ, подтвердившее, что они без риска для состояния здоровья могут выполнять работы с вышеназванными оборудованием и материалами.

Итак, по окончании всех подготовительных мероприятий сезонная 60-я РАЭ ААНИИ началась: 9 ноября 2014 г. из Петербурга в Антарктику вышло НЭС «Академик Федоров», на борт которого были погружены специальные контейнеры, предназначенные для безопасной транспортировки радиоизотопного оборудования.

20 декабря 2014 г. судно прибыло в район полевой базы Молодежная, там были обследованы и помещены в контейнеры два РИТЭГа.

22 декабря на ледяном барьере станции Новолазаревская был обследован РИТЭГ, доставленный из района расположения этой станции. Обследование состояния установки было выполнено специалистом Всероссийского научно-исследовательского института технической физики и автоматизации (ВНИИТФА), прибывшим на станцию Новолазаревская из Кейптауна самолетом.

В период с 8 по 31 января 2015 г. сотрудниками РАЭ на двух транспортерах был выполнен санно-гусеничный поход со станции Прогресс на Купол Б (75°41' ю.ш., 89°21' в.д.), где находился еще один РИТЭГ, и обратно. Общая протяженность трассы похода составила 2415 км. РИТЭГ находился под слоем снега толщиной 6 метров. Он был успешно извлечен, тщательно осмотрен и помещен в транспортировочный контейнер. Эта операция была осуществлена с 20 по 24 января, а 31 января санно-гусеничный поход благополучно доставил на станцию Прогресс контейнер с РИТЭГом.

12 января на борт НЭС «Академик Федоров» со станции Мирный были погружены четыре источника ионизирующего излучения, входившие в состав геофизических и гляциологических измерительных комплексов. Эти источники были выгружены 6 февраля 2015 г. на станцию Прогресс, т.к. судно после этого захода должно было следовать в порт Кейптаун и наличие на борту радиоизотопных установок было нежелательно.

8–9 марта 2015 г. НЭС «Академик Федоров» в очередной раз зашло на станцию Прогресс, где на его борт

был погружен РИТЭГ с Купола Б и источники ионизирующего излучения со станции Мирный. 14 марта аналогичная операция была проведена с помощью судовых вертолетов на полевой базе Молодежная — на борт судна было погружено два заранее подготовленных РИТЭГа. Несколько позже, 24 марта, на борт судна был погружен и РИТЭГ с ледяного барьера станции Новолазаревская. Таким образом, были завершены операции по погрузке на судно всех РИТЭГов и источников ионизирующего излучения, использовавшихся ранее в рамках программ САЭ.

По пути следования НЭС «Академик Федоров» из Антарктиды в Санкт-Петербург судно совершило два захода в иностранные порты. Потребовалось специальное обращение по дипломатическим каналам в правительственные органы Аргентины и Германии для того, чтобы получить разрешение на кратковременное пребывание российского судна с радиоизотопным оборудованием на борту в портах этих стран.

Кроме того, в России были заключены договоры с предприятиями Росатома на выполнение работ по разборке РИТЭГов и источников ионизирующего излучения, а также на последующую утилизацию содержащихся в них радиоактивных материалов. 18 мая 2015 г. НЭС «Академик Федоров» прибыло в порт Санкт-Петербург, откуда РИТЭГи и источники ионизирующего излучения спецтранспортом ЗАО «ИЗОТОП» были вывезены на склады хранения радиоактивных материалов.

С 1 по 10 июня 2015 г. в столице Болгарии городе Софии проходило XXXVIII Консультативное совещание по Договору об Антарктике (КСДА). Делегации России и США представили на это совещание совместный информационный документ «Российско-американские работы по удалению радиоизотопных термоэлектрогенераторов из Антарктики». Содержание этого отчета вызвало весьма позитивный отклик других участников КСДА. В своем комментарии глава делегации США Эван Блюм отметил, что результаты работ по российско-американскому проекту являются не только прекрасной иллюстрацией того, что на шестом континенте сегодня выполняются важные природоохранные мероприятия, но и подтверждением возможности успешного сотрудничества в Антарктике, в полном соответствии с «духом и буквой» Договора об Антарктике, стран, имеющих весьма жесткое политико-экономическое противостояние в других регионах планеты.

*В.В. Лукин, В.Н. Помелов,  
С.Ю. Тарасенко (ААНИИ).  
Фото из архива РАЭ*

Установка поплавка для полета над водой.



На барьере Новолазаревской.





## ЕЖЕГОДНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НЕДЕЛЯ АРКТИЧЕСКОЙ НАУКИ 2015 Г.

(23–30 АПРЕЛЯ, Г. ТОЯМА, ЯПОНИЯ)

Международная неделя арктической науки проводится ежегодно Международным арктическим комитетом (International Arctic Science Committee, IASC) попеременно в различных странах — участницах деятельности комитета.

Международный арктический научный комитет — это неправительственная международная научная организация. Миссией IASC является поддержание и развитие сотрудничества во всех направлениях исследований Арктики, во всех странах, проводящих арктические исследования, и во всех областях Арктического региона.

IASC был образован в 1990 г. и в настоящее время в него входят представители 23 стран. Комитет управляется Советом, состоящим из делегатов, номинированных национальными советами. Совет определяет приоритеты и руководит работами IASC.

В оперативном плане, между заседаниями, Совет IASC управляется Исполнительным комитетом. Исполком состоит из 5 избранных официальных лиц: президента, четырех вице-президентов, а также исполнительного секретаря.

Работа IASC проводится в рамках пяти тематических рабочих групп: наземные исследования, атмосфера, морские исследования, криосфера и социальные исследования.

Кроме того, поддерживается еще несколько целевых рабочих групп, из которых регулярно собирается только одна — «Международные инициативы в Российской Арктике (ISIRA)», имеющая важное значение для развития научного сотрудничества между российскими и зарубежными организациями, заинтересованными в исследованиях в этом регионе. Данная рабочая группа была создана в 1990-е гг. для решения следующих задач:

- инициализация планирования многонациональных научно-исследовательских программ по исследованиям наиболее актуальных вопросов в Российской Арктике;
- обеспечение форума для контактов между исполнителями текущих и планируемых двусторонних проектов;
- инициализация и поддержка доступа научных групп в Российскую Арктику;
- подготовка рекомендаций и организация проведения совместных проектов.

Поскольку в Арктике, в отличие от Антарктики, нет такого скелетного связующего элемента, как Договор об Антарктике, имеется довольно большое число международных организаций, проектов, комитетов, комиссий и т.п., осуществляющих свою деятельность примерно на одном уровне компетенции и, соответственно, претендующих на лидерство в некоторой части арктических исследований.

Здесь следует прежде всего отметить IASC и Арктический совет (AC). Далее следуют Форум арктических исследовательских операторов (FARO), Ассоциация молодых

ученых (APECS), Международная ассоциация арктических социальных наук (IASSA), Европейский полярный совет, Тихоокеанская Арктическая группа (PAG). На следующем, более низком уровне располагаются программы Устойчивая сеть арктических наблюдений (SAON), Саммит по арктическим наблюдениям (AOS) и Шпицбергенская интегрированная наблюдательная система (SIOS).

Как правило, упомянутые выше организации и программы проводят совещания ежегодно в период Международной недели арктической науки (ASSW).

В последние годы к периоду ASSW приурочивается проведение крупных международных научных симпозиумов. Таким образом достигается максимальное взаимодействие между учеными, менеджерами и политиками.

Особенностью ASSW 2015 г., которая проводилась в период 23–30 апреля в японском городе Тояма, являлось то, что помимо совещаний упомянутых выше организаций были проведены два связанных тематически симпозиума:

«Быстрое изменение климатической системы Арктики и его глобальные последствия» (“Rapid change of the Arctic climate system and its global influence”) и Третья международная конференция по планированию исследований в Арктике «Интеграция арктических научных исследований: планы на будущее» (ICARP III “Integrating Arctic Research: a Roadmap for the Future”).

В связи с тем, что делегация ААНИИ состояла

всего из трех человек, а ежедневно проводилось, зачастую параллельно, несколько заседаний, пришлось выбирать наиболее важные.

В результате члены делегации ААНИИ приняли участие в работе :

- пленарного заседания, посвященного открытию ASSW 2015;
- совещания рабочей группы IASC по атмосферным исследованиям (IASC AWG);
- совещания рабочей группы IASC по международным инициативам в Российской Арктике (ISIRA);
- совещания по поддерживаемому Исполкомом IASC проекту годовичного научного дрейфа в СЛО л/к «Поларштерн» (ориентировочно 2017–2018 гг.) (MOSAiC);
- совещания Форума арктических научно-исследовательских операторов (FARO);
- совещания участников проекта создания Шпицбергенской интегрированной наблюдательной системы (SIOS);
- рабочей встречи в рамках подготовки российско-японского проекта по арктическим исследованиям.

