



# РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК



ISSN 2218-5321



## В НОМЕРЕ:

### ОФИЦИАЛЬНАЯ ХРОНИКА

- Выступление Президента Российской Федерации Владимира Путина на пленарном заседании V Международного арктического форума «Арктика — территория диалога» (9 апреля 2019 года, Санкт-Петербург) ..... 3  
Поздравление Президента Российской Федерации Владимира Путина по случаю Дня полярника ..... 5  
Поздравление Руководителя Росгидромета М.Е. Яковенко с Днем полярника ..... 5

### АКТУАЛЬНОЕ ИНТЕРВЬЮ

- Мониторинг и оценка состояния окружающей среды — основа эффективного и безопасного освоения Арктики в XXI веке. К 80-летию Ю.С. Цатурова ..... 6

### ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

- А.И. Данилов. Экспедиция «Трансарктика 2019»: исследования от Баренцева до Чукотского моря. Хроника первого этапа ..... 10  
А.И. Данилов, Ю.В. Угрюмов. Весенние работы ААНИИ на Шпицбергене ..... 16  
А.В. Кошурников, Н.Э. Демидов, А.Ю. Гунар, Н.В. Желтенкова, К.В. Кривошея, А.А. Погорелов, Ю.Д. Зыков. Информативность геофизических методов разведки при решении геокриологических задач на суше и шельфе ..... 17  
С.Д. Григорьева, А.А. Четверова, Е.В. Рыжова, Г.А. Дешевых, С.В. Попов. Гидрологические и геофизические инженерные изыскания в районе станции Прогресс (оазис Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктида) в сезон 64-й РАЭ ...23  
М.П. Андреев. Изучение наземной флоры в горном оазисе озера Унтерзее в массиве Вольтат, Земля Королевы Мод, Антарктида в ноябре–декабре 2018 года ..... 28

### МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- А.И. Данилов. На форуме «Арктика — территория диалога» обсуждались проблемы климатических изменений в Арктике ..... 32

### СООБЩЕНИЯ

- А.И. Данилов. Использование арктической экспедиционной инфраструктуры для профессиональной подготовки и обучения специалистов ..... 34  
М.В. Рубан. Российские географы — лауреаты французского ордена Почетного легиона ..... 35  
Закладка ледостойкой платформы «Северный полюс» на «Адмиралтейских верфях» ..... 37  
А.В. Корнис, С.Б. Балясников. Проект Северного флота — лауреат «Хрустального компаса» ..... 38  
Л.Ю. Кузнецова. Географический фестиваль в Ульяновске. К 105-летию со дня рождения А.Ф. Трешникова ..... 40

### ДАТЫ

- В.В. Лукин. Навсегда с Антарктидой. К 100-летию со дня рождения полярного исследователя Леонида Дубровина .... 41

### К 200-ЛЕТИЮ ОТКРЫТИЯ АНТАРКТИДЫ

- И.А. Рудь. Открытие Антарктиды. Начало пути ..... 44  
Распоряжение Правительства РФ о кругосветной экспедиции парусных судов, посвященной 200-летию открытия Антарктиды экспедицией Ф. Беллинсгаузена и М. Лазарева ..... 46

### НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ ..... 31, 40, 43, 47

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ  
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

### РЕДКОЛЛЕГИЯ:

А.И. Данилов (главный редактор)  
тел. (812) 337-3119, 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, А.А. Быстратович, М.В. Гаврило, М.А. Гусакова,  
М.В. Дукальская, В.П. Журавель, А.В. Клепиков, С.Б. Лесенков, С.Ю. Лукьянов,  
П.Р. Макаревич, А.С. Макаров, В.Л. Мартъянов, А.А. Меркулов, В.Т. Соколов,  
А.Л. Титовский

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

### РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 2 (36) 2019 г.

ISSN 2218-5321

#### Адрес редакции:

ГНЦ РФ Арктический и антарктический  
научно-исследовательский институт  
199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38

Отпечатано в типографии «Моби Дик»  
191119, Санкт-Петербург, ул. Достоевского, 44  
Заказ № \_\_\_\_\_. Тираж 100 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 — долина Бохмдален в окрестностях пос. Баренцбург на острове Западный Шпицберген (фото С.С. Воронежского);  
внизу — озеро Унтерзее в горах Грубера, Земля Королевы Мод, Антарктида (фото М.П. Андреева).

На 4-й странице обложки: метеорологический комплекс, экспедиция «Трансарктика 2019» (фото С.Г. Николаева).

## ВЫСТУПЛЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ВЛАДИМИРА ПУТИНА НА ПЛЕНАРНОМ ЗАСЕДАНИИ V МЕЖДУНАРОДНОГО АРКТИЧЕСКОГО ФОРУМА

«АРКТИКА — ТЕРРИТОРИЯ ДИАЛОГА»

(9 АПРЕЛЯ 2019 ГОДА, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

Владимир Путин принял участие в пленарном заседании V Международного арктического форума «Арктика — территория диалога». Тема встречи — «Арктика. Океан возможностей». В дискуссии участвовали Президент Финляндской Республики Саули Ниинистё, Президент Республики Исландия Гудни Торлациус Йоханнессон, Премьер-министр Королевства Норвегия Эрна Сульберг, Премьер-министр Королевства Швеция Стефан Лёвен.

Обсуждались вопросы комплексного развития арктических территорий, включая рациональное использование природных ресурсов, экологическую безопасность, транспортное обеспечение, защиту интересов коренных народов Севера, а также другие аспекты устойчивого роста в Арктическом регионе.

Уважаемый господин Ниинистё! Уважаемый господин Йоханнессон! Уважаемая госпожа Сульберг! Уважаемый господин Лёвен! Дамы и господа, друзья!

Я искренне приветствую всех вас в Петербурге, в Северной столице России, в городе, история которого тесно связана с организацией легендарных арктических экспедиций, с промышленным освоением этого уникального региона, сохранением его природы и самобытной культуры.

Вот уже в пятый раз Международный форум «Арктика — территория диалога» становится площадкой для широкого, открытого обсуждения арктической повестки. Мы

признательны нашим зарубежным гостям, представителям государств Арктического совета за готовность к партнерству и понимание нашей общей ответственности за будущее Арктики, за ее стабильное и устойчивое развитие.

В 2021 году Россия примет председательство в Арктическом совете. И мы предлагаем всем странам — участницам этой организации, а также другим государствам сотрудничество в Арктике. Приоритеты нашего председательства — жизненно важные темы для развития Арктики: продвижение природосберегающих технологий во всех сферах, в промышленности, на транспорте и в энергетике.

Выступление Президента РФ В.В. Путина



Именно на основе самых современных экологических стандартов мы сегодня реализуем наши проекты в Арктике, в том числе глобального значения. Достаточно упомянуть комплекс по производству сжиженного природного газа на Ямале, освоение Бованенковского и Харасавэйского месторождений газа. Сейчас на долю Арктики приходится более 10 процентов всех инвестиций в Российской Федерации. И убежден: значение арктического фактора в экономике страны будет только расти.

Уже в этом году намерены подготовить и принять новую стратегию развития Российской Арктики до 2035 года. Она должна объединить мероприятия наших национальных проектов и государственных программ, инвестиционные планы инфраструктурных компаний, программы развития арктических регионов и городов.

По ключевым социально-экономическим показателям, по качеству жизни людей все арктические регионы необходимо вывести на уровень не ниже среднероссийского. Обращаю внимание: именно такая задача должна быть не только четко обозначена в новой стратегии развития Арктики, но и служить ориентиром для работы всех федеральных ведомств и региональных властей России. Обязательно нужно учесть и специфику проблем, касающихся коренных малочисленных народов Севера.

Особое внимание — развитию транспорта и другой опорной инфраструктуры. Хорошо понимаем, что это основа, необходимая база для будущих инвестиций и бизнес-инициатив. Среди ключевых инфраструктурных проектов — строительство Северного широтного хода. Это железнодорожная магистраль, которая позволит приступить к эффективному освоению природных богатств Полярного Урала и Ямала, а в перспективе — и севера Красноярского края Российской Федерации. И конечно, продолжим работу по развитию глобального транспортного коридора, включающего Северный морской путь, который будет действовать бесперебойно и круглогодично.

В Послании Федеральному собранию 2018 года уже отмечалось, что наша цель — существенно нарастить здесь объем грузоперевозок. Только по Севморпути — до 80 миллионов тонн уже к 2025 году. Еще 10–15 лет назад эта цифра казалась абсолютно недостижимой. Сейчас это реалистичная, просчитанная и предметная задача. По итогам прошлого года объем перевозок по Севморпути уже достиг 20 миллионов тонн. И это втрое — я хочу это подчеркнуть, — втрое выше советского рекорда, поставленного в 1987 году. Тогда Советский Союз провел по этому пути 6,5 миллиона тонн. А сейчас — двадцать.

Для того чтобы этот глобальный транспортный коридор работал на полную мощность, будем развивать коммуникационную и береговую инфраструктуру, включая портовые мощности, средства навигации, метеонаблюдения, обеспечения безопасности коммерческого плавания.

Приглашаем наших зарубежных партнеров к совместной работе по созданию портов-хабов в конечных точках трассы. Имею в виду Мурманский транспортный узел и портовую инфраструктуру в Петропавловске-Камчатском. Кроме того, намерены модернизировать гавани арктического побережья, включая возможности для организации перевозок «река — море».

Продолжим обновлять наш ледокольный флот и наращивать выпуск судов ледового класса. Сейчас здесь, где мы с вами находимся, в Петербурге, строят три новых атомных ледокола: «Арктика», «Сибирь» и «Урал». Всего же к 2035 году Арктический флот России будет насчи-

тывать не менее 13 тяжелых линейных ледоколов, в том числе девять атомных.

Подчеркну: задача — сделать Северный морской путь безопасным и выгодным для грузоотправителей, привлекательным как по качеству услуг, так и по цене. В частности, конкурентной и обоснованной должна быть плата за ледокольное сопровождение судов. Государство потому и вкладывает свои средства в эту сферу, чтобы минимизировать тарифную нагрузку на перевозчиков, на бизнес.

Уважаемые друзья! Для наращивания капиталовложений в регионе, для запуска новых проектов намерены использовать все инструменты поддержки инвестиций, в том числе те, что мы уже успешно апробировали в рамках программ развития дальневосточных регионов России. Говорю прежде всего о льготных ставках на прибыль, о понижающих коэффициентах по налогу на добычу полезных ископаемых и заявительном порядке возмещения налога на добавленную стоимость, об упрощенном порядке предоставления земельных участков и неизменности условий реализации инвестиционных проектов.

При этом, конечно же, с учетом особенностей Арктики — преференции для инвесторов должны быть и будут здесь, как говорится, еще более продвинутыми, более устойчивыми.

Правительству России — здесь я уже обращаюсь к своим коллегам — вместе с экспертами, представителями бизнеса уже дано поручение разработать проект специального федерального закона об особой системе преференций для инвесторов Арктической зоны. И прошу провести эту работу оперативно, с тем чтобы закон был принят Государственной Думой Российской Федерации уже в осеннюю сессию.

И еще один момент, на который я бы хотел обратить ваше внимание, уважаемые коллеги. Мы знаем, что полномочия Министерства по развитию Дальнего Востока расширены: теперь в его сферу, в сферу ответственности этого ведомства, входит и Арктика. В этой связи считаю логичным распространить на Арктику и работу институтов развития Дальнего Востока, если необходимо — обеспечить докапитализацию Фонда развития Дальнего Востока для целевого финансирования арктических проектов.

Далее. Для комплексного развития региона, для решения уникальных, нестандартных задач в высоких широтах нам нужна мощная научная, кадровая, технологическая база. Мы уже приступили к созданию в регионах страны научно-образовательных центров, которые интегрируют возможности университетов, исследовательских институтов, бизнеса, реального сектора экономики. Такой центр обязательно будет и в одном из наших арктических регионов и должен обеспечить как развитие фундаментальной науки, так и решение прикладных, практических задач освоения Арктики.

При этом считаем, что будущее — за активными академическими и университетскими обменами, за созданием международных исследовательских команд, альянсов высокотехнологичных компаний. И приглашаем всех заинтересованных коллег к совместной работе в области судостроения, связи, безопасности мореплавания, в сфере экологии, добычи полезных ископаемых и биоресурсов.

Арктика ставит перед нами колоссальные вызовы. И ответить на них мы можем — эффективно, во всяком случае, ответить — только вместе. Один из таких вызо-

вов — как уже говорил — обеспечение баланса между экономическим развитием и сбережением арктической природы, сохранение ее уникальных, хрупких биосистем и, конечно, ликвидация ущерба, накопленного в ходе порой экстенсивной, потребительской хозяйственной деятельности в прошлые десятилетия. Вот уже несколько лет мы ведем так называемую генеральную уборку арктических территорий. Начиная с 2012 года вывезено и утилизировано более 80 тысяч тонн отходов.

В ближайшие годы в рамках федерального проекта «Чистая страна» ликвидируем шесть крупных объектов накопленного экологического вреда в Архангельской, Мурманской областях, Ненецком автономном округе, Карелии и Якутии. Также предстоит очистить акваторию Кольского залива на площади свыше 200 квадратных километров.

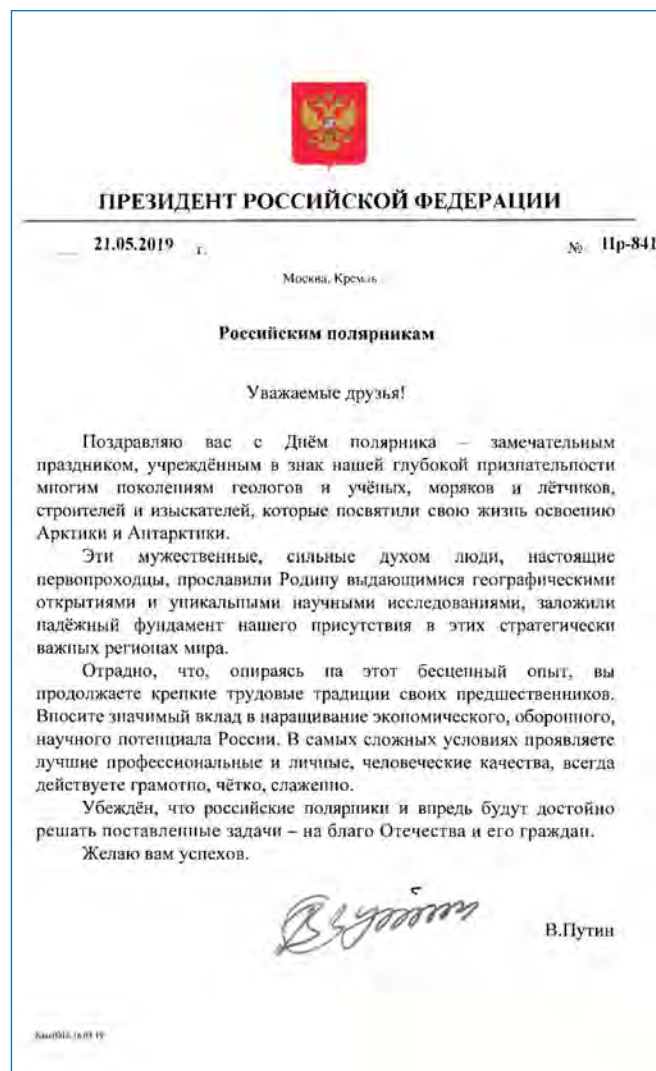
Будем развивать и систему особо охраняемых природных территорий, заповедников. Прежде всего имеется в виду национальный парк «Русская Арктика». Важно предусмотреть дополнительные меры по развитию здесь цивилизованного экологического туризма и созданию необходимой инфраструктуры.