Также удалось прослушать некоторое количество докладов на вышеупомянутых симпозиумах.

Подводя итоги участия российских представителей в ASSW 2015 можно отметить следующие важные моменты:



Пленарное заседание по случаю открытия ASSW 2015 г.



Выступление Александра Макштаса на совещании по проекту MOSAiC.

– участие в дискуссии по наиболее обсуждаемому в период ASSW 2015 проекту организации в центральном районе СЛО в 2017/18 г. годичного дрейфа германского ледокола «Поларштерн» (MOSAiC) показало, что если с научной стороны проект достаточно проработан, то в организационном плане (логистика, финансирование) проект не готов к реализации;

– участие в совещании по проекту SIOS продемонстрировало, что норвежская сторона вопреки объявленным и профинансированным ЕС целям проекта проводит собственную политику, организовав, в основном на собственные деньги, так называемую «Промежуточную фазу SIOS», заключающуюся в организации «Центра знаний» (бывший проект 8-го подготовительного этапа SIOS), нацеленного на установление контроля всей научной деятельности в районе архипелага без видимой пользы для проекта создания Шпицбергенской интегрированной наблюдательной системы.

Однако, учитывая целесообразность дальнейшего сотрудничества российской стороны в проекте SIOS, нам можно высказать заинтересованность в участии и реализации «Промежуточной фазы SIOS» в рамках РП 4 «Тренинг, образование и распространение знаний» и РП 3 «Доступ к инфраструктуре и логистика». Одновременно необходимо предпринять усилия по скорейшему завершению процедур, связанных с созданием Российского научного центра и его структур на Шпицбергене, включая информационное подразделение — аналог «Центра знаний»;

– участие в совещании РГ IASC ISIRA показало, что эта группа сохраняет активность и значение в рамках деятельности комитета, но ее организационная структура нуждается в улучшении. В частности, будет модернизирована веб-страница рабочей группы и изменен формат проведения совещаний;

– на состоявшейся рабочей встрече в рамках подготовки Российско-японского проекта по исследованиям Арктики вице-президент IASC и директор Архангельского центра РАН В.И. Павленко предложили провести со-



Исполнительный секретарь IASC Волкер Рахольд и руководитель Рабочей группы ISIRA Аркадий Тишков на совещании.

вместный семинар в сентябре этого года в Архангельске на базе АО УЦ РАН;

– в рамках обсуждения научной деятельности в области атмосферных исследований в Арктике по программе IASSA была предложена идея создания координационной группы из представителей арктических атмосферных обсерваторий.

По итогам Третьей конференции по планированию исследований в Арктике на следующий 10-летний период, проведенной под лозунгом «Интегрированные арктические научные исследования: планы на будущее» (ICARP III) было опубликовано Заявление, в котором очень кратко и в общем виде было сформулировано состояние проблемы и основные задачи арктических исследований. В частности:

«Конференция стала важным шагом в планировании международных арктических исследований с привлечением сотен ученых из 27 стран, которые работали над улучшением нашего понимания последствий изменений, происходящих в Арктическом регионе, и их связи с процессами в природной среде, экономике и в обществе.

Быстрые изменения, происходящие в Арктике вследствие увеличения температуры, влияют на всю земную систему, вызывая климатические и погодные экстремумы, а также сокращение льда, ледников, снега и вечной мерзлоты.

Появление новых экономических интересов в Арктике делает регион привлекательным для крупных игроков в глобальной экономике.

Несмотря на быстрые изменения в природной среде и в обществе, Арктика остается регионом геополитической стабильности, обуславливая устойчивые условия для научных исследований».

Организаторы ICARP-3 обещали подготовить заключительный документ в течение лета.

Следующая ASSW будет проведена на Аляске в марте 2016 г.

*С.М. Прямиков (ААНИИ).  
Фото автора*

## ДОГОВОР ОБ АНТАРКТИКЕ — ПРИМЕР СОТРУДНИЧЕСТВА ВО ИМЯ МИРА

В последние годы накал политических событий и кризис государственной власти на Украине привели к серьезным политико-экономическим разногласиям между США, Европейским союзом и некоторыми их

сторонниками на других континентах, с одной стороны и Российской Федерацией — с другой. В результате наша страна в различных международных организациях подвергается попыткам политической изоляции, ши-



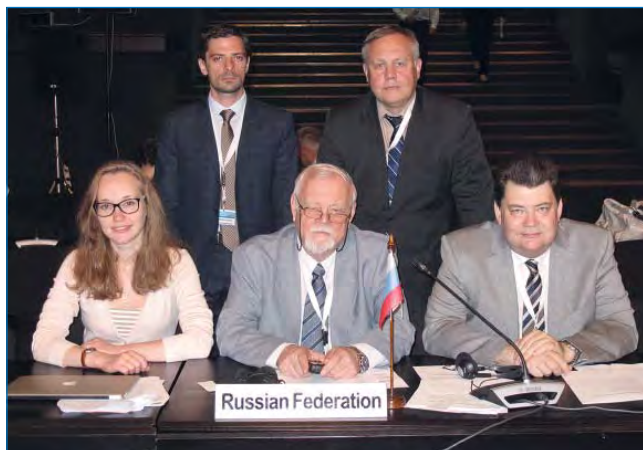
рокое применение находят экономические санкции, на западных рубежах нашей Родины в странах Восточной Европы и Балтии проводятся различные учения НАТО, создаются новые военные базы этого военно-политического союза западных стран. В то же время, несмотря на обострение политической обстановки в мире, международному антарктическому сообществу по-прежнему удается сохранять направленность на практическое сотрудничество на шестом континенте. Основой этого является Договор об Антарктике 1959 г., заключенный в условиях острой конфронтации СССР и США в период разгара «холодной войны». Этот акт международного права по-прежнему остается базисным документом системы межправительственных отношений в южной полярной области планеты.

В период с 1 по 10 июня 2015 г. в столице Болгарии Софии проходило XXXVIII Консультативное совещание по Договору об Антарктике (КСДА), которое является высшим органом управления этим регионом. В совещании приняли участие делегации 29 консультативных сторон (Австралия, Аргентина, Бельгия, Болгария, Бразилия, Великобритания, Германия, Индия, Испания, Италия, Китай, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Перу, Польша, Россия, США, Украина, Уругвай, Финляндия, Франция, Чехия, Чили, Швеция, Эквадор, ЮАР, Южная Корея, Япония) и 12 неконсультативных сторон (Беларусь, Венесуэла, Казахстан, Канада, Колумбия, Малайзия, Монако, Монголия, Португалия, Румыния, Турция и Швейцария), а также в качестве наблюдателей и экспертов представители международных организаций: Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ), Научного комитета по антарктическим исследованиям (СКАР), Совета управляющих национальных антарктических программ (КОМ-НАП), Коалиции Антарктики и Южного океана (АСОК), Международной ассоциации антарктических туроператоров (МААТО) и Международной гидрографической организации (МГО).

По сообщению страны-депозитария Договора об Антарктике — США, за прошедший после XXXVII КСДА год к Договору об Антарктике присоединились Казахстан (январь 2015 г.) и Монголия (март 2015 г.). Таким образом, общее число участников Договора на июнь 2015 г. составляет 52 государства. Обращает на себя внимание, что в последние годы интерес к Договору все чаще проявляют азиатские страны (Пакистан, Малайзия, Казахстан и Монголия).

Впервые за 54-летнюю историю этих совещаний КСДА принимало Правительство Болгарии. На церемонии открытия XXXVIII КСДА выступили Президент Республики Болгария Росен Плевнелиев, министр иностранных дел Даниэль Митов, министр по делам окружающей среды Ивелина Василева и министр туризма Николина Ангелкова. Работа совещания проходила в четырех рабочих группах (по правовым и институциональным вопросам, операционным вопросам, туризму и неправительственной деятельности, по вопросам уполномоченных национальных органов власти). Параллельно с этими рабочими группами проходило XVIII заседание Комитета по охране окружающей среды (КООС). Российскую Федерацию представляли сотрудники МИД России — Д.В. Гончар (глава делегации), Л.Б. Чернышова и Росгидромета (ААНИИ) — В.В. Лукин, В.Н. Помелов и С.Ю. Тарасенко.

Участниками XXXVIII КСДА было подготовлено 52 рабочих и 107 информационных документов, из них на



Члены российской делегации (слева направо): Л.Б. Чернышова (МИД), С.Ю. Тарасенко, В.В. Лукин, В.Н. Помелов (ААНИИ), Д.В. Гончар (МИД).

XVIII совещании КООС — 30 и 23 соответственно. Наибольшее их количество традиционно было представлено делегациями следующих стран:

- Великобритании (32 документа, из них 23 совместно с другими странами);
- Австралии (25 документов, из них 10 совместно с другими странами);
- Новой Зеландии (24 документа, из них 5 совместно с другими странами);
- США (23 документа, из них 11 совместно с другими странами).

Россия представила три рабочих и два информационных документа, один из которых носил совместный характер (с США).

Как и в последние годы, лидирующее положение по количеству представленных на КСДА документов занимали представители стран англо-саксонского сообщества. Однако характер и тон этих документов из жестко-указательного сменился на гибко-рекомендательный. Вероятной причиной такой ситуации стали проблемы экономического мирового кризиса и возрастающая роль в Системе Договора об Антарктике стран «не западной» ориентации (Россия, Китай, Бразилия, ЮАР, Чили, Аргентина). Несмотря на небольшое количество представленных на совещании документов, Россия по-прежнему является ведущим авторитетом во многих антарктических вопросах; никаких попыток нашей изоляции со стороны западных стран на этом форуме не отмечалось. Характерным примером этого стал вопрос о национальных мерах по одобрению Приложения 6 о материальной ответственности в случае наступления чрезвычайных экологических ситуаций к Мадридскому Протоколу. К маю 2015 г., за прошедшие 10 лет после принятия этого Приложения, только 14 стран из 29 консультативных сторон провели свои государственные процедуры по одобрению этого Приложения. В этом случае Россия является примером для всего антарктического сообщества, особенно после принятия Федерального закона от 5 июня 2012 г. № 50-ФЗ и 12 специальных подзаконных правительственных актов, имплементировавших нормы Приложения в российское законодательство. 26 апреля 2013 г. МИД России проинформировал Государственный Департамент США о завершении процесса одобрения Меры 1 (2005) о Приложении VI к Протоколу по охране окружающей среды. Следует отметить, что некоторые страны, одобрявшие Приложение VI к Мадридскому Протоколу, до сих пор не привели свое собственное законодатель-

ство в соответствии с этими нормами международного права.

Одним из важнейших вопросов развития Системы Договора об Антарктике продолжает оставаться регулирование туризма и неправительственной деятельности в этом регионе. Представленный Россией документ вызвал широкое одобрение участниками форума российской позиции по этому вопросу. Предложение нашей страны сводилось к добровольному предварительному информированию через Секретариат Договора страны «последнего порта» в Южном полушарии о следовании морских и воздушных судов в Антарктику и обо всех разрешенных неправительственных или туристических акциях граждан или юридических лиц Сторон Договора. Таким образом, официальные правительственные власти государств, ответственные за выдачу своих разрешений на деятельность в Антарктике, получают информацию о возможных фактических нарушениях со стороны своих граждан и юридических лиц.

Международный престиж России в антарктическом сообществе значительно укрепился после проведения в Антарктике в сезоне 2014/15 г. важных природоохранных и научных мероприятий. К первому из них относится вывоз из Антарктиды для утилизации на предприятиях Росатома радиоизотопных термоэлектрогенераторов (РИТЭГ), использовавшихся в Советской антарктической экспедиции в 70-80-е гг. прошлого века. Работы по вывозу РИТЭГов проводились в рамках совместного российско-американского проекта Арктического и антарктического НИИ Росгидромета и Национальной лаборатории радиоактивной безопасности им. Лоуренса Департамента энергетики США. Участником КСДА был представлен российско-американский документ о результатах выполнения этого проекта, которые дали возможность не только обеспечить сохранение окружающей среды Антарктики, но и не допустить возможность нелегального распространения радиоактивных материалов и дальнейшего их использования в террористических целях.

Россия продолжает оставаться общепризнанным мировым лидером в исследованиях подледниковых водных систем Антарктиды. Результаты российских буровых работ и гляциологических исследований антарктического озера Восток продолжают демонстрировать преимущество отечественных технологий в выполнении этих уникальных научных исследований. На Совещании были представлены результаты повторного проникновения в озеро Восток 25 января 2015 г. и отбора ледяного керна из «свежезамороженной» озерной воды. Делегации США и Германии отметили, что с нетерпением ожидают результаты российских лабораторных исследований проб льда и воды, доставленных с российской станции Восток в Санкт-Петербург в мае 2015 г.

Совещание согласилось с предложением делегации РФ признать новым историческим памятником в Антарктике снегоходный тяжелый тягач «Харьковчанка», установленный на российской станции Прогресс в память о выдающихся внутриконтинентальных походах, выполненных советскими полярными исследователями в 50–60 гг. XX в.

КООС утвердил проект строительства антарктической станции Республики Беларусь в районе «Гора Вечерняя», расположенной на небольшом расстоянии от российской сезонной полевой базы Молодежная. В представленных делегацией Республики Беларусь документах были с российской помощью устранены все

замечания, сделанные в ее адрес на заседании КООС в г. Бразилиа (Бразилия) в 2014 г. Это дает возможность Республике Беларусь приступить к строительству своей антарктической станции в соответствии с принятыми национальными процедурами.

В течение сезона 2014/15 г. Великобритания и Республика Чехия провели в соответствии с Договором об Антарктике совместную инспекцию деятельности национальных антарктических программ, туристических судов и яхт в районе Антарктического полуострова. Среди объектов инспекции была украинская станция «Академик Вернадский», которая в 1995 г. была безвозмездно передана Великобританией правительству Украины. Все эти годы Британская Антарктическая служба продолжала курировать деятельность своих украинских коллег в Антарктике, а те, в свою очередь, передавали англичанам копии всех научных материалов, собранных на станции. Тем не менее, после проведения инспекции на станции в сезоне 2014/15 г., британская сторона заняла нейтрально-независимую позицию, подвергнув жесткой критике положение дел на украинской станции в свете соблюдения требований Мадридского Протокола, а также крайне низкий уровень знаний ее персонала содержания основных документов Системы Договора об Антарктике. Украинская делегация была вынуждена представить объяснения по поводу сложившейся ситуации и обещала в короткий срок устранить замечания.

На сессии КООС серьезное внимание было уделено вопросам влияния Антарктики на глобальные климатические изменения. Было решено перед началом XXXIX КСДА в Чили в 2016 г. провести совместный семинар с Научным комитетом АНТКОМ по данному вопросу. Необходимо отметить, что с целью распространения итогов российских достижений и позиции по вопросу современного изменения климата в Антарктике будет целесообразным представить результаты работ сотрудников ААНИИ в этом направлении исследований.

В 2016 г. исполняется 25 лет со дня подписания Мадридского Протокола. В ознаменование этого события на XXXVIII КСДА было принято решение о проведении в будущем году юбилейного научного симпозиума. В этой связи необходимо подготовить доклад о российской деятельности по внедрению основных положений Мадридского Протокола в работу Российской антарктической экспедиции.

В ходе Совещания члены российской делегации провели многочисленные деловые обсуждения возможности расширения международного сотрудничества в различных областях научных исследований и логистических операций в Антарктике с представителями делегаций США, Германии, Китая, Великобритании, Польши, Болгарии, Белоруссии, Монголии, Турции, Чили, Казахстана.

Следующее XXXIX заседание КСДА состоится в июне 2016 г. в г. Сантьяго (Чили).

Таким образом, итоги XXXVIII КСДА в очередной раз подтвердили неполитизированный характер существующей системы Договора об Антарктике, главными ценностями которой продолжает оставаться: мир, безопасность, международное сотрудничество, свобода научных исследований и обмена информацией, а также охрана окружающей среды региона.

*В.В. Лукин (ААНИИ).  
Фото предоставлено РАЭ*



## ЛАЗЕРНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ВОДЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

### РАБОЧИЙ СЕМИНАР ЛИКОС

Лаборатория изменений климата и окружающей среды (ЛИКОС) была открыта в АНИИ Росгидромета в 2010 г. Основной задачей лаборатории является исследование ледяных кернов. Одним из параметров, которые всегда измеряются при исследовании ледяных кернов, является изотопный состав воды. Для этой цели в лаборатории в первую очередь был закуплен лазерный анализатор изотопного состава воды Picarro L1102-i, который впоследствии был заменен на более совершенный прибор следующего поколения Picarro L2120-i. Это был первый лазерный анализатор изотопного состава воды в России. В настоящее время в нашей стране насчитывается около 15 таких приборов. Одним из достоинств этого вида анализаторов является высокая производительность по сравнению с классическими масс-спектрометрами. Ежегодно в ЛИКОС выполняется большое количество анализов изотопного состава



Д.О. Владимирова делает доклад, посвященный использованию расходных материалов для лазерного анализатора изотопного состава Picarro L2120-i.