В заключение, уважаемые друзья, хотел бы поблагодарить всех участников и гостей нашего форума. Уверен, наш конструктивный диалог послужит укреплению добрососедских отношений и доверия в Арктическом регионе, а значит, мирному и устойчивому развитию Арктики.

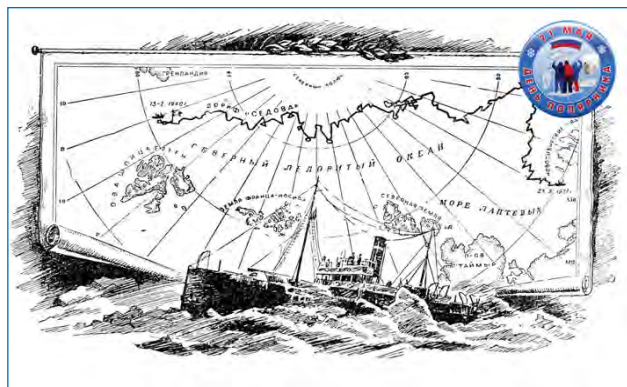
Благодарю вас за внимание. Спасибо большое.

По материалам сайта Президента России  
<http://kremlin.ru/events/president/news/60250#sel=9:1:yBF,32:6:TDU>

## ПОЗДРАВЛЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ВЛАДИМИРА ВЛАДИМИРОВИЧА ПУТИНА ПО СЛУЧАЮ ДНЯ ПОЛЯРНИКА



## ПОЗДРАВЛЕНИЕ РУКОВОДИТЕЛЯ РОСГИДРОМЕТА М.Е. ЯКОВЕНКО С ДНЕМ ПОЛЯРНИКА



Уважаемые коллеги!

От имени коллегии Росгидромета, сотрудников центрального аппарата поздравляю вас с Днем полярника!

Ваш каждодневный труд в экстремальных природных условиях помогает решать сложные научные проблемы и практические задачи, направленные на развитие экономики и безопасности населения в Арктике, обеспечение интересов нашего государства в Антарктике.

В день, посвященный всем полярникам, искренне желаю вам успехов в вашей дальнейшей профессиональной деятельности, благополучного выполнения поставленных задач и новых достижений на благо России.

С уважением,  
Руководитель Росгидромета М.Е. Яковенко  
20 мая 2019 года

## МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ — ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО И БЕЗОПАСНОГО ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ В XXI ВЕКЕ

К 80-ЛЕТИЮ Ю.С. ЦАТУРОВА



*Юрий Саркисович, ваша многолетняя деятельность в системе Гидрометслужбы включает несколько направлений. И прежде чем будем говорить о полярных проблемах, давайте коротко коснемся более раннего периода вашей работы.*

После окончания Тбилисского государственного университета я занимался проблемой радиоактивного загрязнения при проведении ядерных взрывов, разработкой методов для выявления наличия малых количеств различных радионуклидов и для идентификации их источников. В 1971 году стал кандидатом технических наук, а с 1973 года работал главным инженером — заместителем начальника нового подразделения службы — Управления по изучению и контролю загрязнения внешней среды. Нами была проделана большая и нужная работа по созданию Общегосударственной службы наблюдения и контроля загрязнений (ОГСНК) во всех крупных городах СССР (450 городов) и на 1900 водных объектах. Возглавлял Управление нормирования и надзора за выбросами в природную среду. В 1980 году впервые в нашей стране была проведена всеобъемлющая инвентаризация источников выбросов, разработаны и установлены нормы, а мероприятия по их достижению, что очень важно,

Юрий Саркисович Цатуров — гидрометеоролог, специалист в области загрязнения окружающей среды, кандидат технических наук, с 1973 года работает в системе гидрометеорологической службы. С 1988 по 1992 год — заместитель председателя Госкомгидромета СССР, возглавлял работы в области мониторинга загрязнения природной среды (включая мониторинг радиоактивного загрязнения в результате чернобыльской аварии).

В марте 1992 года был назначен заместителем председателя Госкомитета Российской Федерации по социальной защите граждан и реабилитации территорий, пострадавших от чернобыльской и других радиационных катастроф, а в мае 1992 года — первым заместителем председателя Госкомчернобыля Российской Федерации. С 1994 года в Росгидромете, а в 1996–2009 годах — первый заместитель руководителя Росгидромета. На протяжении многих лет и в настоящее время входит в состав коллегии Росгидромета.

В течение длительного времени являлся заместителем председателя Рабочей группы арктического мониторинга и оценки (АМАП). С 2002 года — действительный член Российской академии естественных наук. Является автором более 80 научных работ.

Ю.С. Цатуров являлся заместителем председателя Рабочей группы по экологическому мониторингу и оценке в составе Комитета по экологической политике Европейской экономической комиссии, был членом Объединенного научного комитета Комиссии атмосферных наук Всемирной метеорологической организации по загрязнению окружающей среды и атмосферной химии.

В 2012 году был включен в состав Высшего экологического совета Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Государственной Думы Российской Федерации. Заслуги Ю.С. Цатурова отмечены рядом государственных наград — орденом «Знак Почета» (1981), орденом Дружбы народов (1986), медалью «За доблестный труд», Почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР (1989) и другими.

были включены в пятилетние государственные планы социального развития страны.

В 1988 году был назначен заместителем председателя Госкомгидромета СССР Ю.А. Израэля и возглавил развитие работ в области мониторинга загрязнения природной среды (включая мониторинг радиоактивного загрязнения в результате чернобыльской аварии), уделяя особое внимание внедрению комплексного подхода в развитии сети гидрометеорологических наблюдений, сопряженных с наблюдениями за загрязнением различных природных сред, и выпуску ежегодных аналитических обобщений.

В марте 1992 года был назначен заместителем председателя Госкомитета Российской Федерации по социальной защите граждан и реабилитации территорий, пострадавших от чернобыльской и других радиационных катастроф, а в мае 1992 года — первым заместителем председателя Госкомчернобыля Российской Федерации.

*Вы вернулись в Росгидромет в 1994 году, а в декабре 1996 года назначены первым заместителем руководителя Росгидромета. На вас был возложен широкий*

*круг обязанностей, в том числе развитие работ в области мониторинга загрязнения природной среды.*

Загрязнение окружающей среды было и остается острой проблемой индустриальных стран, серьезным фактором социально-экономического развития общества, в том числе в нашей стране. Возрастают антропогенные нагрузки, актуализируется новая проблематика, например трансграничные переносы поллютантов, идентификация их источников. Так, в 1990-е годы, с развитием международного сотрудничества, актуализировались проблемы загрязнения Российской Арктики, делались попытки представить ее как угрозу состоянию всей полярной области и даже Мирового океана. Росгидромет в 1991 году стал инициатором и активным участником международной Программы арктического мониторинга и оценки (АМАП), выполняя совместно с зарубежными партнерами исследования наиболее острых проблем. Одним из приоритетных был вопрос об источниках радиоактивного загрязнения от морских захоронений и от наземных объектов, связанных речными системами с Северным Ледовитым океаном. Потенциальную опасность загрязнения природной среды Арктики несут в себе районы захоронения отработанного ядерного топлива (ОЯТ) и радиоактивных отходов в заливах восточного побережья Новой Земли. Совместные российско-норвежские экспедиции к местам затопления радиоактивных отходов и ОЯТ в Баренцовом и Карском морях показали отсутствие значимого воздействия затопленных радиационно-опасных объектов на радиозоологическую ситуацию в регионе. Более того, наблюдения и расчеты доказали, что с течением Гольфстрим в Российскую Арктику поступают радиоактивные отходы, сбрасываемые западноевропейскими предприятиями по переработке ОЯТ в прибрежные воды. Вопреки предположениям иностранных партнеров, не было обнаружено поступления радионуклидов в Карское море со стоками р. Обь.

В рамках ЦНТП Росгидромета проводились исследования опасных загрязняющих веществ. Это стойкие органические загрязнители (СОЗ), элементарная газообразная ртуть (ЭГР), нефть и нефтепродукты. Вымываясь осадками, СОЗ поступают в морскую воду и накапливаются в тканях рыб и морских млекопитающих, употребляемых местным населением в пищу. Из регионов, находящихся далеко за пределами Арктики, в регион приносятся тяжелые металлы, в частности кадмий и ртуть, представляющие наряду с СОЗ опасность для здоровья людей. Долговременный мониторинг элементарной газообразной ртути (ЭГР) в приземном слое атмосферы проводится с 2001 года на полярной станции «Амдерма», которая входит в число трех глобальных арктических станций мониторинга ртути в Северном полушарии. Отмечается увеличение средних значений концентрации ЭГР в весенне-летний период. В последние годы заметной темой стали исследования короткоживущих факторов изменения климата — тропосферного озона, метана и сажи. Исследования показывают, что основные источники сажи в Арктике — это гарь от лесных и степных пожаров и сжигания биомассы, как правило, вне Арктики. Наиболее опасны эти явления на Азиатском континенте, так как именно в период их максимального развития атмосферные циркуляционные переносы продукты сгорания в Арктику. Другой источник — угольные электростанции, котельные, печи — прежде всего в Китае и ряде районов России (Воркута), а также использование дизельного топлива.

Было организовано проведение новых видов наблюдений за загрязнением окружающей природной среды стойкими органическими веществами, содержанием озона в приземном слое атмосферного воздуха в городах страны, кислотными осадками и трансграничным переносом загрязняющих веществ. Создан Федеральный информационно-аналитический центр Росгидромета по обеспечению оперативной и прогностической информацией в чрезвычайных ситуациях, связанных с загрязнением окружающей среды в результате аварий на территории Российской Федерации (ФИАЦ Росгидромета).

*В ваши обязанности входило восстановление присутствия Росгидромета в Арктике и Антарктике, организация научных исследований, очень тяжелые, порой неподъемные проблемы.*

Безусловно, в 1990-е годы были огромные сложности в обеспечении работы наземной арктической сети, в ее сохранении и развитии. Негативные тенденции были преодолены в 2000-х годах. В это же время Российская Федерация начала усиливать свое научное присутствие в Арктике. Росгидромет начал работы по созданию на архипелаге Шпицберген Российского научного центра. В частности, работы по программе МПГ 2007/08 стали одним из важных этапов по расширению исследований природной среды архипелага и Арктики в целом. Там, где это было необходимо, мы использовали возможности международного сотрудничества. Одним из первых таких совместных объектов стала гидрометеорологическая обсерватория в п. Тикси, созданная в сотрудничестве с США и с участием Финляндии, открытие которой состоялось в 2009 году. Другим примером может служить российско-американский проект АВЛАП/NAVOS, который выполнялся с 2002 года в рамках сотрудничества Росгидромета и Национальной администрации в области атмосферы и океана. Проводились многолетние натурные исследования физических процессов в океане, атмосфере и морском льду Северного Ледовитого океана для определения тепляющего влияния Северной Атлантики на Арктику через систему морских течений. За 15 лет по проекту было выполнено 10 полномасштабных морских экспедиций, установлено в море 45 автономных измерительных станций. Установлены связи между поступающими в Арктику водами Атлантики и количеством морского льда, которые могут быть положены в основу долгосрочного прогнозирования ледяного покрова.

*Мы коснулись темы международного сотрудничества Росгидромета в Арктике, очень вам близкой. По моему мнению, вы были главным официальным лицом Гидрометслужбы на международной арктической арене в области окружающей среды, достаточно для начала упомянуть вашу работу в Программе арктического мониторинга и оценки.*

Россия является постоянным членом Арктического совета с момента его создания, а Росгидромет представляет интересы страны в одной из его шести рабочих групп — Программа арктического мониторинга и оценки, которая была учреждена в июне 1991 года с целью обеспечения надежной и исчерпывающей информации о состоянии окружающей среды Арктики и об угрозах ее благополучию, а также разработки соответствующих научных рекомендаций. Специалисты Росгидромета участвуют в подготовке оценочных докладов по проблемам

в области загрязнения Арктики и изменений климата, включая воздействие этих факторов на здоровье населения арктического региона. В течение длительного времени мне выпала честь быть заместителем председателя Рабочей группы арктического мониторинга и оценки, я непосредственно участвовал в подготовке и издании докладов о состоянии окружающей среды Арктики (1998, 2002 и 2006, 2009 годы), о воздействии потепления в Арктике (2004 год), о радиоактивном загрязнении в Арктике. Остановлюсь чуть подробнее на климатическом направлении нашей деятельности. Научные исследования и наблюдения с использованием новой научной инфраструктуры служат основой для оценок современного состояния и изменений окружающей среды, мониторинга и прогнозирования природных угроз для населения и деятельности в АЗРФ. Результаты мониторинга климата Российской Арктики представляются в различных изданиях — ежегодные «Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане», «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации» (раздел «Морская Арктика»). В 2014 году издан «Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации», включающий разделы об изменениях климата Арктики и их последствиях. Глобальное потепление, начавшееся в конце 1980-х годов, значительно усилилось в последние десятилетия. Изменения климата затрагивают интересы многих стран, ведущих активную деятельность в полярных областях Земли. Это стало общепризнанным фактом. Однако вышедший в 2003 году международный доклад «Воздействие потепления в Арктике» вызвал неоднозначную реакцию в нашей стране. Доклад, по решению Арктического совета, принятому на заседании в п. Барроу в 2000 году, был подготовлен двумя его группами — АМАП и КАФФ (Программа по охране арктической флоры и фауны). Он содержал первые оценки возможных последствий потепления. Я входил в Координационный комитет этого доклада, представлял Росгидромет и, по существу, Россию. В 1994 году в АА-НИИ состоялась презентация его русского перевода, на которой советник Президента РФ А.Н. Илларионов (с 2006 года — старший научный сотрудник Центра по глобальной свободе и процветанию Института Катона в Вашингтоне) подверг резкой критике научные выводы доклада. Время показало состоятельность и правоту нашей работы.

*В 2017 году в Фэрбенксе министрами иностранных дел приарктических государств было подписано Соглашение по укреплению международного арктического научного сотрудничества. Вы, по поручению МИД России, возглавляли российскую делегацию. Расскажите подробнее об этом документе.*

Действительно, страны Арктического совета (Россия, Канада, Дания, Финляндия, Исландия, Норвегия, Швеция, США) подписали Соглашение по укреплению международного арктического научного сотрудничества, которое было подготовлено международной целевой группой в соответствии с решениями министерских сессий Арктического совета. Это юридически обязывающий документ для Сторон Арктического совета, цель которого — способствовать научному сотрудничеству в Арктике путем упрощения пересечения границ учеными, научно-исследовательским оборудованием и образцами. Эти вопросы неоднократно затрагивались ранее на

заседаниях Арктического совета, особенно в части проведения экспедиций, обмена информацией. Документ направлен на облегчение проведения международных научных исследований путем содействия своевременному выполнению всех необходимых процедур, максимально оперативно, насколько это возможно. В частности, «каждая из Сторон прилагает максимальные усилия для содействия въезду и ввозу на ее территорию, а также выезду и вывозу с ее территории физических лиц, исследовательских платформ, материала, образцов, данных и оборудования участников, предоставлению участникам доступа к национальной гражданской исследовательской инфраструктуре и на объекты, а также к логистическим услугам, таким, как транспортировка и хранение оборудования и материала». Для осуществления экспедиционной деятельности участники Соглашения содействуют доступу «в наземные, прибрежные, атмосферные и морские пространства в установленных географических районах в соответствии с международным правом в целях осуществления научной деятельности, содействуют рассмотрению заявок на проведение морских научных исследований в рамках настоящего Соглашения в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву 1982 года». Особо выделено содействие «совместной научной деятельности, требующей воздушного сбора научных данных в установленных географических районах и являющейся предметом специальных соглашений или договоренностей, заключенных между Сторонами или участниками в связи с этой деятельностью». Ряд разделов Соглашения посвящен научной информации, а именно, получению доступа к информации, необходимой для осуществления научной деятельности. «Стороны оказывают поддержку полному и открытому доступу к научным метаданным и поощряют открытый доступ к научным данным и результатам обработки данных, а также к опубликованным результатам с минимальными сроками ожидания, предпочтительно онлайн и бесплатно или по цене, не превышающей затраты на копирование и доставку». Также декларируется расширение возможностей для включения студентов и молодых ученых в научную деятельность, поощрение использования знаний коренного населения. Немаловажным является и наличие статьи в Соглашении, затрагивающей вопросы образования для студентов стран-участниц. Согласно ст. 8 стороны Соглашения будут содействовать включению студентов в международные научно-исследовательские процессы, что является прямым продолжением идей, изложенных в Декларации Фэрбенкса, принятой на той же министерской сессии. Декларация отмечает роль Университета Арктики в сфере образования в разделе 21, где министры арктических стран «признают важность образования в обеспечении устойчивого развития арктических сообществ; согласны поддерживать равный доступ к качественному образованию уделяя особое внимание расширению возможностей и наращиванию потенциала молодежи из числа коренных народов и, при необходимости, привлекая Университет Арктики». Следует особо выделить и упомянутое в Соглашении поощрение использования «традиционных и местных знаний» при планировании научной деятельности в регионе. Таким образом, Соглашение подчеркивает роль населяющих регион коренных народов и их обычаев и традиций, а также лоббирует их вовлечение в научную деятельность. Координатором от России по Соглашению определено Минобрнауки России.