воды, например, в 2014 г. в лаборатории были получены данные об изотопном составе 9500 образцов, не считая калибровок прибора и повторного измерения в некоторых образцах для проверки качества измерений. Данные пробы были отобраны в различных районах Антарктиды, горного оледенения Кавказа, Алтая. Такой колоссальный опыт работы с анализатором подобного типа в России имеется только в ЛИКОС. В то же время было понятно, что пользователи изотопных анализаторов нуждаются в обмене опытом проведения измерений и обслуживания данного типа оборудования. В связи с этим было решено провести семинар по применению лазерных анализаторов изотопного состава воды в науках о Земле в АНИИ.

Семинар состоялся 12 марта 2015 г. в помещении ЛИКОС, в работе семинара приняли участие 33 человека из 10 научных организаций России и Эстонии. Семинар проходил в формате круглого стола. Во время заседаний обсуждались проблемы, связанные с методикой выполнения анализов изотопного состава воды, снега и льда на лазерных анализаторах и интерпретацией полученных данных.

Первая сессия была посвящена проблемам подготовки проб воды для анализа, проблеме анализа загрязненной воды, а также использованию расходных материалов для выполнения измерений.

На второй сессии обсуждались вопросы корректировки полученных данных, калибровки прибора и регламента измерений. А.А. Екайкин представил доклад о методике обработки данных, которая применяется в ЛИКОС, вызвавший большой интерес у участников семинара. Слушателям было предложено принять участие в межлабораторной калибровке WICO (World interlaboratory calibration), которая проводится МАГАТЭ раз в четыре года.

Третья сессия была посвящена решению технических проблем эксплуатации прибора, также обсуждались вопросы сервисных программ производителей приборов.



Лазерный анализатор изотопного состава Picarro L2120-i.

В завершении семинара с докладами о новейших разработках и планах производителей выступили представители компаний-производителей лазерных анализаторов изотопного состава воды — LosGatos, Picarro и Thermo.

Отметим, что дискуссия, возникшая после презентаций компаний-производителей, повлияла на выбор лазерного анализатора следующего поколения сотрудниками ЛИКОС. Закупка данного анализатора запланирована на май–июнь текущего года за счет средств, полученных ЛИКОС от Российского научного фонда (грант № 14-27-00030) на 2014–2016 гг.

По итогам семинара составлена памятная записка, в которой было предложено создать базу данных опубликованной информации по изотопному составу воды, изготовить отечественные изотопные стандарты воды, поскольку сейчас их можно приобрести только в МАГАТЭ, а также организовать мониторинг изотопного состава осадков на территории Российской Федерации.

*А.В. Козачек, Ю.А. Шибаев (АНИИ).  
Фото Ю.А. Шибаева*

## МОРСКОЙ ПРАЗДНИК НА НЕВЕ — II ФЕСТИВАЛЬ ЛЕДОКОЛОВ



2–3 мая 2015 г. в Санкт-Петербурге в акватории Невы состоялся второй Фестиваль ледоколов, который стал масштабным культурным событием в жизни нашего города.

Как официальное мероприятие, Фестиваль ледоколов был утвержден и внесен в план на 2015 г. на заседании Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации в декабре 2014 г.

В фестивале приняло участие шесть ледоколов: на Английской набережной были пришвартованы ледоколы «Иван Крузенштерн» и «Мудьюг», а на набережной Лейтенанта Шмидта — ледоколы «Москва», «Капитан Сорокин» и «Невская застава». Флагманом фестиваля являлся легендарный ледокол «Красин». Ледокольный флот вызвал большой интерес у жителей и гостей города: число посетителей фестиваля за два дня составило более 45 тысяч человек.

В рамках фестиваля удалось воплотить ряд уникальных проектов, в частности — «Вальс ледоколов», во время которого под мелодии знаменитых вальсов четыре ледокольных буксира и ледоколы «Иван Крузенштерн» и «Москва» выполняли скоординированные маневры в акватории Невы. Удивительно красиво выглядела неожиданно появившаяся радуга под мощными струями воды, выпущенными из брандспойтов буксиров. По сути, то был «живой» фонтан на Неве.

Также была организована военно-историческая реконструкция Полярного конвоя «PQ 15», которая напомнила посетителям о суровых военных годах. В 1941–1943 гг. ледокол «Красин» совершил кругосветный боевой поход, шел в составе полярного конвоя «PQ 15» и сейчас является единственным кораблем на плаву в России, принимавшим участие в морских сражениях Великой Отечественной войны.

Одним из основных партнеров фестиваля — Всероссийским обществом охраны природы, при поддержке

Российского государственного музея Арктики и Антарктики, была создана отдельная экологическая зона, где были организованы выставки макетов ледоколов и о природе и истории исследования Арктики, также были прочитаны лекции об экологии Арктического региона.

На набережной Лейтенанта Шмидта, на территории фестиваля была организована развлекательно-досуговая зона, где аниматоры, художники и музыканты представили свою культурную программу гостям праздника. Также к услугам посетителей фестиваля были развернуты палатки с многочисленными городскими сувенирами и питанием.

Кроме того, в рамках Фестиваля ледоколов 2015 состоялось открытие 7-го морского молодежного фестиваля «Морфест 2015».



Ледокол «Красин».

Год постройки: 1917. Филиал Музея Мирового океана.

Класс: Российского морского регистра судоходства.

Паровая машина «Altona» 3800 л.с.

Длина: 94,44 м. Ширина: 21,59 м. Осадка: 8,7 м.



Ледокол «Капитан Сорокин».

Год постройки: 1977. Тип: линейный.

Класс: Российского морского регистра судоходства.

Мощность 18 МВт, 22000 л.с. Длина: 141,4 м. Ширина: 31,1 м. Осадка: 8,5 м.



Ледокол «Москва».

Год постройки: 2008. Тип: линейный.

Класс: Российского морского регистра судоходства.

Мощность на винтах: 16 400 кВт. Длина: 114,0 м. Ширина: 27,5 м. Осадка: 8,5 м



В число партнеров фестиваля вошло более 30 различных организаций, главными из которых стали ФГУП «Росморпорт», Музей Мирового океана, транспортная компания «Портовый флот», «Всероссийское общество спасания на водах», ФГБУ «Администрация морских портов Балтийского моря» и Российский морской регистр судоходства. Они оказали неоценимую профессиональную поддержку и тем самым помогли воплотить смелые идеи проведения фестиваля в реальность.

В проведении праздника приняли участие более 100 волонтеров из общества «Добровольцы Петербурга» и Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

Напомним, что впервые в России и в мире Фестиваль ледоколов прошел год назад, 3–4 мая 2014 г., в акватории Невы, когда за два дня шесть ледоколов («Иван Крузенштерн», «Мудьюг», «Москва», «Санкт-Петербург», «Капитан Зарубин» и «Красин») посетило более двадцати тысяч человек, а число жителей и гостей города, которые любовались зрелищем впечатляющего морского праздника с набережных и Благовещенского моста, было на порядок больше.

Опыт первого фестиваля показал, что тема ледокольного флота и его роль в истории России интересуют самые различные и по социальному, и по возрастному

составу категории граждан, а также многочисленных туристов и гостей нашего города, что и послужило основанием для организации второго Фестиваля ледоколов в 2015 г.

Хочется отметить, что в Санкт-Петербурге сложились уникальные условия для проведения фестивалей ледоколов: во-первых, в городе имеется большой ледокольный флот, который обеспечивает навигацию в зимний период; во-вторых, по окончании зимней навигации, что обычно происходит в конце апреля — начале мая, все ледоколы остаются в Санкт-Петербурге; в-третьих, как правило, в конце апреля — начале мая набережные в центре города пустуют, к этому времени еще не приходят большие круизные суда, которые швартуются на набережной Лейтенанта Шмидта и Английской набережной; в-четвертых, сами причалы находятся в ведомстве «Росморпорта», той же организации, которая владеет ледоколами. В связи этим в Санкт-Петербурге имеется реальная возможность постановки ледоколов после окончания зимней навигации в центре города и организации доступа на них для гостей и жителей города.

По всему миру проходят фестивали парусных судов, но «У России, — по определению Д.И. Менделеева, — так много берегов Ледовитого океана, что нашу страну справедливо считают лежащую на берегу этого океана», так почему бы не сделать в морской столице державы парад ледоколов? Так родилась идея организации первого в истории России Фестиваля ледоколов, принадлежащая сотрудникам музея «Ледокол «Красин»».

Можно с уверенностью сказать, что Фестиваль ледоколов — это новая морская традиция в России, это новое явление, которое вызывает огромный интерес и резонанс в нашем обществе.

В перспективе фестиваль ледоколов в Санкт-Петербурге и других портовых городах может проводиться регулярно. Столь яркое и необычное событие станет настоящим брендом морской России.

*П.А. Филин (зам. директора филиала Музея Мирового океана в Санкт-Петербурге «Ледокол "Красин"»).*  
*Фото М.А. Емелиной, М.А. Савинова, П.А. Филина*



Ледокол «Невская застава».

Год постройки: 2010. Тип: Буксир ледокольного класса для аварийно-диспетчерской службы судоводных акваторий Санкт-Петербурга.  
Класс: Российского речного регистра.  
Мощность главных двигателей: 2×1800 кВт.  
Длина габаритная: 41,5 м. Ширина: 11,8 м. Осадка: 3,8 м.



Ледокол «Мудьюг».

Год постройки: 1982.  
Тип: линейный. Класс: Российского морского регистра судоходства.  
Мощность на винтах: 9560 кВт. Длина: 111,56 м. Ширина: 22,2 м. Осадка: 6,82 м.



Ледокол «Иван Крузенштерн».

Год постройки: 1964. Тип: портовый.  
Класс: Российского морского регистра судоходства.  
Мощность на винтах: 4500 кВт. Длина: 67,7 м. Ширина: 18,28 м. Осадка: 6,05 м.

## А.Ф. МИДДЕНДОРФ — ИССЛЕДОВАТЕЛЬ РУССКОГО СЕВЕРА

К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.Ф. МИДДЕНДОРФА  
И 170-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

В 1860 г. на полках книжных лавок Санкт-Петербурга, Москвы, Киева и Тифлиса появилась книга Александра Федоровича Миддендорфа «Путешествие на Север и Восток Сибири». Это был первый выпуск серии из семи брошюр обширного научного труда, подытожившего многолетние исследования, проводившиеся Миддендорфом в слабоизученных или совсем неизученных районах Русского Севера.

Александр Федорович Миддендорф происходил из старинного остзейского дворянского рода Эстляндской губернии Российской империи [Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Т. XIX. СПб., 1896. С. 236]. Его отец был директором гимназии в Санкт-Петербурге. Педагог и воспитатель, он поощрял любовь сына к природе. Свою первую печатную работу сын посвятил «любимому отцу, глубокочтимому наставнику и близкому другу».

Родители Миддендорфа видели в сыне будущего педагога, который пойдет по стопам отца, ставшего впоследствии директором Педагогического института в Петербурге [Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Т. XIX. С. 237]. Но жизнь распорядилась иначе — Миддендорф-младший страстно увлекся наукой. И хотя по окончании гимназии Александр Миддендорф был зачислен на подготовительное отделение Педагогического института, учиться в нем он не стал. В 1832 г. он поступил на медицинский факультет Дерптского (Тартуского) университета.

В 1837 г. Миддендорф окончил университет и получил степень доктора медицины. После завершения учебы молодой исследователь два года стажировался у ведущих специалистов по естественным наукам в университетах Австрии и Германии и вернулся в Россию подготовленным к самостоятельной работе в области зоологии, этнографии, антропологии и геологии.

В 1839 г. Миддендорф был назначен адъюнкт-профессором кафедры зоологии Киевского университета. Но педагогическая деятельность его не привлекла, хотя он одним из первых начал вести занятия по антропологии и этнографии. Александр Федорович проработал в Киевском университете семь месяцев.

Важную роль в его жизни сыграло знакомство с ученым и путешественником Карлом Максимовичем Бэр. По приглашению Бэра Миддендорф принял участие в экспедиции в Заполярье. В первоначальные планы экспедиции входило исследование архипелага Новая Земля, но из-за неблагоприятной погодной обстановки добраться до нее не удалось и пришлось ограничиться исследованиями на Кольском полуострове [Гацунаев Н.К. Географы и путешественники: Краткий биографический словарь. М. 2001. С. 302]. При этом Миддендорф шел собственным маршрутом и самосто-

ятельно осуществлял исследовательскую работу. Бэр впоследствии так вспоминал об участии Миддендорфа в этой экспедиции: «Миддендорф прошел из Колы через Лапландию до Кандалакшской губы, двигаясь то пешком, то в лодке. Он нашел, что существующие у нас карты этого района являются совершенно неправильными и что течение реки Колы показано на них совершенно неверно...».

За 22 дня похода Миддендорф собрал 138 видов орнитофауны Кольского полуострова, т.е. более трети всего состава орнитофауны полуострова, известной ученым до наших дней. Обширными были также собирания минералов и насекомых. Все собранные материалы Миддендорф систематизировал, описал и подверг тщательному анализу. Кроме того, им были исправлены неточности на картах полуострова. Сообщения о результатах путешествия были опубликованы в «Материалах к познанию Российского государства», в свет вышла также подробная карта с объяснениями.

Кольское путешествие предопределило судьбу молодого человека. Именно тогда К.М. Бэр, организатор многих экспедиций, поверил в Миддендорфа и его способности.

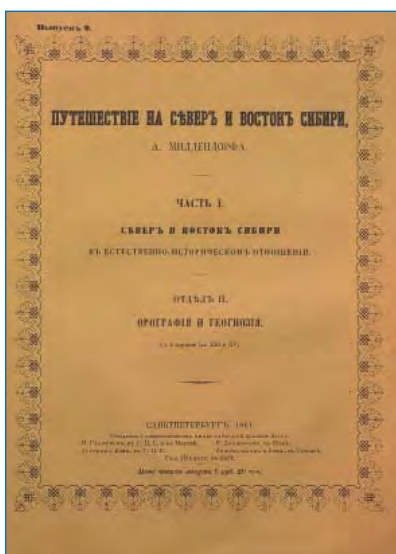
После возвращения из экспедиции Миддендорф получил звание ординарного профессора Киевского университета, но стремление к изучению просторов Севера заставило его окончательно оставить кафедру и прекратить преподавательскую деятельность. Этот решающий шаг был сделан Миддендорфом в связи

с предложением Императорской Академии наук возглавить экспедицию на Север России.

### Таймырский этап экспедиции Миддендорфа

Для запланированной экспедиции в Сибирь, по воспоминаниям Бэра, Академия наук «долго и тщетно искала человека, который с основательным ученым образованием соединял бы надлежащее самоотвержение и способности, чтобы подвизаться на столь трудном предприятии». Проблемы при подборе руководителя экспедиции определялись и тем, что решение поставленных задач требовало нескольких лет полевой работы в условиях Крайнего Севера. Бэру пришлось использовать свой научный авторитет, чтобы Академия наук поверила в способность А.Ф. Миддендорфа «принять сие поручение, в то, что он и по своим познаниям, и по навыку к телесным напряжениям и решимости характера не оставляет ничего лучшего желать» [Леонов Н.И. Александр Федорович Миддендорф. М.: Наука, 1967. С. 16–17].

Перед молодым ученым были поставлены две основные проблемы: изучение зоологии и ботаники Таймырского полуострова и исследование вечной мерзлоты. О значении экспедиции говорит и тот факт, что



Обложка книги  
Александра Федоровича Миддендорфа  
«Путешествие на Север и Восток Сибири».



окончательное решение о назначении ее руководителя принимал сам Николай I. Но Миддендорф сам ставил себе более сложные задачи — выйти к Северному Ледовитому океану, в наиболее труднодоступные районы Русского Севера.

Готовясь к экспедиции, Миддендорф составил по материалам участников Великой Северной экспедиции С.И. Челюскина и Х.П. Лаптева карту Таймыра. Ориентируясь по ней, он давал проводникам отряда, набранным из местных жителей, настолько точные указания, что они уверовали в сверхъестественные способности исследователя и называли его «великим шаманом».

В 1842 г. А.Ф. Миддендорф в сопровождении датского лесовода Тора Брандта и слуги Фурмана, выполнявшего функции препаратора, покинул Санкт-Петербург. Экспедиция продолжалась до 1845 г., была сопряжена с многочисленными трудностями и едва не стоила жизни самому исследователю. Александр Федорович прожил на Таймыре более полугода, и смело можно говорить о том, что он был первым, кто серьезно и обстоятельно исследовал полуостров Таймыр.

Уже в Сибири в мае 1843 г. к экспедиционной партии присоединился военный топограф В.В. Ваганов. В Барнауле для нужд экспедиции был приобретен разборный буровой станок. Впоследствии было пробурено 12 скважин до 15-метровой глубины для наблюдения состояния вечной мерзлоты. Таким образом, А.Ф. Миддендорф первым из исследователей обратился к практическому изучению многолетних мерзлых грунтов Севера, фактически положив начало науке мерзлотоведения.