*Международный полярный год 2007/08 способствовал развитию российских исследований полярных областей. Что бы вы отметили как его наследие?*

Важным результатом МПГ 2007/08 стало развитие системы мониторинга и гидрометеорологического обеспечения морской и хозяйственной деятельности в Арктике, что обеспечивает снижение негативных последствий и повышение эффективности деятельности, повышает гидрометеорологическую безопасность населения и территорий в полярных районах.

Работы по мониторингу арктической криосферы создали научную базу для новых решений проблем оценки изменения климата и оледенения, нарушений вечной мерзлоты, трансформации экосистем, эрозии берегов, картирования морских течений, антропогенных воздействий, картографо-геодезического и навигационного обеспечения территории Арктической зоны, ее транспортных систем. Развитие знаний о природной среде является основой для развития Северного морского пути и освоения арктического шельфа, для создания новых поколений морских сооружений — судов, ледоколов, добычных платформ, терминалов.

В наследие МПГ вошли высококачественный мультидисциплинарный информационный фонд по полярным областям Земли, Гидрометеорологическая обсерватория в Тикси и газоаналитическая лаборатория по изучению кернов льда в ААНИИ, модернизированные полярные станции в Арктике и в Антарктике. Необходимо особо отметить создание ГМО Тикси. Ее наблюдения ориентированы на выявление причин и последствий изменений климата Арктики и включают измерения химического состава атмосферы, вечной мерзлоты, радиационного баланса, а также процессов газо- и массообмена между подстилающей поверхностью и атмосферой. Данные поступают в различные наблюдательные сети: Глобальная служба атмосферы, Базовая сеть наземных радиационных наблюдений, Базовая климатическая сеть, Глобальная сеть наблюдений за вечной мерзлотой, Сеть лидарных наблюдений, Международная сеть наблюдений за сажевым аэрозолем. Создание обсерватории было отмечено Комитетом Международного полярного года 2007/08 как критически важный компонент Международной сети полярных станций мониторинга изменений климата Арктики, проводящих гидрометеорологические наблюдения по согласованной программе, с использованием идентичных измерительных комплексов. Итоги российского участия в МПГ представлены в фундаментальном научном издании «Вклад России в МПГ 2007/08» (2011–2013), которое включает семь книг: «Метеорологические и геофизические исследования», «Океанография и морской лед», «Полярная криосфера и воды суши», «Строение и история развития литосферы», «Наземные и морские экосистемы», «Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России», «Итоги МПГ 2007/08 и перспективы российских полярных исследований». Экспедиционным работам посвящено двухтомное издание «Экспедиционные исследования в период МПГ 2007/08» (2009), в котором приводится описание российских полевых работ в Арктике и в Антарктике.

Результаты МПГ 2007/08 сохраняют национальное наследие — достижения различных поколений российских и советских исследователей полярных областей Земли для будущего использования, создали потенциал для развития научных исследований и информационного обеспечения деятельности в полярных районах, внесли

значительный вклад в развитие отечественной и мировой науки.

*Значительное внимание вы уделяли организации и обеспечению успешной деятельности российских организаций и учреждений в Антарктике, решению сложных проблем Российской антарктической экспедиции (РАЭ).*

В 1990-е годы начался новый этап отечественных исследований Антарктики, на котором решались непростые задачи по преодолению объективных кризисных явлений и сохранению присутствия России в Антарктике. В Указе Президента РФ о РАЭ говорилось об «особых условиях» деятельности 38-й РАЭ, которые сохранялись все 1990-е годы. Антарктическая деятельность Росгидромета в 1990-х и в начале 2000-х годов была сосредоточена на проведении регулярных антарктических экспедиций, на развитии инфраструктуры, научных исследований и на обеспечении выполнения международных обязательств в рамках системы Договора об Антарктике. Очередные РАЭ, от 38-й до 42-й, велись в «ручном режиме», определялись ежегодно Постановлениями Правительства РФ, что требовало большой подготовительной работы ЦА Росгидромета и ААНИИ. Постоянно прорабатывались варианты закрытия станций, вплоть до прекращения всей зимовочной деятельности. Были законсервированы станции Русская, Ленинградская, Молодежная. Определенная стабилизация наступила в 1997 году, когда Росгидромету удалось добиться Постановления Правительства РФ, которое определило перечень минимально допустимых параметров деятельности РАЭ на 1997–2001 годы, включавший, в том числе, станции Новолазаревская, Прогресс, Мирный, Восток (и фактически Беллингаузен), суда НЭС «Академик Федоров» и НИС «Академик Александр Карпинский», 90 и 80 человек зимовочного и сезонного составов соответственно. В дальнейшем деятельность РАЭ по проведению полевых работ, модернизации и развитию антарктической инфраструктуры, по выполнению международных обязательств регулировалась Постановлениями и Распоряжениями Правительства РФ, Указами Президента РФ, Постановлениями Государственной Думы и Законами Российской Федерации. В общей сложности в период с 1992 по 2012 год было принято около сорока государственных актов. Особо следует отметить ведущую роль Росгидромета в организации российских научных исследований в Антарктике. В ААНИИ была разработана научно-техническая программа «Комплексные исследования природной среды Антарктики» («Антарктическая программа России»). Она стала основой проекта ФЦП «Комплексные исследования природной среды Антарктики», разработанного в 1996 году. Программа прошла государственную экспертизу, однако не получила самостоятельного статуса, а была включена в ФЦП «Мировой океан» как подпрограмма «Изучение и исследования Антарктики» (государственный заказчик — Росгидромет).

Подпрограмма сыграла большую роль в консолидации научных исследований по приоритетным научным направлениям, таким как климатические изменения в Антарктике, изучение ледяных кернов и подледникового озера Восток, полярная геофизика, геолого-геофизические работы.

*Беседу вел А.И. Данилов (ААНИИ)*

## ЭКСПЕДИЦИЯ «ТРАНСАРКТИКА 2019»: ИССЛЕДОВАНИЯ ОТ БАРЕНЦЕВА ДО ЧУКОТСКОГО МОРЯ

ХРОНИКА ПЕРВОГО ЭТАПА

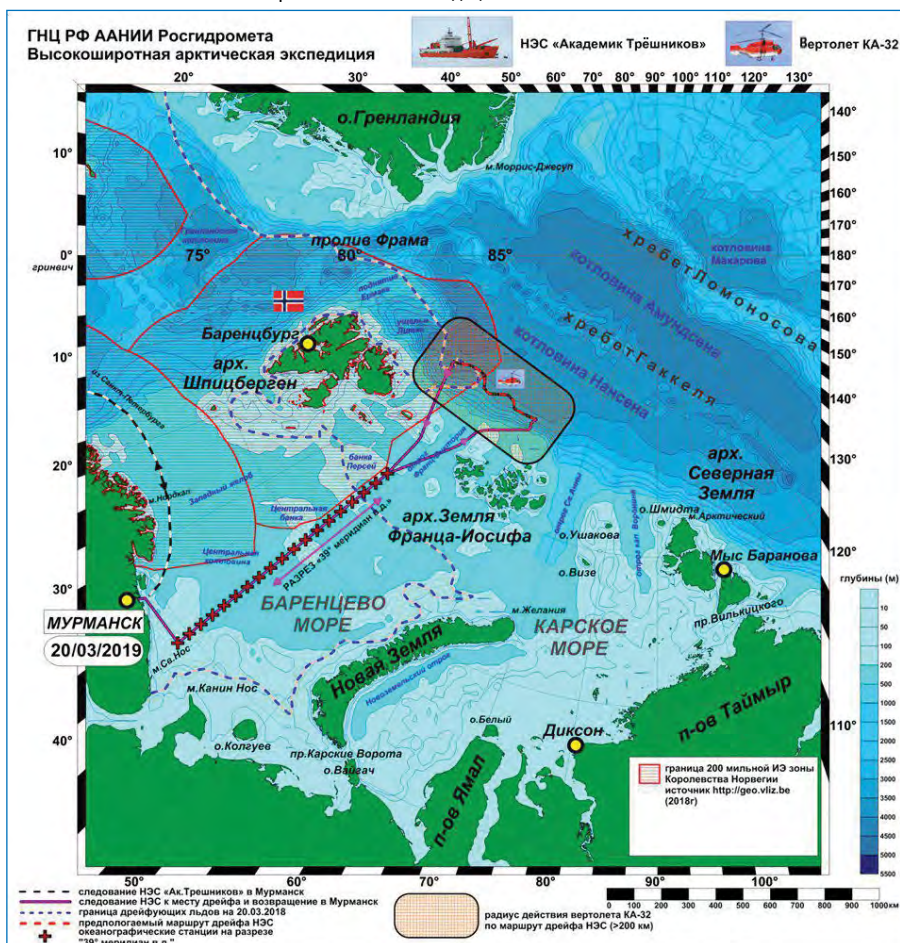


Комплексная экспедиция Росгидромета «Трансарктика 2019» включает четыре этапа, на каждом будут проведены натурные междисциплинарные исследования изменений природной среды Северного Ледовитого океана. Уникальные данные позволят ученым оценить закономерности формирования состояния природной среды Арктики и ее вероятных изменений в условиях современного глобального потепления. Эти исследования будут способствовать совершенствованию моделей прогноза погоды и климата, необходимых для обеспечения безопасного судоходства на акватории Северного морского пути.

Первый этап экспедиции продлился почти до конца мая. На базе НЭС «Академик Трёшников» АНИИ

Росгидромета организована сезонная дрейфующая научно-исследовательская станция «Северный полюс-2019». В ходе первого этапа апробированы технологии эксплуатации и кадровое обеспечение ледостойкой платформы «Северный полюс». Полученные данные станут фундаментальной основой для российской национальной арктической пространственно-распределенной научной обсерватории. Научная программа работ дрейфующей станции направлена на изучение системы океан — лед — атмосфера и ближнего космоса с использованием современных технических средств, буйковых систем, крупномасштабной океанографической съемки с вертолетов, наблюдений со льда и судна, подспутникового мониторинга.

Схема работ на I этапе экспедиции «ТРАНСАРКТИКА 2019»



В рамках второго этапа запланирована программа комплексного мониторинга состояния и загрязнения акватории Баренцева моря на вековых разрезах на НЭС «Михаил Сомов» Росгидромета. По маршруту движения судна будут проводиться гидрометеорологические наблюдения, мониторинг ледовой обстановки и животного мира. Исследования позволят получить актуальные данные об океанографических процессах и текущем экологическом состоянии Баренцева моря. Начало экспедиции на судне «Михаил Сомов» намечено на середину мая.

Третьим этапом экспедиции «Трансарктика 2019» станет образовательный проект на борту НИС «Профессор Молчанов». Данный этап организован с целью подготовки исследователей для работы на ледостойкой платформе «Северный полюс» и в учреждениях Росгидромета. В ходе выполнения экспедиционных исследований экосистем арктических морей и побережий студенты российских университетов получают практические навыки работы в высокоширотной Арктике. Выход судна в рейс запланирован на 16 июля 2019 года.

Четвертый этап пройдет на борту НИС Росгидромета «Профессор Мультиановский»: ученые проведут работу по восстановлению регулярной системы государственного комплексного мониторинга состояния и загрязнения природной среды окраинных арктических морей России — от Чукотского до Баренцева. Выход судна в рейс намечен на июль текущего года. Все рейсы проекта будут обеспечены необходимой оперативной гидрометеорологической прогностической информацией, предоставленной научными организациями Росгидромета.

ГНЦ РФ ААНИИ является головной организацией этого масштабного проекта, его научное руководство осуществляет член-корреспондент РАН И.Е. Фролов. Значительную часть исследований выполняют Северное УГМС (Архангельск), ДВНИИГМИ (Владивосток).

Экспедиция «Трансарктика 2019» стартовала 20 марта с выходом научно-экспедиционного судна «Академик Трёшников» из порта Мурманск. Во время торжественной церемонии, посвященной старту первого этапа экспедиции, на капитанском мостике НЭС «Академик Трёшников» был проведен телемост с участием за-



Капитан НЭС «Академик Трёшников» Д.А. Карпенко, начальник экспедиции И.Е. Фролов, руководитель Росгидромета М.Е. Яковенко

местителя председателя Правительства РФ — полномочного представителя Президента РФ в Дальневосточном федеральном округе Юрия Трутнева, руководителя Росгидромета Максима Яковенко, научного руководителя ААНИИ И.Е. Фролова, капитана НЭС «Академик Трёшников» Д.А. Карпенко и других почетных гостей. Министр природных ресурсов и экологии РФ Дмитрий Кобылкин направил участникам экспедиции приветствие, в котором подчеркнул значимость проекта для реализации важнейших задач, связанных с освоением высокоширотной Арктики.

Наблюдаемые изменения ледовых условий в высокоширотной Арктике сделали работу ученых на дрейфующем льду весьма сложной, и в 2013 году была прекращена работа последней дрейфующей станции «Северный полюс-40». Проект призван возобновить комплексные научные исследования в центральной части Арктического бассейна и апробировать новые технологии для эксплуатации ледостойкой платформы «Северный полюс», строительство которой ведется по заказу Росгидромета. Начальник экспедиции — научный руководитель Комплексной экспедиции «ТРАНСАРКТИКА 2019» И.Е. Фролов, заместители — В.В. Иванов и К.В. Фильчук. Программа включает метеорологические, актинометрические, аэрологические наблюдения; океанографические, ледовые, гидробиологические, геофизические исследования; гидрохимические наблюдения и экологический мониторинг, а также геологические работы.

### Хроника экспедиции

26 марта НЭС «Академик Трёшников» вошло в прикромочную зону дрейфующих льдов, завершив выполнение океанологического разреза через желоб Франц-Виктория. 27 марта было подобрано ледяное поле, размером примерно 30 × 50 км, толщиной 0,7–1,5 м. Начался дрейф судна вместе с ледовым полем.

27–30 марта проводились работы по развертыванию ледового лагеря: на лед выгружались контейнеры с оборудованием, прокладывались кабели электроснабжения, в сборных домиках организованы метеорологическая лаборатория и механическая мастерская, установлен немагнитный павильон для проведения геофизи-

Дрейфующая станция нового типа — экспедиционная научная обсерватория судно–лед.