По замерзшему Енисею экспедиция на собачьих упряжках добралась до Туруханска, а затем до Дудинки. Дальнейший путь лежал по рекам Пясины, Хатанге, озеру Таймыр и реке Таймыре до Ледовитого океана. Маршрут экспедиции пролегал к востоку и юго-востоку от хребта Сыверма, обрывающегося к Норильским озерам на плато Путорана. Миддендорф установил, что на северо-западе плато «прекращается у озера Пясино, которое с рядом вливающихся в него озер окружено... скалистыми хребтами — Норильскими Камнями...». Через них пробил себе дорогу река Норильская...». Это было первое описание ландшафта Норильского района.

Пройдя отсюда «по Большой низовой тундре» к северу, Миддендорф и его спутники в июле достигли реки Верхней Таймыры, пересекли с юга на север Северо-Сибирскую низменность и положили начало исследованиям этого труднодоступного района. Миддендорф открыл цепь высот, вытянутых в северо-восточном направлении и ограниченных с юга «речной областью Таймыра», он назвал их «Шайтан» (на современных картах Камень-Хэр-бэй и отдельные безымянные возвышенности).

В июле Миддендорф постоянно курсировал по реке Верхней Таймыре до озера Таймыр для исследования реки и перевозки снаряжения, при этом он установил, что левый берег Таймырской долины с севера ограничивается обрывистыми и скалистыми горами. Миддендорф присвоил им название «Бырранга». В своей книге «Путешествие на Север и Восток Сибири» он пи-

сал: «Самоеды (ненцы) Таймырского края, дальше всех туземцев проникающие на север летом... сказали, что никто из них не доходил до соленой воды. Я убедился, что границу их странствований составляют: к западу от Таймырского озера горный хребет Бырранга, а дальше к востоку южный берег самого озера. За эти пределы... дальше 74° с.ш. не претупает нога человека даже летом. Камни там так остры, говорил самоед Око, что наша обувь изнашивается за один день. Там не растет мох для нашего скота; там голая мерзлая земля».

Ученый вел дневник, зарисовывал виды растений и животных. Во многом ему помогли ненцы, с охотой выполняя просьбы общительного и приятного в обращении ученого, они старательно собирали травы, ловили птиц, охотились. Пять месяцев работы в тундре дали возможность собрать обширный материал о типах тундровых ландшафтов, границах продвижения древесной растительности и причинах низкорослости растений тундры, об особенностях рельефа, геологии и минералогии гор Бырранга, четвертичной трансгрессии моря,

о коренном населении края, его культуре и антропологии. К сожалению, часть собранных коллекций погибла при крушении лодки на Таймырском озере, но доставленных в Санкт-Петербург образцов хватило на несколько лет для изучения и описания группе ученых.

Когда научные сборы окончились, Миддендорф переправил тюки на базу и решил на одной лодке по реке Нижней Таймыре выйти к Северному Ледовитому океану. Путешествие по реке прошло успешно, и 12 августа Миддендорф со спутниками был уже в Таймырской губе и стоял на берегу океана.

Первый открытый остров в устье Нижней Таймыры Миддендорф на-

звал именем своего учителя — естествоиспытателя К.М. Бэра. На этом острове он исследовал выходящие на поверхность породы, фауну и флору и обратил внимание на каменистую глыбу. Этот кварцевый массив известен с тех пор как «камень Миддендорфа». В конце августа 1843 г. с 75° 36' с.ш. Миддендорф повернул на юг.

На реке Нижней Таймыре он обнаружил скелет мамонта со следами гниения мышечных тканей. Место находки Миддендорф назвал «Урочище Мамонт». Скелет древнего гиганта был частично вморожен в грунт, и исследователь смог взять для изучения только часть черепа с одним зубом, несколько ребер, тазовые кости и кости задних конечностей. Впоследствии Миддендорф посвятил достаточно большой раздел своей книги истории находок сохранившихся до его времени туш мамонтов и шерстистых носорогов. Эту главу своего труда он озаглавил «Сибирские мамонты» [Миддендорф А.Ф. О сибирских мамонтах // Вестник естественных наук. СПб., 1860. № 26–27. С. 1–28].

Анализируя многочисленные находки останков древних животных в Заполярье, Миддендорф пришел к выводу, что процесс вымирания реликтовых гигантов был не одномоментным, а растянулся на очень большой временной период [Миддендорф А.Ф. Путешествие на Север и Восток Сибири. Сибирская фауна. Ч. 2. Вып. 5. СПб., 1869]. Более того, подводя итоги фаунистических



Александр Федорович Миддендорф.

исследований экспедиции, Миддендорф подчеркнул существенную роль антропогенного фактора в процессе вымирания видов животных и необходимость сохранения природы Севера путем создания охраняемых природных зон, фактически предвосхитив создание заповедников и заказников.

После изучения останков мамонта экспедиция вернулась к озеру Таймыр, которое уже начало покрываться льдом. На обратном пути Миддендорф тяжело заболел. Кроме того, в экспедиции закончилось продовольствие. Не желая быть обузой для своих спутников, Миддендорф принял решение остаться в обнаруженном накануне скальном гроте, а лишённые средств передвижения из-за наступления зимы спутники Миддендорфа пешком отправились отыскивать «олённых тунгусов». Таким образом, Александр Федорович в полном одиночестве провел восемнадцать дней на берегу Таймырского озера.

Это добровольное одиночество, на которое Миддендорф обрек себя для спасения участников экспедиции, явилось самым серьёзным испытанием мужества, самообладания и выносливости исследователя. Об этом подвиге говорится в донесении Академии наук о ходе экспедиции: «Миддендорф, изнуренный крайними усилиями последних дней августа 1843 г. и постигнутый жестокою болезнью, не чувствовал себя более в силах следовать за своими товарищами. Поделившись с ними



Пещера Миддендорфа.

остатками сухого бульона, который он хранил на всякий случай, он должен был к величайшему своему сожалению убить верную охотничью собаку... Мясо было разделено на пять долей, и, снабдив четырех своих спутников этой провизией, г. Миддендорф приказал им отыскать в пустыне самоедов и привести их, буде возможно, к нему на помощь. Сам он остался один без приюта, среди уже наступившей арктической зимы на 75° северной широты, подверженный всем суровостям непогоды». Прибежищем Миддендорфу служил небольшой скальный грот, носящий сегодня имя «Пещера Миддендорфа» [Леонов Н.И. Александр Федорович Миддендорф. С. 20–21]. Это событие можно считать беспримерным в летописях полярных исследований того времени.

Пока у Миддендорфа оставались силы, он привёл в порядок записи, карты, зарисовки. К счастью, ученый нашел себе защиту за сугробами снега, наметенными перед гротом, а в последние дни своей снежной «робинзонады», когда на равнине свирепствовал ураган, оставался погребённым в снегу, как в берлоге, и этому обстоятельству он, вероятно, обязан своим спасением. Кроме того, в качестве подкрепляющего средства Миддендорф использовал спирт, в котором были законсервированы образцы фауны. Выпив спирт, разведенный водой, ученый уснул, а наутро

сил прибавилось настолько, что он смог с ружьем отправиться на охоту. Его ждала удача: он подстрелил двух куропаток и смог сварить суп. На 15-й день учёный решил, что за ним не вернуться, и направился на юг. Через три дня Александра Федоровича отыскали Ваганов и два ненца.

Миддендорф не был единственным, кто обязан спасением этой маленькой пещере. Столетием раньше в ней укрывался заболевший Х. Лаптев, а в 1929 г. она дала приют еще одному исследователю Таймыра — Н.Н. Урванцеву, именно он и дал пещере имя Миддендорфа.

В 1900 г. экспедиция русского полярного исследователя Э.В. Толля на шхуне «Заря» исследовала залив, на берегах которого побывал Миддендорф. Э.В. Толль оставил в дневнике своей экспедиции поистине поэтическое описание залива, завершив его следующими словами: «Фьорд, который мы открыли и в котором стоим уже одиннадцать дней, я назвал именем Миддендорфа. Полагаю, что я имел право это сделать: во-первых,

потому что мы определили координаты этого места; во-вторых, потому что изучение окрестностей и фауны фьорда проходит успешно и, следовательно, наименование фьорда вполне обоснованно. Чье же имя более других заслуживает того, чтобы быть увековеченным здесь, если не имя Миддендорфа — первого ученого-исследователя Таймырской земли, авторитетного исследователя

Сибири?» [Синюков В.В. Александр Васильевич Колчак: Ученый и патриот. М.: Наука, 2009. Ч.1. С. 231; Бурлак В. Хожение к морям студеным. URL: <http://bibliotekar.ru/rusBurlak/29.htm>].

Оправившись от последствий болезни и истощения, Миддендорф отправился в обратный путь через р. Пясину и Туруханск к Красноярску. 14 января 1844 г. завершился Таймырский этап экспедиции Миддендорфа.

### Дальнейшая работа экспедиции

Кроме Таймырского этапа, Сибирская экспедиция Миддендорфа включала в себя Якутский и Охотско-Приамурский маршруты.

В 1844 г. Академия наук поручила Миддендорфу провести на колодце Шергина (Колодец Шергина в советское время был признан памятником истории союзного значения, а с 2009 г. шахта Шергина входит в Государственный список недвижимых памятников истории и культуры г. Якутска, подлежащих государственной охране как памятники республиканского значения. — *Прим. ред.*) в Якутске точные наблюдения над температурой мерзлого слоя. Этот колодец глубиной 116,6 м был выкопан еще в 1827 г., однако наблюдения на нем почти не велись. Исследования, проведенные Миддендорфом в шахте Шергина и прилегающих к Якутску районах, по-



зволили ему первым вычислить мощность мерзлоты в этой местности: 187–204 м, что оказалось очень близким к фактическим значениям, установленным при исследованиях в XX в. (210–214 м). Работы Миддендорфа положили начало геокриологическим исследованиям на Русском Севере. Продолжение исследованийкрепило первенство русских ученых в открытии и изучении вечной мерзлоты как природного геофизического явления.

К своим геотермическим и метеорологическим исследованиям Миддендорф привлек местных краеведов — учителя Давыдова и купца Неверова. После окончания работ экспедиции Миддендорфа краевед Давыдов продолжил наблюдения на шахте Шергина.

Из Якутска в начале апреля 1844 г. отряд, в который были привлечены два якутских проводника и два казака, отправился в Амгинскую слободу. Так начался третий этап экспедиции — Охотско-Приамурский. Во время его проведения Миддендорф прошел вдоль южных склонов Станового хребта по маршруту: р. Тугур, перевал через Бурейские горы, вниз по р. Бурее до устья р. Ниман, затем вверх по Ниману и его притоку Кебели, далее водоразделом Буреи и Селемджи, вершинами горных речек, водоразделом Селемджи и Зеи, Зейским краем до устья Гилюя, вверх по этой реке и водоразделом между ней и р. Олдоем, наконец, долиной Амура от устья Уричи к Усть-Стрелочному посту. Всего на этот переход экспедицией было затрачено четыре зимних месяца, в течение которых были собраны данные, «не только имевшие исключительно важное значение для географии Амура, но и заслуживавшие внимание... с общегосударственной точки зрения».

#### Итоги работы экспедиции А.Ф. Миддендорфа

5 марта 1845 г. Миддендорф возвратился в Петербург. Экспедиция, продолжавшаяся 841 день, завершилась. Ученый вернулся в столицу, по словам неперменного секретаря Академии наук П.Н. Фуса, «в ореоле славы».

Вскоре после возвращения в Петербург началась трудоемкая работа по обработке собранных материалов, написанию отчетов и т. д. К этой работе были привлечены лучшие силы академии и специалисты из других учреждений. Результатом этой работы стал четырехтомный труд Миддендорфа «Reise in den aussersten Norden und Osten Sibiriens in den Jahren 1843–1844», изданный первоначально на немецком языке в 1847–1875 гг. В 1860 г. началась публикация русского перевода, последний том которого вышел почти одновременно с немецким изданием. Для публикации атласов, составленных по итогам Сибирской экспедиции Миддендорфа, у Академии наук не нашлось денег. Когда руководство академии доложило об этом императору Николаю I, тот приказал ассигновать необходимую на издание сумму.

По возвращении экспедиции в честь ее участников в Петербурге устраивались торжественные собрания, заседания, банкеты, а на одном из таких собраний была высказана мысль о необходимости создания Русского географического общества, которое и было учреждено в августе 1845 г. В 1846 г. Миддендорф был избран помощником управляющего Отделением этнографии Императорского Русского географического общества (ИРГО). Управляющим Отделением этнографии с момента образования ИРГО являлся К.М. Бэр.

2 августа 1845 г. Миддендорф был назначен адъюнктом отделения физико-математических наук по кафедре зоологии Академии наук. 2 марта 1850 г., после публикации первых работ по итогам Сибирской экспедиции, он был избран экстраординарным, а 1 мая 1852 г. — ординарным академиком. С 7 апреля 1855 г. по 4 октября 1857 г. он являлся неперменным секретарем Академии наук. В 1870–1878 гг. Миддендорф предпринимал экспедиции на Нордкап, архипелаг Новая Земля и в Среднюю Азию [Der Golfstrom Ostwärts vom Nordkap // Geographische Mittheilungen. 1871. № 1; Миддендорф А.Ф. Гольфстрим на востоке от Нордкапа // Записки Императорской Академии наук. 1871. Т. 19. Кн. 1. С. 1–29; История Дальнего Востока СССР в эпоху феодализма и капитализма (XVII в. — февраль 1917 г.). М.: Наука, 1991. С. 185].

Однако перенесенные во время Сибирской экспедиции лишения не прошли даром. Миддендорф тяжело болел и был вынужден поселиться в своем имении Хелленурме в Лифляндии, где и ушел из жизни 16 января 1894 г.

А.Ф. Миддендорф собрал сведения о природе Таймырского полуострова и Приамурского края, совершил целый ряд географических и биологических открытий, нанес на карту пространство, лежащее к югу от Станового хребта. Отчет об экспедиции был для того времени наиболее полным естественно-историческим описанием Сибири. В числе научных достижений Миддендорфа были первое этнографическое описание ряда сибирских народов, в том числе якутов, и первая научная характеристика климата Сибири, определение южной границы распространения многолетней («вечной») мерзлоты, определение зональности растительности, формулировка «закона Миддендорфа», объясняющего причины извилистости северной границы лесов. Результаты его географических, климатологических и этнографических исследований сохраняли свою актуальность вплоть до нашего времени, а по охвату территории и обилию новых данных работа экспедиции Миддендорфа сравнима с работой Великой Северной экспедиции 1733–1743 гг.

*Ю.В. Виноградов (РГМАА).  
Фото из архива РГМАА*

## ЭКСПЕДИЦИИ В.Я. ЧИЧАГОВА

Во второй половине XVIII века русскими мореплавателями впервые была предпринята попытка проникнуть в Арктический бассейн, дойти до Северного полюса и преодолеть путь из Атлантического океана в Тихий.

Научно обоснованный проект экспедиции был разработан великим русским ученым Михаилом Васильевичем

Ломоносовым. Основываясь на направлении течений, замеченных около Шпицбергена, и на предполагаемом движении льдов, Ломоносов полагал, что летом между Шпицбергом и Новой Землей океан очищается от льдов и на широте около 80° на многие сотни километров в восточном направлении находится чистая вода. Ученый был

убежден, что по этому пути легко можно пройти до Берингова пролива, а оттуда — в Восточную Индию.

В мае 1764 г. Екатерина II подписала секретный высочайший указ Ее Императорского Величества об организации экспедиции «для прохода Северным океаном в Камчатку». На ее снаряжение было выделено 20 тысяч рублей.

Для плавания кораблей Ломоносов сформулировал подробные инструкции и руководства, среди которых были «Заметки о снаряжении экспедиции» и «Примерная инструкция морским офицерам, отправляющимся к поиску пути на восток Северным Сибирским океаном», разработал программу научных наблюдений экспедиции, спроектировал ряд астрономических и физических приборов, а также сам изготовил часть мореходных инструментов.

В 1764 г. в городе Коле были построены специальные суда — очень прочные, подготовленные к суровым условиям Арктики: сверху их дополнительно обшили сосновыми досками, а носовую часть обили железом. Руководителем экспедиции был назначен опытный мореплаватель, капитан 1-го ранга Василий Яковлевич Чичагов, его ближайшими помощниками стали капитан 2-го ранга Никифор Панов и капитан-лейтенант Василий Бабаев. Суда получили названия по именам их командиров («Чичагов», «Панов» и «Бабаев»). На борту кораблей разместилось 178 человек, среди них были матросы, вольные кормишки, промышленники-поморы и различные мастеровые.