Подъем флага на дрейфующей станции (участники экспедиции В. Кустов и И. Ильющенкова)

ческих наблюдений, монтировался градиентный метеорологический комплекс Campbell Scientific.

30 марта начались стандартные метеорологические наблюдения на льду, в 15:00 МСК отправлена первая телеграмма с метеоинформацией из ледового лагеря. В 16:30 состоялось официальное торжественное открытие, с поднятием Государственного флага РФ, сезонной дрейфующей станции СП-2019 в экспериментальном формате «лед–судно». Начаты непрерывные наблюдения за следующими параметрами: концентрация парниковых газов, высота облачности; метеорологическая дальность видимости; атмосферные явления; концентрации сажевого аэрозоля и озона в приземном слое воздуха; интегральное содержание водяного пара в атмосфере; профиль температуры воздуха до высоты 1000 м; ионизация ионосферы и прохождение радиоволн методом наклонного зондирования при использовании комплекса ЛЧМ (линейно-частотная модуляция); состояние корпуса судна с помощью штатной судовой системы мониторинга ледовых нагрузок и дополнительной тензометрической системы.

1 апреля началась регистрация магнитного поля Земли с помощью магнитометра POS-4 и регистрация с помощью риометра уровня космического радиоизлучения для оценки поглощения радиоволн в нижней ионосфере. Ледоисследовательским отрядом определены температурные профили и плотности ровного льда и снега, описана их текстура, отобраны пробы на соленость. Подготовлены места для установки четырех сейсмометров. Проведено погружение подводного аппарата для изучения нижней поверхности льда. Океанологический отряд выполнил глубоководное термохалинное профилирование водной толщи в трех удаленных от станции точках. Доставка в район работ осуществлялась вертолетами Ка-32. Геологический отряд выполнил шесть станций с отбором проб донных отложений при помощи боксорера и гравитационной трубки для после-

дующего анализа на содержание газов, радионуклидов, литолого-минералогических и органо-геохимических исследований. Биологический отряд произвел отбор и выполнял обработку проб бентоса, планктона и подледной криофауны.

В период с 3 по 9 апреля в ледовом лагере установлены акустический анемометр для измерения турбулентных потоков тепла, а также два трехкомпонентных сейсмометра СМЕ и два двухкомпонентных наклонометра, данные с которых в режиме реального времени передаются на базовую станцию, установленную на ходовом мостике. В океанографическом терминале установлены подледные ловушки для сбора криофауны.

4 апреля выполнена установка и ввод в эксплуатацию актинометрической стойки ФМИ, произведена калибровка газоанализатора Picarro. Установлены две STD-косы для регистрации гидрологических параметров в приледном слое воды. Разбит полигон для измерения толщины льда, высоты снега и превышения льда над уровнем воды контактным и бесконтактным методами.

7 апреля на океанографическом терминале установлен акустический доплеровский измеритель течений и начата непрерывная регистрация параметров течений. Ледоисследовательский отряд проводил измерения на сейсмических полигонах. В отдельных точках определены температурные профили льда, локальная прочность льда. Проводилось обследование нижней поверхности льда с помощью подводного аппарата и гидролокационной системы и верхней части торосов с помощью квадрокоптера. На метеорологическом терминале отбирались пробы воздуха во флаги для последующего анализа на содержание парниковых газов. Начат забор воздуха для последующего химического анализа аэрозоля на содержание основных ионов, металлов и радионуклидов. Солнечным фотометром выполнялись измерения спектральной прозрачности атмосферы. Выполнена сне-



Участники первого этапа экспедиции «ТРАНСАРКТИКА 2019»

гомерная съемка. Океанологический отряд выполнил 10 глубоководных термохалинных профилирований с борта судна: 6 — со льда и 13 — в удаленных от станции точках, доставка в которые осуществлялась вертолетами Ка-32. Геологический отряд выполнил семь станций с отбором проб донных отложений при помощи боксорера и прямооточной гравитационной трубки для последующего анализа на содержание газов, радионуклидов, литолого-минералогических и органо-геохимических исследований. Биологическим отрядом с помощью подледной ловушки отобраны организмы криофауны, планктонные организмы собирались сетью. Из донных отложений, поднятых боксорером, отобраны бентосные организмы, проведена промывка полученного материала. В лаборатории ведется разбор биологических образцов по таксономическому составу, их первичная обработка и консервация.

10–16 апреля сезонная дрейфующая станция СП-2019 продолжала свое движение в Баренцевом море. 12 апреля была обнаружена трещина в четырех километрах к востоку от ледового лагеря. Трещина обследована в ходе вертолетной разведки, она ориентирована в направлении с севера-северо-востока на запад-юго-запад, ширина составляет 2–10 м. Продолжались непрерывные наблюдения за параметрами атмосферы и океана. Океанологический отряд выполнил восемь глубоководных термохалинных зондирований с борта судна с параллельным отбором проб воды для последующего гидрохимического анализа и определения концентраций загрязняющих веществ, в том числе радионуклидов. Со льда, через специально организованную майну, было выполнено 6 термохалинных зондирований, кроме того, 12 глубоководных зондирований выполнено в удаленных от станции точках, доставка в которые осуществлялась вертолетами Ка-32. Геологический отряд выполнил семь станций с борта судна, которые включали отбор проб донных

отложений при помощи боксорера и прямооточной гравитационной трубки с целью последующего анализа материала на содержание газов, радионуклидов, литолого-минералогических и органо-геохимических исследований. Биологическим отрядом выполнен отбор проб бентоса, проб льда на предмет содержания криофауны, в том числе на удаленной станции, осуществлен подледный сачковый лов представителей криофауны и лов при помощи подледных ловушек. Выполнена радиоэкологическая станция. Отобраны пробы воды с трех характерных горизонтов для последующих анализов на  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

16 апреля начали образовываться разрывы в различных частях ледяного поля. В результате НЭС «Академик Трёшников» оказалось в новом базовом поле, размеры которого составляли всего 6 × 9 км. После 20 апреля началось его интенсивное дробление, которое продолжилось до 22 апреля, когда в 140 м от носа судна прошел разрыв, ширина которого достигла 40–50 м, разделивший лагерь на две части. Благодаря слаженным и решительным действиям участников экспедиции, членов экипажа судна и авиаотряда, оборудование было демонтировано и перемещено на новое место в базовый лагерь.

В период с 17 по 23 апреля на СП-2019 продолжались непрерывные наблюдения за параметрами окружающей среды. Объем данных, отправленных за отчетный период в Полярный геофизический центр ААНИИ, составил 7,2 Мб. Продолжен широкий спектр других экспедиционных работ, начатых ранее. В частности, проведены обследования нижней поверхности льда с помощью подводного гидролокационного комплекса GNOM, тахеометрическая съемка тороса, выполнены полеты квадрокоптера для фотографирования ледовой обстановки по периметру льдины и в районе удаленной сейсмостанции «Альфа». Океанологический отряд выполнил 8 глубоководных термохалинных зондирований



Немецкие ученые – участники экспедиции

водной толщии с борта судна с параллельным отбором проб воды для последующего гидрохимического анализа и определения концентраций загрязняющих веществ, в том числе радионуклидов. Со льда, через специально организованную майну, было выполнено 7 термохалинных зондирований. Кроме того, было выполнено 10 глубоководных зондирований в удаленных от станции точках. Доставка в эти точки специалистов осуществлялась вертолетами Ка-32.

К 24 апреля НЭС «Академик Трёшников» располагалось в базовом ледяном поле, размеры которого составляли 2,5 × 5,0 км. К востоку от судна край поля находился на расстоянии 140 м, к западу — на расстоянии 920 м. К этому времени близлежащие от стоянки судна дрейфующие морские льды находились на «расплыве», не угрожая безопасности судна и ледовому лагерю экспедиции. Появившиеся в результате этого процесса свободные от дрейфующих льдов участки чистой воды покрывались ниласовыми льдами, представлявшими собою начальные формы морских льдов, толщина которых не превышала 5 см. Затем последовало дробление нового базового поля и образование трещины в 165 м от кормы судна. Дробление поля началось 29 апреля в 4:00 МСК. В этой ситуации начальник экспедиции принял решение о немедленной эвакуации базового лагеря. К 7:00 МСК этого же дня эвакуация лагеря экспедиции с дрейфующих льдов была завершена; приборы и оборудование доставлены на борт судна. Судно начало переход в район точки с ориентировочными координатами 81° 10' с.ш. 32° 30' в.д для подбора льдины, развертывания нового ледового лагеря и продолжения выполнения программы работ. 30 апреля подбор был завершен, судно пришвартовалось к льдине. Началось выполнение работ по развертыванию ледового лагеря.

В период с 24 по 29 апреля проводились непрерывные инструментальные наблюдения при помощи развернутого оборудования за следующими параметрами природной среды: концентрации парниковых газов; высота облачности; метеорологическая дальность видимости; атмосферные явления; концентрации аэрозоля и озона в приземном слое воздуха; интегральное содержание водяного пара в атмосфере; профиль температуры воз-

духа до высоты 1000 м; турбулентные пульсации скорости ветра и температуры воздуха; динамика льда с помощью сейсмологического комплекса; состояние корпуса судна с помощью штатной судовой системы мониторинга ледовых нагрузок и дополнительной тензометрической системы; параметры ионизации ионосферы и прохождение радиоволн комплексом наклонного зондирования атмосферы с ЛЧМ (линейно-частотная модуляция); за интенсивностью солнечной радиации, радиационным балансом и за гидрологическими параметрами в приледном слое воды с помощью STD-косы и акустического доплеровского измерителя течений; наблюдения за состоянием магнитного поля Земли с помощью магнитометра POS-4 и уровнем космического радиоизлучения для оценки поглощения радиоволн в нижней ионосфере.

27 апреля геофизические наблюдения со льда были завершены; геофизический павильон поднят на борт судна. Помимо организации и обеспечения непрерывных наблюдений,

участниками экспедиции был выполнен широкий спектр иных экспедиционных работ. Океанологический отряд выполнил 7 глубоководных термохалинных зондирований водной толщии с борта судна с параллельным отбором проб воды для последующего гидрохимического анализа и определения концентраций загрязняющих веществ, в том числе радионуклидов. Со льда, через специально организованную майну, было выполнено 4 термохалинных зондирования, кроме того, 11 глубоководных зондирований выполнено в удаленных от станции точках, доставка в которые осуществлялась вертолетами Ка-32. В судовой лаборатории проводились анализы проб воды на содержание биогенных элементов, растворенного кислорода, определялся водородный показатель, выполнялась экстракция и консервирование проб для последующего анализа на ЗВ. Геологический отряд выполнил три геологические станции с борта судна, которые включали отбор проб донных отложений при помощи боксера и прямоточной гравитационной трубки с целью последующего анализа материала на содержание газов, радионуклидов, литолого-минералогических и органо-геохимических исследований. Биологическим отрядом выполнены две бентологические станции. Снята ранее установленная подледная ловушка, отобраны пробы зоопланктона. Отобраны керны льда для исследования криофауны. Материал обрабатывается. Отобраны и заморожены пробы биоты для экотоксикологических исследований. Отобраны пробы морской воды по трем горизонтам в объеме 130 л с каждого горизонта на предмет содержания <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr.

К 19 часам 30 апреля в точке 80° 58' с.ш. 33° 39' в.д. НЭС «Академик Трёшников» подошло к ледяному полю, которое было решено использовать для организации дрейфующей станции. Оно представляло собою поле сморози двухлетнего и однолетнего льда, размерами 5 × 7 км. В районе наблюдался дрейф на юго-запад со скоростью 17,5 км/сутки. К северу от о. Белый сформировалась обширная зона сжатий в дрейфующих льдах. Северная граница этой зоны начинала проследиваться уже на широте 80° 35' с.ш. К 11 часам 4 мая НЭС «Академик Трёшников» оказалось в точке 80° 36' с.ш. 31° 45' в.д., достигнув северной части зоны сжатий. В результате дробления поля выполнение работ на льди-

не и дальнейшее нахождение судна в этом районе стало небезопасным. Начальником экспедиции было принято решение об эвакуации лагеря и переходе в район к северу от о. Виктория. Переход проходил в дрейфующих льдах, среди которых преобладали двухлетние льды, составлявшие основу гигантских ледяных полей сморози с однолетними льдами и препятствовавшие быстрому продвижению судна.

5 мая к 10 часам НЭС «Академик Трёшников» вышло в большую по площади заприпайную полынью, сформировавшуюся к юго-западу от Земли Франца-Иосифа, и направилось в район о. Виктория.

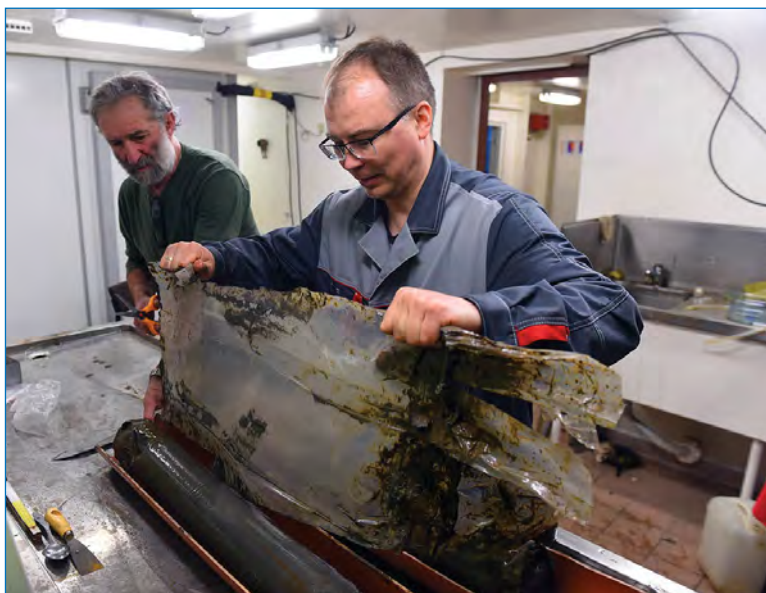
В течение 1–3 мая на дрейфующей станции проводился комплекс непрерывных наблюдений с использованием приборов, установленных на льду и с борта судна. В частности, выполнены 5 глубоководных зондирований с борта судна с отбором проб для гидрохимического анализа и определения ЗВ и 11 глубоководных зондирований в удаленных точках.

Геологический отряд выполнил две геологические станции с борта судна. Биологический отряд выполнил одну бентосную станцию. Отобран верхний слой донных отложений на радиоэкологию. Взята проба биоты (полихета) для экотоксикологического анализа. Отобраны керны льда для исследований криофауны и радиоэкологических исследований, взяты пробы зоопланктона. Отобрана интегральная проба снега, от поверхности, до плотного фирна, массой 500 кг и интегральная проба льда, приблизительно 100 кг. Полученная после растопки снега и льда вода будет анализироваться на предмет содержания  $^{137}\text{Cs}$ . Кроме того, отобрано 300 л морской воды для определения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

В результате полного разрушения льдины ледового лагеря, к которой было пришвартовано НЭС «Академик Трёшников», 4 мая все работы на льду были прекращены, проведена эвакуация всех приборов и оборудования на борт судна. В 15:40 МСК дрейф станции был завершён. НЭС «Академик Трёшников» начал движение в южную часть желоба Франц-Виктория для выполнения гидрологического разреза.

В период с 5 по 7 мая было выполнено 20 термохалинных зондирований водной толщи с отбором проб на гидрохимический анализ, 5 геологических станций (4 с помощью боксскорера; одна с помощью грунтовой трубки).

С 7 по 14 мая НЭС «Академик Трёшников» выполнило серию гидрологических разрезов в северо-восточной части Баренцева моря: 8–10 мая о. Сальм — м. Желания (Новая Земля); 10–11 мая шельф Новой Земли — банка Ушакова; 12 мая банка Ушакова — поднятие Персея; 13 мая поднятие Персея — Центральная банка. Работы проходили преимущественно в однолетних льдах с преобладанием льдов средней толщины. Изредка судно выходило на чистую воду на кромке дрейфующих льдов. 13 мая, по достижении меридиана  $39^\circ$  в.д., судно направилось на юг для выполнения последнего гидрологического разреза. Работы на этом разрезе проходили преимущественно в однолетних тонких льдах. 14 мая НЭС «Академик Трёшников» вышло на чистую воду, закончив работы в дрейфующих льдах Арктического бассейна и Баренцева моря. На разрезах выполнено 61 ги-



Работа с геологическим материалом

дрологическое зондирование с отбором проб воды для гидрохимического анализа и определения содержания загрязняющих веществ, а также 6 геологических станций, которые включали отбор проб донных отложений при помощи боксскорера и прямоточной гравитационной трубки с целью последующего анализа материала на содержание газов, радионуклидов, литолого-минералогических и органо-геохимических исследований.

21 мая в порту Мурманск состоялась торжественная церемония встречи НЭС «Академик Трёшников», в которой приняли участие заместитель начальника Управления организации научных исследований и экспедиций Росгидромета Анна Быстратович, заместитель генерального директора ФГБУ «Гидрометсервис» Олег Тигунов, директор АНИИ Александр Макаров и другие почетные гости. С приветственным словом выступили капитан НЭС «Академик Трёшников» Дмитрий Карпенко и руководитель экспедиции «Трансарктика 2019» Иван Фролов.

15 мая начался второй этап экспедиции «Трансарктика 2019»: отправилось в рейс НЭС «Михаил Сомов». По словам руководителя Росгидромета Максима Яковенко, масштабных исследований, которые будут проведены в рамках проекта «Трансарктика 2019», не было с конца 80-х годов прошлого века, и теперь эта важная работа будет возобновлена.

На борту «Михаила Сомова» 40 членов экипажа и более 60 исследователей Арктики. Впереди у экспедиционной команды 30 дней напряженной работы. Группа ученых из Института проблем экологии и эволюции РАН А.Н. Северцова займется изучением морских млекопитающих. Им предстоит проанализировать среду обитания «морских единорогов», подсчитать их количество и оценить, как ведут себя эти животные в сегодняшней ледовой обстановке. Будут также проведены исследования самочувствия человека в высоких широтах.

*А.И. Данилов (АНИИ).*

*По материалам <http://www.aari.ru/transarctica2019/transarctica2019.html>*

*Фото С.Г. Николаева*

## ВЕСЕННИЕ РАБОТЫ ААНИИ НА ШПИЦБЕРГЕНЕ

В весенний период 2019 года ААНИИ выполнял экспедиционные работы с использованием инфраструктуры Российского научного центра на архипелаге Шпицберген силами зимовочного состава и сезонной экспедиции «Шпицберген».

Сотрудники зимовочного состава продолжали наблюдения за атмосферным аэрозолем. Проводились непрерывные измерения счетных и массовых концентраций аэрозольных частиц и сажи в приземном слое с использованием аэрозольного комплекса в составе фотоэлектрического счетчика частиц АЗ-10, аэталометров АЕЗЗ и SM-IV. Бесперебойно работал автоматический метеорологический градиентный комплекс на криосферном полигоне в пос. Баренцбург. Выполнена снегомерная съемка на разрезе длиной 100 м с определением морфометрии снега в двух шурфах. Передаются данные по каналу спутниковой связи с автоматического уровнемерного комплекса, установленного в заливе Грэн-фьорд.

16 марта в пос. Баренцбург прибыли участники мерзлотоведческого и геофизического отрядов сезонной экспедиции «Шпицберген» во главе с начальником экспедиции А.Л. Новиковым. Геофизический отряд приступил к геолокации булгуньяхов (мерзлотных форм рельефа — бугров с ледяным ядром) в долине Грэндален. Обследованы и профилированы четыре объекта с помощью антенны с частотой излучения 50 МГц. Пройдено 7 км профилей. Детально изучена морфометрия ледяного ядра булгуньяха Фили.

Отрядом мерзлотоведения проводилось сквозное колонковое бурение булгуньяха Нори в долине Грэндален. Скважиной вскрыто ледяное ядро мощностью 12,5 м, а также подстилающие и перекрывающие мерзлые отложения. В центральной части лед булгуньяха обладает значительным содержанием газовых включений, а в нижней — существенно засолен. Отобраны образцы на геологические, гидрохимические, изотопные и микробиологические виды анализов, большая часть из которых хранится в изначально мерзлом состоянии. В конце марта завершена большая часть работ по геолокации булгуньяхов в долине Грэндален. Пройдено 8 км профилей. Для подготовки к выполнению геолокации на леднике Западный Грэнфьорд выполнены геодезические работы по привязке реперных точек в непосредственной близости к леднику. Работы по геолокации ледника Западный Грэнфьорд были начаты 31 марта. Пройдено 8 км профилей. Получены предварительные данные о морфометрии ложа ледника и наличии включений «теплого льда». На отметке 22 м завершено колонковое бурение скважины на булгуньяхе Нори. Буровая перемещена на следующую точку бурения булгуньяха в долине Грэндален. Шнековым способом в разных участках долины Грэндален вскрыты и опробованы 6 источников минерализованных газифицирующих вод, приуроченных к таликовым зонам. В двух режимных скважинах, включенных в международную сеть мониторинга мерзлоты GTNP, осуществлен съем термометрических данных. Проведен рекогносцировочный маршрут в долину Берзелиусдален с целью выбора перспективных точек бурения.

1 апреля прибыли 11 участников экспедиции — гидрологического, метеорологического отрядов и отряда экологического мониторинга. Продолжались геолокаци-

онные работы по профилированию ледника Западный Грэнфьорд с помощью антенны с частотой излучения 50 МГц. Пройдено 18 км профилей. 3 апреля выполнены геолокационные работы на оз. Стемме с применением антенн 500, 200 и 50 МГц. Получены данные о батиметрии озера, а также данные о распределении толщин ледяного покрова. 8 апреля проведены совместные работы с сотрудниками Института географии РАН на леднике Восточный Грэнфьорд. Произведена снегомерная съемка с помощью антенны с частотой излучения 500 МГц (17 км профилей) и выполнено продольное профилирование с помощью антенны с частотой излучения 50 МГц (4,7 км профилей). Отрядом мерзлотоведения проводились электроразведочные работы методом становления поля в ближней зоне (ЗСБ) с целью изучения внутреннего строения булгуньяхов, картирования нижней границы мерзлоты и прослеживания таликовых зон под озерами, в речной долине и на морском побережье. Всего проведены измерения на 115 пикетах с помощью квадратных приемно-генераторных петель размером 25 на 25 и 50 на 50 м. Гидрологическим отрядом выполнена снегомерная съемка на леднике Альдегонда, включая его моренную часть. Произведено описание структуры и текстуры снега в 17 шурфах, отобрано 4 пробы снега на гидрохимический анализ, выполнено измерение высоты снега в 76 точках. Осуществлено STD-зондирование озер Бретьерна, Конгресс и Стемме. Выполнен пробоотбор воды на гидрохимический анализ на 15 вертикальных профилях исследуемых озер. Отрядом экологического мониторинга выполнен пробоотбор на 15 станциях экологического мониторинга. В течение недели завершена основная часть работ по геолокации на леднике Западный Грэнфьорд. Получены данные о морфометрии ледникового ложа, наличии, распределении и объеме «ядер» теплого льда. С помощью антенны с частотой излучения 200 МГц проведено геолокационное зондирование булгуньяха Фили. Получены уточненные данные о залегающих ледяного ядра, его морфометрии. Отрядом мерзлотоведения проводилось колонковое бурение булгуньяхов Фили и Кили в долине Грэндален. Ледяное тело вскрыто на глубинах 1,4 и 13,4 м соответственно. В процессе бурения отбирались, в том числе, пробы на микробиологические виды анализов. По окончании бурения скважины были оборудованы термодатчиками для мониторинга температуры мерзлоты. В долинах Грэндален, Холендардален и Колесдален проводились электроразведочные работы общим объемом 85 пикетов с целью сравнительного анализа распространения мерзлоты и таликов в этих долинах. В процессе рекогносцировки в долине Колесдален была обнаружена крупнейшая в окрестностях Баренцбурга наледь. Наледь была вскрыта путем шнекового бурения. Подземные воды, питающие ее, взяты на анализ. Помимо этого, проводились электроразведочные работы методом становления поля в ближней зоне (ЗСБ) с целью изучения внутреннего строения булгуньяхов, картирования нижней границы мерзлоты и прослеживания таликовых зон под озерами, в долине Холендардален и на морском побережье. Гидрологическим отрядом выполнена снегомерная съемка долин рек Грэндален, Грэнфьорд, Брюде и Конгресс. Произведено описание структуры и текстуры снега в 33 шурфах, ото-





Бурение наледи в районе оз. Линне. Фото С.С. Воронежского

брано 8 проб снега (по 2 из каждой долины), выполнено измерение высоты снега в 147 точках на водосборах рек.

В связи с полученным прогнозом на резкое ухудшение погодных условий (повышение температуры до плюсовых значений, сильный ветер, дождь) было принято решение о снятии оборудования теплораздаточной установки на леднике Альдегонда. 15 апреля оборудование было успешно снято и доставлено на базу РАЭ-Ш. В период 17–23 апреля выполнено зондирование булгуньяха Нори с целью определения предельных возможностей метода геолоцирования в проникновении через глинистые осадочные породы. Проведено геолокационное зондирование долины Грёндален с целью возможного обнаружения таликов. По причине ухудшения метеословесий (дождь со снегом) на несколько дней и повышения температур воздуха до положительных пришли в негодность снего-

ходные трассы, ведущие на ледники западного побережья залива Грён-фьорд. Вследствие этого работы на леднике Западный Грёнфьорд были прекращены. Отрядом мерзлотоведения в долине Грёндален под постоянный мониторинг поставлены скважины № 13 и № 15. Произведена геофизическая электроразведка в районе геофизического полигона, площадки CALM и на мысе Финнесет. 19 апреля полностью завершены буровые работы. Гидрологическим отрядом произведены два рекогносцировочных выезда в долины рек Грёндален и Грёнфьорд с целью оценки состояния снежного покрова и возможности выполнения снегомерной съемки. К 28 апреля все полевые работы весеннего этапа сезонной экспедиции «Шпицберген» были завершены, программа выполнена.

*А.И. Данилов, Ю.В. Угрюмов (АНИИ)*

## **ИНФОРМАТИВНОСТЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАЗВЕДКИ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА СУШЕ И ШЕЛЬФЕ**

Изучение мерзлых пород в поле традиционно проводится путем исследования их проявлений в рельефе и в обнажениях, а также путем бурения скважин с описанием кернов и проведением термометрии. Еще одним мощным методом, позволяющим получать информацию о строении мерзлых пород на значительную глубину в условиях их любой обнаженности, в том числе и на шельфе, и не требующим затратного во временном и финансовом отношении бурения, является геофизика. Аппаратура и программные комплексы обработки геофизической разведки постоянно совершенствуются. Поэтому не подлежит сомнению, что со временем геофизические методы будут отвоёвывать все большее место в изучении и мониторинге мерзлых пород. Переход грунтов в мерзлое состояние меняет ряд их петрофизических свойств, что, с одной стороны, позволяет диагностировать с помощью геофизики границы талых и мерзлых грунтов, а с другой,

предопределяет специфику применения традиционных геофизических методов на мерзлоте. В данной статье на примере проводившихся в последние годы работ в Арктике и Антарктиде специалистами ООО «МГУ-Геофизика», Российской антарктической экспедиции (РАЭ) и Российской научной экспедиции на архипелаге Шпицберген (РАЭ-Ш) АНИИ рассмотрены основные геофизические методы с прицелом оценки эффективности их применения и информативности получаемых данных для решения различных задач геокриологии. Требованиям практики в ходе активизировавшегося в последние годы освоения лицензионных участков на арктическом шельфе Российской Федерации стало изучение инженерно-геологических особенностей субмаринных мерзлых толщ. Поэтому в статье, в частности, рассмотрены варианты применения геофизической аппаратуры в морском исполнении для решения геокриологических задач на шельфе.

## Электроразведка

Принято считать, что высокий контраст удельных электрических сопротивлений талых и мерзлых пород обеспечивает наибольшую информативность электроразведки среди методов геофизики для изучения мерзлых пород. При решении геокриологических задач на суше неплохо зарекомендовали себя методы постоянного тока (ВЭЗ, ЭП, электротомография), позволяющие изучить верхнюю часть разреза с высокой степенью детальности. Физическая сущность методов постоянного тока заключается в пропускании постоянного электрического тока сквозь среду и оценке удельного электрического сопротивления (УЭС) этой среды. Анализ УЭС позволяет нам говорить о вещественном составе изучаемого разреза. Глубинность исследований увеличивается с помощью увеличения разноса питающих электродов.

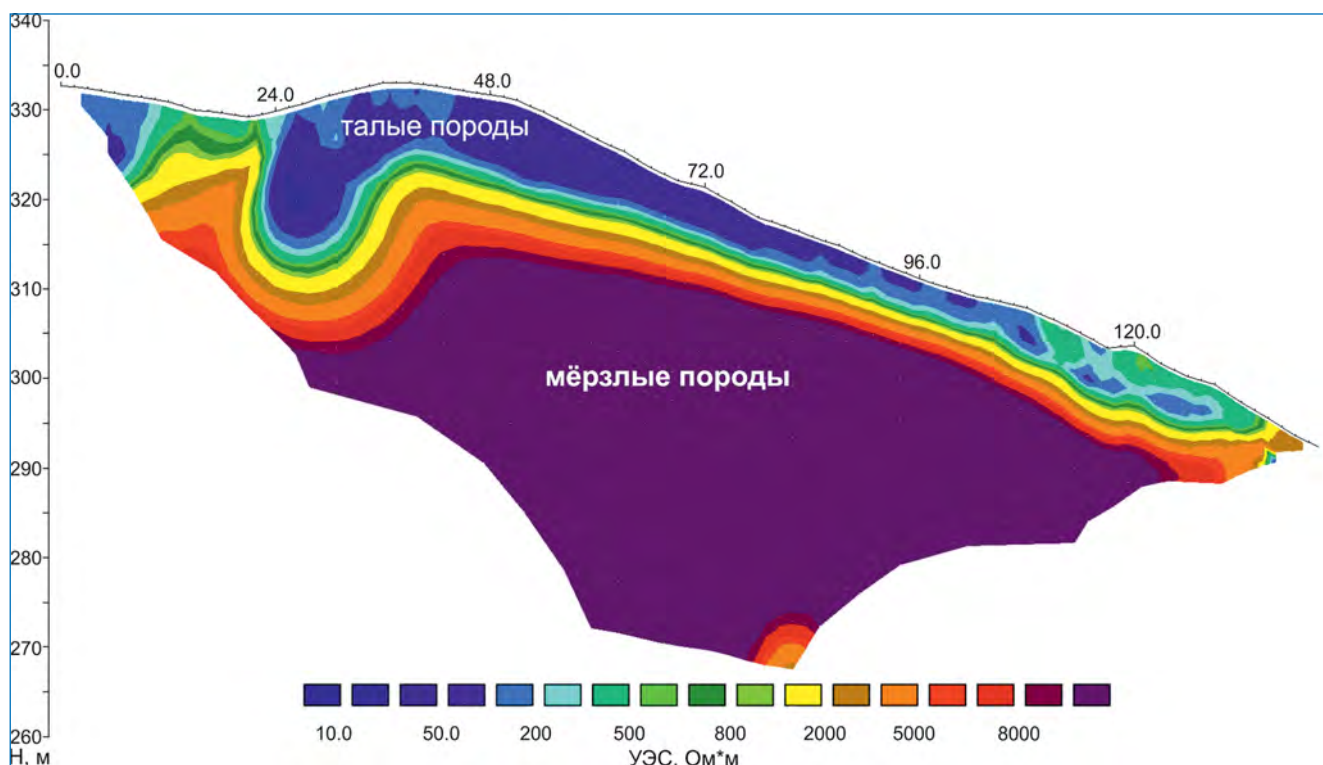
Среди методов электроразведки на постоянном токе благодаря совершенствованию алгоритмов интерпретации все чаще начинает применяться электротомография. Электротомография — это целый комплекс, включающий в себя как методику полевых наблюдений, так и технологию обработки и интерпретации полевых данных. Ее особенностью является многократное использование в качестве питающих и измерительных одних и тех же фиксированных на профиле наблюдений электродов. При помощи электротомографии исследуют сложно построенные среды с учетом рельефа поверхности земли и проводят детальную количественную интерпретацию в рамках двумерных и трехмерных моделей с высокой разрешающей способностью. Такой подход позволяет, с одной стороны, работать с современной высокопроизводительной аппаратурой, а с другой стороны, применять эффективные алгоритмы моделирования и инверсии. Особенностью метода при изучении многолетнемерзлых пород является то, что он с наиболее высокой детальностью выявляет как субвертикальные границы между талыми и мерзлыми породами, так

и зоны, приуроченные к таликам и криопэгам. Пример результата исследований методом электротомографии приведен на рис. 1. Данный геоэлектрический разрез получен в ходе инженерно-геологических изысканий на Северной железной дороге под Воркутой. Электротомография позволила выявить верхнюю границу мерзлых пород, а на 24–36-м метре профиля, на вершине холма, выделен несквозной талик с субвертикальными границами, приуроченный к заболоченному участку.