Летом 1764 г. на западный берег Шпицбергена был отправлен вспомогательный отряд из шести судов под руководством лейтенанта М.С. Немтинова для организации базы на случай непредвиденной зимовки. На берегу залива Кломбай (Бельсунн) были построены несколько бревенчатых изб, амбар и баня. Отряд Немтинова, организовав базу для будущей экспедиции, благополучно вернулся в Архангельск. На этой базе на зимовку осталось 16 человек под командованием унтер-лейтенанта Моисея Рындина.

В следующем году партию Рындина должен был сменить Немтинов, однако дойти до бухты Кломбай не смог. Таким образом, Рындин остался на вторую зимовку, которая проходила в крайне тяжелых условиях: многие болели цингой, не хватало пищи и теплой одежды, в результате к лету 1766 г. половина состава умерла.

В мае 1765 г. основная экспедиция вышла в море и направилась на северо-запад к Шпицбергену. 12 мая корабли миновали Нордкап и взяли курс на север. Баренцево море встретило их непогодой и сильными ветрами, временами путь преграждали льды, затруднявшие продвижение. 16 июня суда зашли в бухту Кломбай, где пополнили свои запасы, и через неделю предприняли попытку продолжить плавание. Но льды не сразу отпустили путешественников, преградив им выход из бухты, и остановка затянулась до 3 июля. От Шпицбергена экспедиция направилась на северо-запад — к берегам Гренландии, однако, встретив непроходимые льды, вновь повернула к Шпицбергену и 23 июля достигла самой западной оконечности архипелага (80° 25' с.ш.). Прорваться сквозь льды севернее этой точки суда так

и не смогли. Приближалась осень, погода ухудшалась с каждым днем, а льды не расходились. В.Я. Чичагов, посоветовавшись с офицерским составом, решил завершить путешествие, и в конце августа 1765 г. экспедиционные корабли прибыли в Архангельск.

В январе 1766 г. Адмиралтейств-коллегия постановила повторить попытку плавания летом 1766 г. на тех же кораблях и с тем же руководителем. В Архангельске суда экспедиции были подготовлены для нового арктического похода. 9 мая 1766 г. «Чичагов», «Панов» и «Бабаев» вышли из Колы и направились к Шпицбергену. 31 мая корабли подошли к Кломбай, но льды не позволили проникнуть в бухту. Погодные условия во время путешествия были порой невыносимы: постоянно дул сильный ветер, стояли туманы, непрестанно шел дождь, который иногда сменялся снегопадом. Несмотря на все препятствия, «Надежда», «Вера» и «Любовь» (как часто называл экспедиционные корабли Чичагов) всегда держались вместе, что в таких условиях было сложнейшей морской задачей.

Суда держали курс к берегам Гренландии, но, так и не увидев гренландских берегов, экспедиция вновь попала

в непроходимые льды и повернула обратно к Шпицбергену. Прячась от штормового ветра, корабли на этот раз смогли войти в бухту Кломбай и провели там чуть больше недели. Переждав непогоду, 29 июня они возобновили путешествие и направились на север вдоль западного побережья архипелага. 16 июля путешественники достигли самой северной оконечности Шпицбергена, а 18 июля флотилия достигла широты 80° 30', где была остановлена сплошными льдами. Прохода



Н.Е. Бубликов «Судно экспедиции В.Я. Чичагова в Гренландском море. Август 1765 г.». Из коллекции РГМАА.

к полюсу не было, и Чичагов вновь принял решение о возвращении на родину. 10 сентября 1766 г. экспедиционные суда бросили якорь в Архангельске.

Вторая попытка пройти Северо-Западным проходом также закончилась неудачей, что окончательно подтвердило заключение первой экспедиции о невозможности прохода в Восточную Индию таким путем. Теория Ломоносова оказалась ошибочной. 26 сентября 1766 г. Екатерина II подписала указ об окончании экспедиции и выдаче денежных наград Чичагову и другим участникам плавания.

Несмотря на то, что экспедиция Чичагова не выполнила поставленных перед ней задач, она внесла значительный вклад в развитие арктического мореплавания. Экспедиция достигла рекордной по тем временам широты к северу от Шпицбергена. Ее участниками были выполнены геофизические, океанографические и метеорологические наблюдения, проведены наблюдения над течениями и дрейфом льда в Гренландском море, взяты пробы грунта, во многих местах измерены глубины, описан животный и растительный мир Шпицбергена.

«...С морской точки зрения обе экспедиции Чичагова были проведены безукоризненно. Три парусных корабля среди льдов, в штормах и туманах все время держались вместе. Что же касается маршрута, предложенного Чичагову, то теперь мы знаем, что задача, поставленная ему Ломоносовым, невыполнима» (Н.Н. Зубов).

Д.А. Суркова (РГМАА)



## ЗНАКОМЬТЕСЬ — МОРСКОЕ ПРИРОДНОЕ НАСЛЕДИЕ РОССИИ

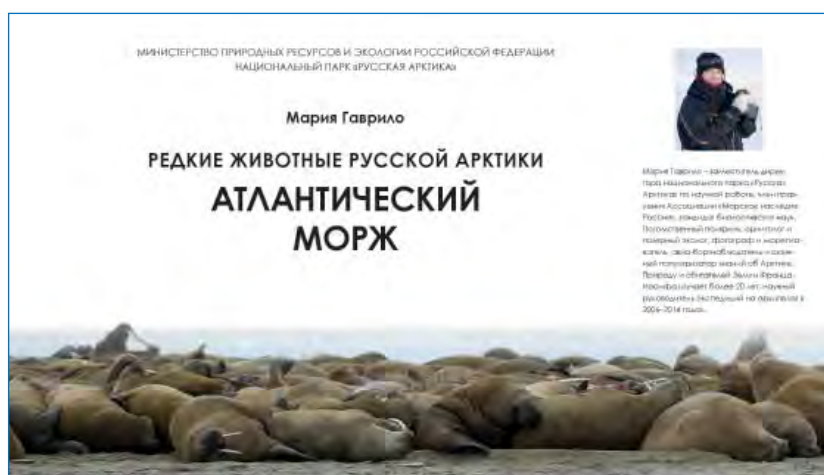
НОВАЯ СЕРИЯ ИЛЛЮСТРИРОВАННЫХ ИЗДАНИЙ

Комиссия по природному наследию и комиссия по морским ООПТ и научным стационарам Ассоциации «Морское наследие: Исследуем и сохраним!» приступили к созданию серии научно-популярных иллюстрированных брошюр «Морское природное наследие России».

Серия будет состоять из выпусков, рассказывающих о разнообразных объектах морского природного наследия нашей страны — редких видах морских животных, ценных сообществах и экосистемах российских морей, природно-культурных приморских ландшафтах и морских особо охраняемых природных территориях.

Новую серию открывает издание, подготовленное Национальным парком «Русская Арктика» и рассказывающее о редком морском млекопитающем — атлантическом морже, занесенном в Красную книгу России, его биологии и поведении, о современном состоянии популяции в заказнике «Земля Франца-Иосифа» и о работах ученых. Это результат совместной работы нескольких зоологов, многих фотографов и единственного художника, представляющий уникальное иллюстрированное повествование о жизни моржей на севере Баренцева моря.

Редколлегия серии «Морское природное наследие России» (М.В. Гаврило, канд. биол. наук, зам. директора национального парка «Русская Арктика»; В.А. Спиридонов, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН; А.Б. Цетлин, директор ББС МГУ, проф., д-р биол. наук; П.А. Филин, зам. директора музея-ледокола «Красин», канд. истор. наук; А.В. Зименко, директор Центра охраны дикой природы) приглашает объединить усилия специалистов морских заповедников и национальных парков, ученых, работающих на морских научных станциях и исследовательских стационарах, преподавателей университетов, сотрудников музеев и научных журналистов для участия в создании новых книг этой серии. Ведь у кого-то уже есть успешный опыт аналогичных изданий, а кто-то хотел бы осуществить что-то подобное, но не знает — как и нуждается в консультациях и советах по содержанию, оформлению, научному и литературному редактированию, кто-то ищет партнеров, чтобы полнее раскрыть интересную тему и богаче ее проиллюстрировать...



**Морское природное наследие России**

**Редкие животные Русской Арктики: Атлантический морж / М.В. Гаврило (текст), А.С. Григорьев (оформление).**

**Архангельск, 2015. 84 с.**

**Формат альбомный: 245×210 мм.**

**Блок 84 страницы, красочность 4+4, мелованная матовая бумага 170 г/м<sup>2</sup>.**

В МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

**АРКТИКА: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ**

декабрь 2015, КВЦ ЭКСПОФОРУМ, Санкт-Петербург

Формирование арктической повестки

Подведение итогов года

+7 (812) 327-93-70  
www.forumarctic.com