Недостатками электротомографии и других методов электроразведки на постоянном токе является необходимость обеспечения низких переходных сопротивлений при заземлении электродов на поверхности земли (что делает затруднительным или невозможным ее применение в зимних условиях и на скальных грунтах), использование больших разносов для увеличения глубинности исследований, невозможность исследований под электрическими изоляторами (льдами). Этих недостатков лишены методы электромагнитных зондирований, используемые для решения более глубоких задач, при работе в зимних условиях и на скальных грунтах. Физическая сущность методов электромагнитных зондирований заключается в возбуждении на поверхности среды электромагнитного поля разных частот. В зависимости от своей частоты электромагнитное поле проникает в глубь среды на разные глубины и затухает в соответствии с УЭС среды. Измеряя электромагнитное поле на поверхности среды на этих же частотах, мы можем получить распределение УЭС в зависимости от частоты (технология частотных зондирований — ЧЗ) или от периода (технология становления поля — ЗС) электромагнитного поля. Глубинность исследований увеличивается с помощью понижения частоты или увеличения периода возбуждаемого и измеряемого электромагнитного поля. Анализ УЭС позволяет нам говорить о вещественном составе изучаемого разреза.

Широко используется метод зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ) в модификации

Рис. 1. Геоэлектрический разрез холма на Северной железной дороге под Воркутой, полученный методом электротомографии



«петля в петле» или в однопетлевом режиме. Метод основан на возбуждении электромагнитного поля в среде путем включения-выключения тока в генераторной петле с последующим наблюдением за сигналом «становления поля» в приемной петле. Форма импульса тока в генераторной линии и измеряемый сигнал в приемной линии приведены на рис. 2.

К преимуществам метода ЗСБ традиционно относятся быстрота выполнения полевых работ, более высокая глубинность и локализованность исследований по сравнению с методами, основанными на постоянном токе. Отдельно следует отметить отсутствие необходимости заземления электродов, что в случае работы в зимний период является решающим фактором при выборе полевых методов исследования. В качестве примера рассмотрим геоэлектрические разрезы в долине Грёндален на Шпицбергене, полученные весной 2019 года в ходе работ РАЭ-Ш (рис. 3). Работы выполнялись петлей 25×25 и 50×50 м, сила тока в генераторной линии составляла 1–4 А. При заданных параметрах максимальная глубинность исследований составляет 50–100 м. На разрезах отчетливо выделяется таликовая зона мощностью до 50 м, перекрытая сверху мерзлыми породами мощностью до 10 м и подстилаемая скальным основанием.

Однако метод ЗСБ не лишен и ряда недостатков — повышенная чувствительность к электромагнитному зашумлению, более сложная методика обработки полевых материалов (особенно в случае построения 3D-моделей) и явления поляризуемости верхней льдистой части разреза. Остановимся на последнем пункте подробнее. Сигнал становления поля связан с возникновением в среде вторичных токов индукции. Очевидно, что для наблюдения продолжительного сигнала становления поля необходимым фактором является наличие в изучаемом разрезе проводников. Сравним кривые кажущегося сопротивления, полученные в пикете ПР-6, расположенном у побережья залива Грён-фьорд и на удалении 9 км от моря в точке Кили-2 (рис. 3, рис. 4, кривые а и б соответственно).

Как видно из рис. 4, кривая кажущегося сопротивления в пикете ПР-6 (рис. 4 а) является гладкой до времен 2–3 мс, соответственно, по этой кривой можно выполнить моделирование и получить разрез удельных электрических сопротивлений, то есть выделить в разрезе слои грунтов различного сопротивления. Кривая кажущегося сопротивления в пикете Кили-2 (рис. 4 б) «разбивается» начиная с времен 0,01 мс, что связано с быстрым спадом электромагнитного поля и колебаниями значений ЭДС около нуля, то есть данные,

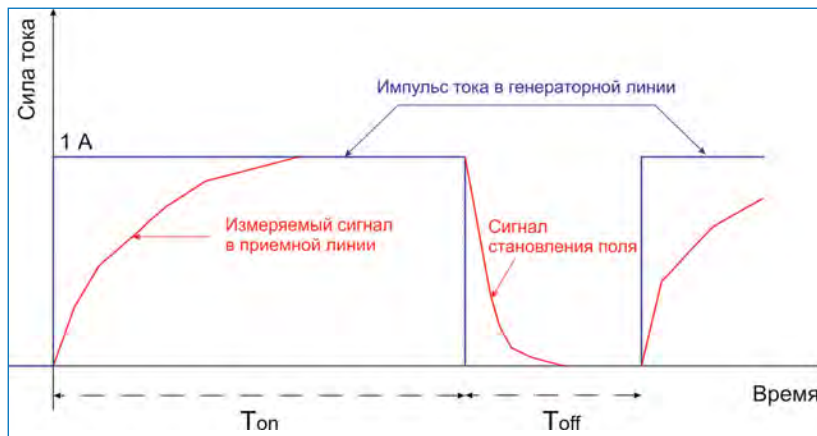


Рис. 2. Импульс тока и измеряемый сигнал при работе методом ЗСБ

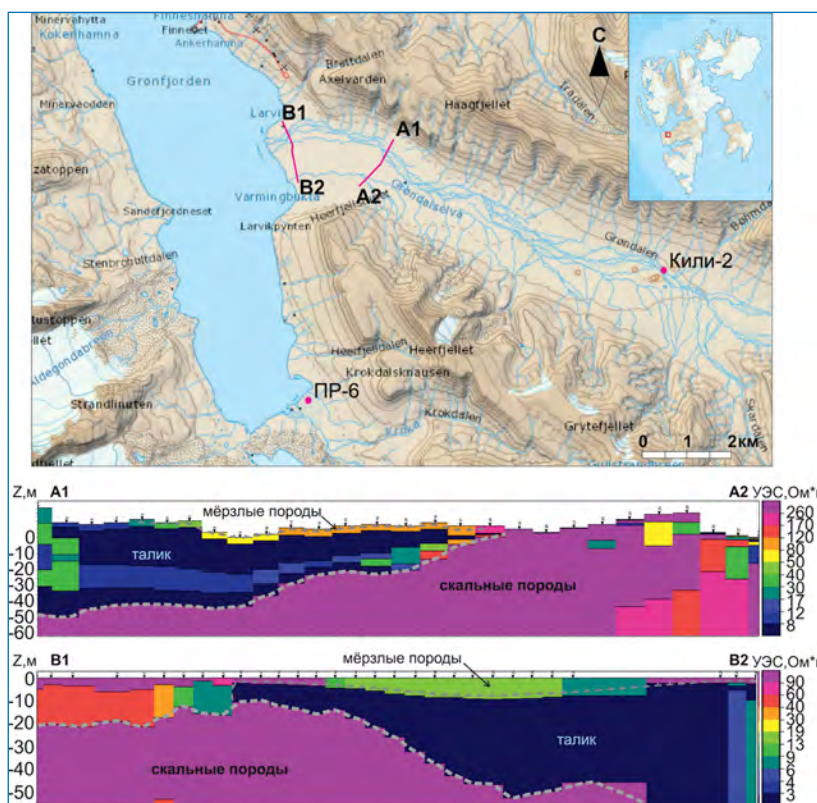


Рис. 3. Геоэлектрические разрезы, полученные методом ЗСБ в окрестностях пос. Баренцбург на острове Западный Шпицберген

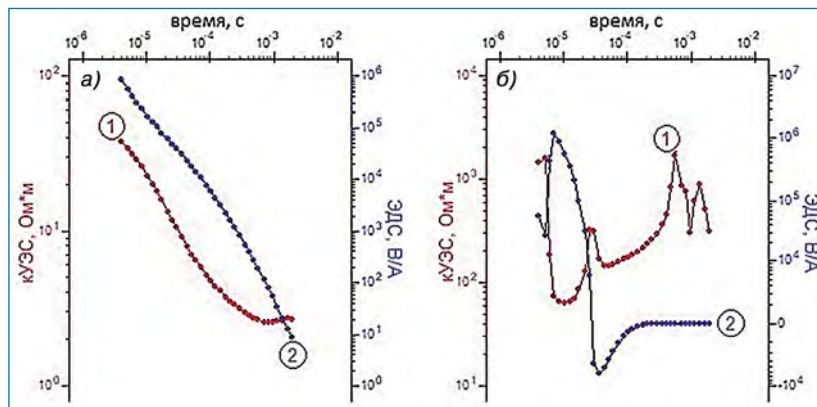


Рис. 4. Пример информативных и неинформативных (эффект поляризуемости) кривых кажущегося сопротивления по методу ЗСБ, полученных в пикетах на разном удалении от залива Грён-фьорд на острове Западный Шпицберген (а – пикет ПР-6, б – пикет Кили-2, см. рис. 3): 1 – кривая кажущегося сопротивления, 2 – кривая спада электромагнитного поля



Рис. 5. Морские геофизические работы методом ЧЗ на Приамальском шельфе



Рис. 6. Морские геофизические работы методом ЗСБ на Приамальском шельфе

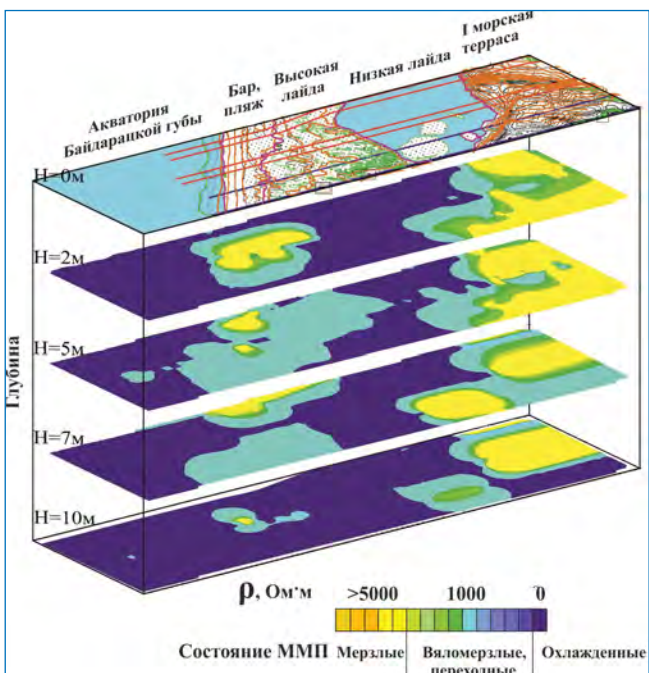


Рис. 7. Модель состояния многолетнемерзлых пород участка Приамальского шельфа по данным ЧЗ, буровых работ, термометрии и лабораторных испытаний

полученные в последующих измерениях, являются некондиционными. Резкий спад ЭДС на кривой в пикете Кили-2 связан с отсутствием в разрезе проводников, что позволяет сделать лишь качественную оценку геологической среды — до глубины исследования 50–100 м в разрезе присутствуют исключительно высокоомные мерзлые либо скальные породы.

Особенно ярко достоинства методов электромагнитных зондирований проявляются при изучении субмаринных многолетнемерзлых толщ. Это связано с высокой проводимостью водной толщи и талых пород, высокими УЭС субмаринных многолетнемерзлых пород и возможностью исследовать изучаемый разрез на глубинах 500–1000 м от дна компактными установками с длинами диполей до 300 м. Для выполнения электромагнитных исследований в транзитной зоне суша — шельф Карского моря была использована технология малоглубинных частотных зондирований (патент ООО «МГУ-Геофизика» № 2280269). С помощью технологии ЧЗ инновационные морские геофизические работы с целью картирования субмаринных мерзлых толщ выполнялись на шельфах Карского моря в районе Байдаранкой губы и Харасавэйского мелководья (рис. 5), на шельфе Чукотского моря в районе Чаунской губы в 2006–2015 годах. Общий объем работ составил более 1000 частотных зондирований.

Для изучения субмаринных многолетнемерзлых толщ на акватории с глубинами более 5 м в Карском море выполнялись более глубокие электромагнитные зондирования методом ЗСБ (рис. 6).

Наиболее полно к настоящему времени с использованием геофизических методов исследованы мерзлые породы на шельфе Карского моря. Интерпретация данных ЧЗ и ЗСБ заключалась в 1D-инверсии кривых кажущегося сопротивления в геоэлектрические разрезы с помощью математического моделирования данных в программе «Faraday». По результатам инверсии полевых данных ЧЗ были зафиксированы многочисленные высокоомные «козырьки», простирающиеся от берега в сторону акватории на 100–200 м и имеющие мощность до 10 м. По результатам полевых данных ЗСБ высокоомные зоны на шельфе Карского моря зафиксированы до глубин 300–400 м от поверхности дна. Бурение, термометрия и лабораторные испытания образцов пород, выполненные в транзитной зоне суша — шельф Карского моря, позволили построить модель состояния многолетнемерзлых пород для участка приамальского шельфа (рис. 7).

В результате наших исследований установлено:

1. На шельфе Карского моря существует горизонт высокого сопротивления (высокоомный слой), проверенный буровыми работами и термометрическими наблюдениями, кровля которого связана на шельфе Карского моря (приамальский участок, глубины моря 1–100 м) с многолетнемерзлыми породами.

2. Установлено, что для шельфа Карского моря характерно прерывистое распространение многолетнемерзлых пород с зонами сквозной деградации многолетнемерзлых пород, достигающих горизонтальных размеров от 10 до 50 км. Кровля многолетнемерзлых пород на шельфе Карского моря располагается в пределах 1–150 м, подошва — в пределах 300–400 м. Многолетнемерзлые породы в транзитной зоне суша — шельф имеют двухслойное строение. Мощность современных «козырьков» многолетнемерзлых пород составляет не более 10 м и простирается до 100–200 м.

## Георадиолокация

Метод георадиолокации применяется для детального исследования верхней части разреза до глубины около 10 м в районах развития многолетнемерзлых пород. Принцип действия аппаратуры подповерхностного радиолокационного зондирования (в общепринятой терминологии — георадара) основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства (разную диэлектрическую проницаемость). Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между тальмы и мерзлыми грунтами, уровень грунтовых вод, контакты между породами различного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между коренными и осадочными породами и т.д. В зимних условиях георадарные исследования в силу относительной простоты выполнения дают возможность работать на труднопроходимых участках бригадой из 1–2 человек. Результатом георадарных исследований является геолого-геофизический разрез, позволяющий выделить с высокой детальностью контрастные границы

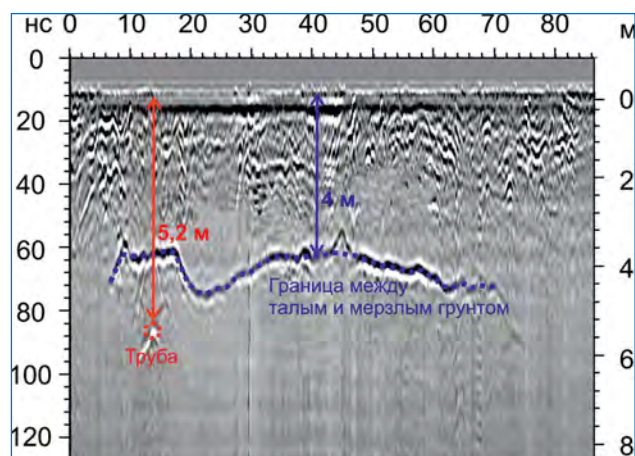


Рис. 8. Георадиолокационный разрез с локализацией кровли мерзлых пород и трубы газопровода

(рис. 8). На приведенном примере выделена граница между тальмы и мерзлыми грунтами, сформированная установленными термостабилизаторами на участке прокладки газопровода на Европейском Севере. Недостатком метода является низкая глубинность, особенно при работе на засоленных и глинистых разрезах.

## Сейсморазведка

Возможность использования сейсмических методов при изучении строения многолетнемерзлых пород заключается в том, что важные в инженерно-геологическом отношении границы совпадают с сейсмическими. Кровля мерзлых пород и скальных пород, уровень грунтовых вод представляют собой сильные преломляющие границы. При переходе состояния грунта от талого к мерзлоте структура грунта становится более монолитной и жесткой, что и дает увеличение скоростей сейсмических волн. Область применения сейсморазведки при мерзлотных работах ограничивается в основном картированием кровли мерзлоты и изучением распространения и мощности несквозных и сквозных таликов. Определение мощности мерзлых пород для сейсморазведки является сложной задачей, так как подошва мерз-

лых толщ зачастую является «размытой» в сейсмическом отношении и даже контрастная граница может быть выявлена только с помощью отраженных волн, регистрация которых возможна только для случая залегания нижней границы мерзлоты на глубинах, превышающих 200 м. Из минусов применения сейсморазведочных исследований необходимо отметить также высокую трудозатратность относительно, например, методов электроразведки. В районах с большим снежным покровом для выполнения работ необходимо расчищать сейсмические профили для прокладки сейсмокоды и установки сейсмодатчиков.

## Гравиразведка

В настоящее время при проведении исследований в областях развития многолетнемерзлых пород аномалии гравитационного поля используются как для решения локальных инженерных и геологических задач, так и для изучения региональных и глобальных процессов в криолитосфере (см. дистанционные методы). Основным фактором, определяющим эффективность использования гравиметрии, является различие по плотности породообразующих комплексов. По сравнению с упругими и электрическими свойствами контраст (дефицит) плотности мерзлых и вмещающих пород относительно

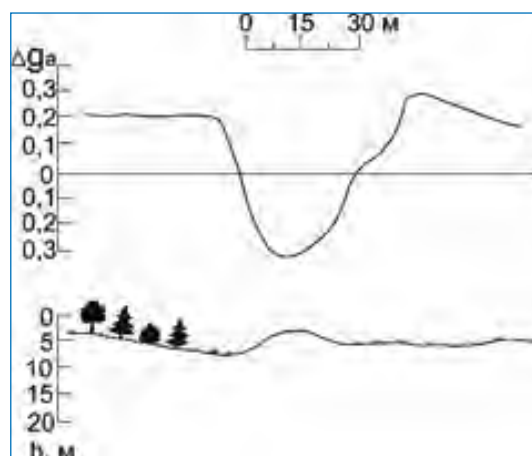


Рис. 9. Отрицательная гравитационная аномалия над бугром пучения

небольшой ( $0,1 \text{ г/см}^3$  и менее). Исключением можно считать массивы грунтового льда с отрицательной эффективной плотностью до  $-0,68 \text{ г/см}^3$  (плотность льда  $0,92 \text{ г/см}^3$ , вмещающего грунта  $1,6 \text{ г/см}^3$ ), но их распространение и эффективная аномалообразующая масса, как правило, незначительны. Эти условия ожидаемо приводят к формированию аномалий небольшой амплитуды ( $0\text{--}40 \text{ мкГал}$ ). Тем не менее современная аппаратура и методика гравиметрических наблюдений позволяют изучать (в комплексе, например, с электроразведкой) распространение многолетнемерзлых пород в разрезе и по площади (рис. 9).

## Магниторазведка

Магнитные свойства горных пород практически не изменяются при переходе в мерзлое состояние, но присутствие в породе крупных льдопроявлений может служить причиной отрицательных аномалий магнитного поля. Существуют геомагнитные модели и расчетные аномалии для случая жильных льдов и пластовых льдов. В благоприятных случаях магниторазведку можно использовать с целью картирования погребенных льдов, в том числе для определения глубины их зале-

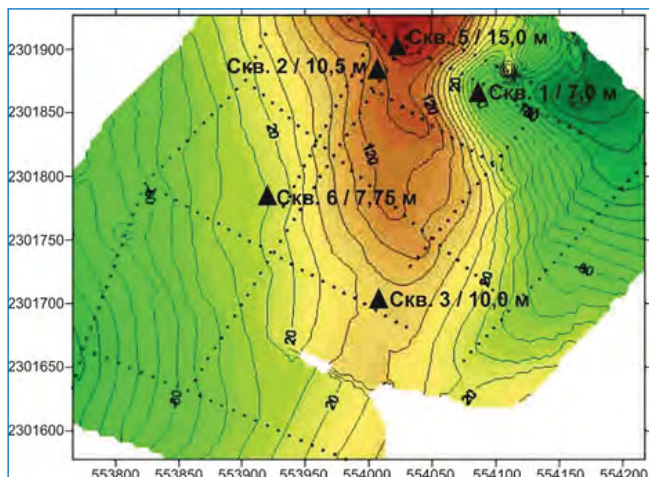


Рис. 10. Карта аномалий величины магнитного поля ( $\Delta T$ , нТл) на перешейке озер Рейд и Нелла в оазисе Холмы Ларсеманн (Восточная Антарктида) с указанием мест расположения пробуренных скважин и мощности вскрытых ими отложений

гания и мощности. Так как отрицательные аномалии магнитного поля над погребенными льдами невелики в абсолютном исчислении, применяется высокоточная микромагнитная съемка с малым шагом и обязательной записью и учетом вариации естественного магнитного поля Земли.

На практике встречаются случаи, когда мерзлота может отличаться и повышенными значениями магнитной напряженности, что также может использоваться для ее картирования. Так, в сезон 58-й РАЭ на перешейке озер Рейд и Нелла в оазисе Холмы Ларсеманн (Восточная Антарктида) перед отрядом мерзлотоведов стояла задача пробурить опорную термометрическую скважину глубиной около 15 м. С помощью малогабаритной буровой установки были пробурены скважины до скального основания глубиной от 7,0 до 10,5 м (рис. 10), более мощных толщ четвертичных мерзлых пород обнаружено не было. Но скважины глубиной 11 м не позволяют выйти за пределы слоя годовых колебаний температуры и проводить мониторинг температуры на глубине так называемых нулевых амплитуд, что является требованием международных программ мониторинга мерзлых пород. Свою помощь буровикам предложил сотрудник станции Прогресс А.К. Симонов, проводивший стационарные наблюдения магнитного поля в процессе зимовки. Имея значительный опыт геофизических геологоразведочных работ на золото, А.К. Симонов предположил, что задача выделения точки с максимальной мощностью четвертичных отложений может быть решена с помощью имеющегося в распоряжении стационарного магнитолога прибора «Минимаг». Он исходил из того, что в процессе денудации коренных пород — кварц-фельдшпатитовых парагнейсов с содержанием силлиманита, шпинелей и магнетита верхнепротерозойского возраста — тяжелая фракция будет накапливаться в пониженных участках. Это предположение перед постановкой магнитной съемки было проверено путем шлихования имеющихся образцов из скважин (а после возвращения из экспедиции и капаметрией на кафедре геофизических методов исследования земной коры геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова). В течение двух дней с помощью магнитометра «Минимаг», карманного GPS, обеспечивающего точность привязки в плане не менее 2 м, и высотомерной рейки были составлены карты аномалий величины (амплитуды) магнитного поля. Учет естественных вариаций магнитного поля был сделан

с использованием данных пункта мониторинга магнитного поля станции Прогресс. В результате обнаружили положительную аномалию, в пределах которой пробурили скважину 5 (рис. 10), вскрывшую наибольшую известную в оазисе Холмы Ларсеманн мощность мерзлых четвертичных отложений — 15 м. Скважина была оборудована термокосой, поставленная задача была успешно выполнена. Следует отметить, что участок с данным «карманом» повышенной мощности четвертичных отложений совершенно не читался геоморфологически и мог быть обнаружен только с помощью геофизики.

### Дистанционные методы

Спутниковые данные уже более 10 лет с успехом применяются при решении задач, связанных с изучением мерзлых пород Марса. Нейтронные и гамма-спектрометры позволили провести картирование распространения льдосодержащих пород с пространственным разрешением порядка  $1^\circ$  и даже выявить особенности вертикального распределения льда в приповерхностном реголите. С помощью георадиолокации на Марсе выделены зоны, интерпретируемые как глубоко залегающие (километры) льдосодержащие породы и подледниковые озера с засоленной водой. В случае Земли применение методов спутниковой ядерной планетологии оказывается невозможным из-за наличия магнитного поля и плотной атмосферы. Пары воды в земной атмосфере вместе с фактом присутствия значительного количества незамерзшей воды делают невозможным применение георадиолокации в спутниковом исполнении. Существуют попытки истолкования данных гравиметрических измерений низкоорбитальных спутников GRACE в величинах темпов деградации мерзлых толщ. Увеличение эквивалента содержания грунтовой влаги 3–4 см/год, регистрируемое в данных гравитационной съемки на севере Сибири, Канады и на Аляске, авторы эксперимента GRACE связывают с таянием мерзлоты вследствие потепления климата. Другие спутниковые данные, известные на настоящий момент, позволяют получить лишь косвенную информацию о мерзлых породах. По инициативе Европейского космического агентства ESA реализовывался проект PERMAFROST, призванный систематизировать спутниковые данные для целей мерзлотных исследований. В проекте анализировался мониторинг следующих спутниковых данных: температура поверхности (MODIS, AATSR, AMSR-E), снежный покров (GlobeSnow), растительный покров (GlobCover, GlobCarbon), влажность почвы (WACMOS, ASCAT), рельеф поверхности (SRTM). Из аэрометодов, которые можно применять для решения мерзлотных задач, как правило с использованием в качестве носителя вертолета, следует отметить электроразведку методом переходных процессов и зондированием в частотной области, позволяющую изучать распределение кажущихся сопротивлений в интервале глубин до 300 м с высоким разрешением в плане и по глубине. Развитие беспилотных летательных аппаратов делает возможным применение аэрометодов для выполнения магнитной съемки высокого разрешения для картирования мощности мерзлых пород над скальным основанием и для выделения подземных льдов.

### Заключение

Накоплен значительный опыт применения геофизических методов в различных модификациях для решения широкого спектра геокрилогических задач, как в ходе научно-исследовательских, так и в ходе инженерно-геологических работ. Каждый из методов имеет

Наиболее информативные методы решения различных задач геокриологии

| Решаемая геокриологическая задача  | Наиболее информативные методы | Ограничения   | Количество операторов и вспомогательного персонала |
|--|-------------------------------|---|--|
| Картирование погребенных льдов   | ВЭЗ, электротомография        | Возможность определения только верхней границы льда                               | 3 чел.   |
|  | ЗСБ                           | Эффект поляризации в случае отсутствия проводников в разрезе                      | 2 чел.   |
|  | ЧЗ                            | –   | 2 чел.   |
|  | Микрогравиразведка            | Необходимость детальных геодезических работ                                       | 1 чел.   |
|  | Микромагниторазведка          | Сложность количественной параметризации залежи льда                               | 1 чел.   |
|  | Георадиолокация               | Работает только в случае близповерхностного (первые метры) залегания льда         | 1 чел.   |
| Картирование таликов и криопэггов  | Электротомография             | –   | 3 чел.   |
|  | ЗСБ                           | –   | 2 чел.   |
|  | ЧЗ                            | –   | 2 чел.   |
| Картирование нижней границы мерзлоты   | ЗСБ, ВЭЗ                      | –   | 2–3 чел.   |
| Поиск районов с максимальной мощностью четвертичных мерзлых пород над скальными породами | Сейсморазведка                | –   | 3 чел.   |
|  | Микромагниторазведка          | Работает только в случае контрастности магнитных свойств мерзлых и скальных пород | 1 чел.   |
|  | Микрогравиразведка            | Необходимость детальных геодезических работ                                       | 1 чел.   |
| Картирование субмаринных мерзлых толщ на шельфе  | ЧЗ                            | Изучается только верхняя часть разреза  | 2 чел.   |
|  | ЗСБ                           | –   | 2 чел.   |

свои преимущества и ограничения. Выбор применения того или другого метода для решения конкретной задачи — нетривиальная для геолога задача, которая должна решаться вместе с геофизиками с учетом анализа априорной геологической и мерзлотной информации, необходимой детальности исследований, стоимости работ и т.д. В таблице приведены типичные геокриологические задачи и наиболее информативные геофизические методы их решения. Необходимо учитывать, что надежная интерпретация геофизических данных требует наличия

данных опорного бурения или хотя бы проведения исследований комплексом из нескольких геофизических методов; работы на мерзлоте не являются исключением из этого правила.

*А.В. Кошурников<sup>1</sup>, Н.Э. Демидов<sup>2</sup>, А.Ю. Гунар<sup>1</sup>,  
Н.В. Желтенкова<sup>1</sup>, К.В. Кривошея<sup>1</sup>,  
А.А. Погорелов<sup>1</sup>, Ю.Д. Зыков<sup>1</sup>  
(1 – ООО «МГУ-Геофизика», 2 – ААНИИ)*

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ ПРОГРЕСС (ОАЗИС ХОЛМЫ ЛАРСЕМАНН, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА) В СЕЗОН 64-Й РАЭ

В ходе летнего полевого сезона 64-й РАЭ в районе российской антарктической станции Прогресс (оазис Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктида) выполнен комплекс инженерных изысканий, в первую очередь имеющих прикладную задачу обеспечения безопасности объектов транспортной инфраструктуры Российской антарктической экспедиции. Работы, включавшие геофизические, гидрологические, геодезические, гляциологические и буровые изыскания, выполнялись в период с 12 января по 27 февраля 2019 года отрядом, в который входили сотрудники ААНИИ, ООО «Геофизпоиск» и Санкт-Петербургского государственного университета.

Одной из характерных физико-географических черт оазиса Холмы Ларсеманн, в пределах которого расположена станция Прогресс, является широко развитая система озер, характеризующихся периодическими прорывными паводками. Такие явления представляют значительную угрозу для объектов инфраструктуры станции. Так, прорыв озера Болдер в январе 2017 года спровоцировал формирование масштабного провала в леднике Долк, разрушившего участок действующей трассы. Ежегодные прорывы озер Прогресс и LN73 размывают отрезок дороги, соединяющий станцию с аэродромом и пунктом формирования санно-гусеничных походов во

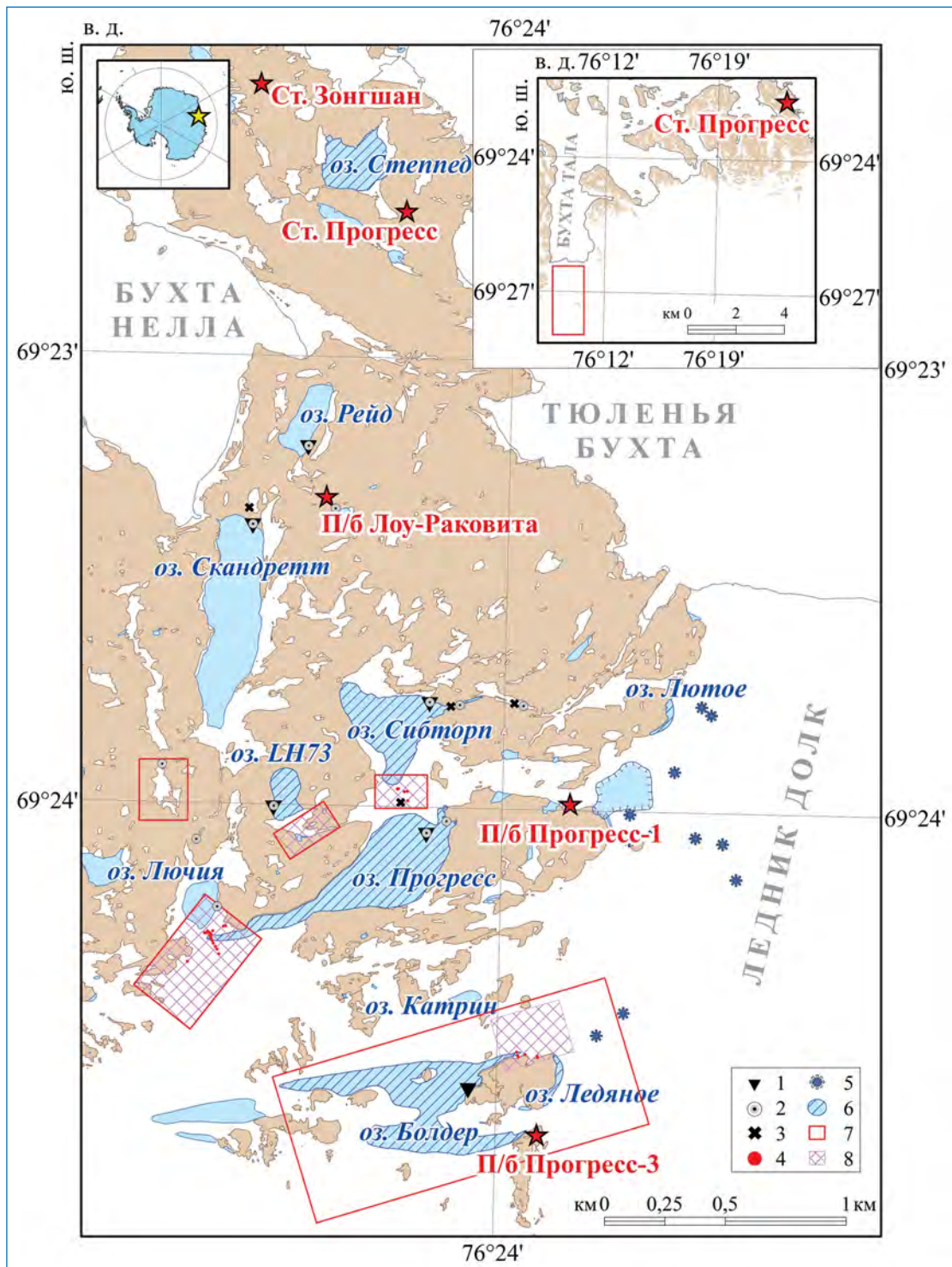


Рис. 1. Схема выполненных полевых работ гидролого-геофизической группы в районе ст. Прогресс в сезон 64-й РАЭ  
 Условные обозначения: 1 – водомерные посты; 2 – пункты отбора гидрохимических проб; 3 – точки измерения расходов воды; 4 – точки бурения (кроме батиметрических съемок); 5 – места установки гляциологических вех; 6 – батиметрические съемки; 7 – съемки методом георадиолокации; 8 – съемки методом естественного электрического поля

внутренние районы Антарктиды, в частности на внутриконтинентальную станцию Восток, где во исполнение Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике на период до 2020 года и на более отдаленную перспективу, утвержденной 30 октября 2010 года, начинается масштабное строительство. Таким образом, мониторинг состояния прорывных водоемов и оценка безопасности транспортных путей, расположенных в непосредственной близости от них, является исключительно важной прикладной задачей.

Сотрудники отряда в сезон 64-й РАЭ продолжали и развивали комплекс изысканий, начатых ими в прошлом году. Изучение прорывных водоемов включало следующие основные задачи: (1) мониторинг уровня режима прорывоопасных озер; (2) выполнение батиметрических съемок для последующего расчета объема водных масс; (3) обследование снежно-ледяных перемычек водоемов геофизическими методами. Помимо этих работ, требовалось оценить состояние трассы в объезд провала в леднике Долк, проложенной в сезон 63-й РАЭ,





Рис. 2. Фазы прорыва озера Прогресс:  
 а – начало, б – максимум, в – спад стока, г – конечная фаза (общий вид)

и организовать в ее пределах пункты мониторинга динамики ледника. И, наконец, необходимо было проверить безопасность участков, по которым должна была проходить тяжелая техника в районе п/б Прогресс-1, и пункта разгрузки судов в бухте Тала. Схема выполненных работ представлена на рис. 1.

После выполнения подготовительных и рекогносцировочных работ, 14 января 2019 года отряд приступил к полевым работам, начавшимся с обследования системы озер Прогресс — Сибторп. Сразу же после окончания изысканий, включавших геофизическую съемку методами георадиолокации и естественного электрического поля, а также гидрологические наблюдения, произошел прорыв озера Прогресс (рис. 2). Формирование потока прорывного паводка началось в приповерхностной части снежника, и уже на следующий день он выработал русло, достигшее скального основания. Прорывным паводком была затронута часть дороги в районе п/б Прогресс-1. В свою очередь, прорыв озера Прогресс вызвал паводок на ручье, вытекающем из озера Сибторп. В результате этого уровень озера Прогресс снизился на 47 см. Амплитуда колебания уровня на озере Сибторп составила 22 см. Расход воды прорывного паводка из озера Прогресс по предварительным расчетам составил  $2,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , расход воды ручья из озера Сибторп —  $2,64 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Другой показательной системой в плане развития прорывных паводков оказался каскад озер Нелла — Дискашн. Прорывы озера Дискашн с формированием в теле снежно-ледяной перемычки канала стока, ведущего в бухту Нелла, происходят практически каждый год. Однако в сезон 64-й РАЭ гидрологами отряда были обнаружены признаки прорыва, расположенного выше озера

Нелла (рис. 3). Озера Нелла и Дискашн, таким образом, представляют собой каскад, разгружающийся при прорыве паводковых вод в бухту Нелла.

Важным объектом исследования оставалось озеро Болдер, прорыв которого спровоцировал в январе 2017 года образование провала в западной части ледника Долк. До начала полевых работ информация о морфометрии этого водоема отсутствовала, что делало невозможным моделирование и прогнозирование последующих его катастрофических паводков. Для устранения этой информационной лакуны сотрудниками отряда была выполнена комбинированная батиметрическая съемка, включавшая ледовое бурение с промером глубин и георадарное профилирование. По данным этих исследований впоследствии будет подготовлена кондиционная основа для построения батиметрической карты этого района. Помимо этого, на водосборной территории озера был проведен поиск внутриледных каналов стока озерных вод. Эти исследования осуществлялись геофизическими методами, кроме того, проводились буровые работы.

Как уже упоминалось, в сезон 62-й РАЭ прорыв озера Болдер способствовал образованию в леднике Долк масштабного провала, разрушившего участок трассы, соединявшей станцию Прогресс с аэродромом и пунктом формирования санно-гусеничных походов во внутренние районы Антарктиды. В сезон 63-й РАЭ в объезд провала была оперативно организована новая трасса (рис. 4 а), однако расположение ее в пределах динамичного участка ледника предполагало необходимость ежегодного мониторинга и оценки ее пригодности для эксплуатации. В зимний период сотрудники станции используют для



Рис. 3. Канал, образовавшийся в результате прорыва озера Нелла:  
 а – общий вид участка; б – тоннель, выработанный прорывным потоком; в – начало канала; г – выход канала из снежника

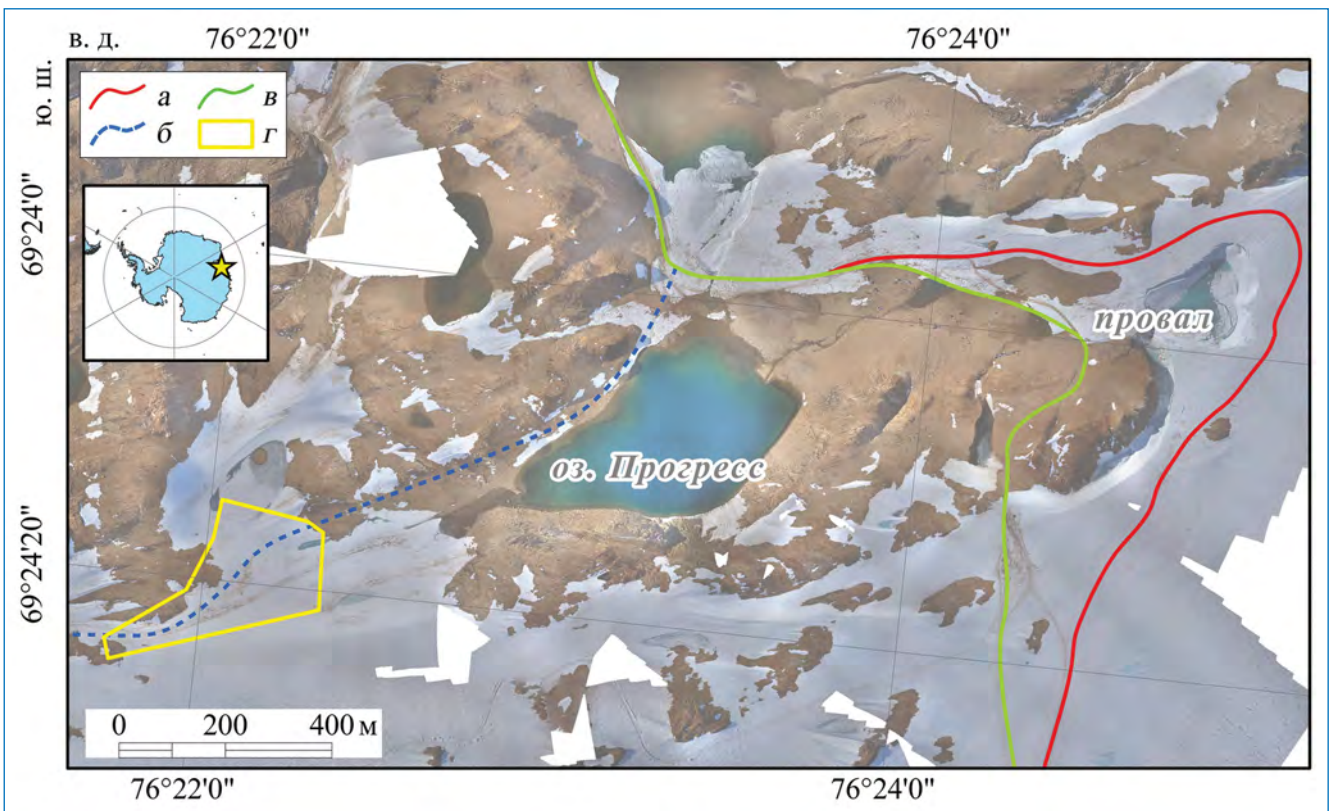


Рис. 4. Варианты организации маршрутов, соединяющих станцию Прогресс и ВПП.  
 Условные обозначения: а – трасса вокруг провала в леднике Долк, б – существующая зимняя трасса, в – существующая летняя трасса,  
 г – участок работ в сезон 64-й РАЭ

сообщения с аэродромом дорогу, проходящую через западную часть озера Прогресс (рис. 4 б). Перед началом сезона 64-й РАЭ начальником станции А.В. Воеводиным было принято решение не возобновлять сообщение с аэродромом по трассе вокруг провала ввиду значительного расширения трещин, развитых в ее пределах. Вместо этого была начата эксплуатация дороги, проходящей через перевал у п/б Прогресс-1 (рис. 4 в).

По прибытии на станцию Прогресс участниками гидролого-геофизической группы было проведено визуальное обследование состояния участка ледника вокруг провала и, в частности, проходящего по нему отрезка трассы. Рекогносцировочный маршрут подтвердил наличие многочисленных крупных трещин, и состояние трассы в сезон 64-й РАЭ было признано неудовлетворительным для логистических операций. Тем не менее, вследствие активной динамики ледника на данном участке, рекомендуется проведение ежегодной оценки его безопасности на предмет возможности возобновления транспортных операций в его пределах. С целью мониторинга характера течения ледника Долк были установлены гляциологические вехи.

Вследствие непригодности в сезон 64-й РАЭ трассы в объезд провала и значительных неудобств, связанных с использованием дороги, проходящей по каменистым перевалам, руководством станции было предложено оценить возможность переноса летней трассы в район западной части озера Прогресс (рис. 4 г). В результате работ, включавших геофизическую съемку методом георадиолокации и выполнение электротермобурения, было показано, что в пределах участка развита крупная подледная полость, ширина которой достигает 76 м, а высота — 11 м.

Комплекс изысканий в целях оценки безопасности транспортных операций был также выполнен отрядом в районе трассы следования тяжелой техники от пункта разгрузки судов в бухте Тала. В сезон 64-й РАЭ здесь осуществлялась транспортировка тяжелых саней, предназначенных для участия в экспериментальных санно-гусеничных походах, а начиная с сезона 65-й РАЭ его планируется использовать для перевозки элементов модулей для строительства станции Восток. Для изучения строения ледника на участке предполагаемой трассы была выполнена георадарная съемка, сопровождаемая визуальными наблюдениями и гидрологическими обследованиями. Сотрудниками отряда было установлено развитие в пределах изученного участка системы крупных трещин в толще фирна, а также зафиксировано наличие временных сезонных водоемов, прорывы которых могут создавать потенциально опасные полости в теле ледника (рис. 5).

Работы отряда в районе станции Прогресс в сезон 64-й РАЭ носили разнообразный характер, будучи направленными на решение как научных, так и сугубо прикладных задач. В ходе полевых работ было выполнено 33,6 пог. км георадарных маршрутов и 718 физ. точек измерений потенциала естественного электрического поля, организовано 7 водомерных постов, выполнено 118 измерений уровня воды и 5 измерений расходов воды; пробурена 281 скважина в озерном и ледниковом льду, из которых в 9 были отобраны и описаны ледяные керны.

Авторы выражают глубокую признательность и благодарность руководителям сезонной 64-й РАЭ М.В. Бугаёву и А.С. Курило за высокий уровень организации работ; начальнику станции Прогресс 63-й РАЭ А.В. Воевдину

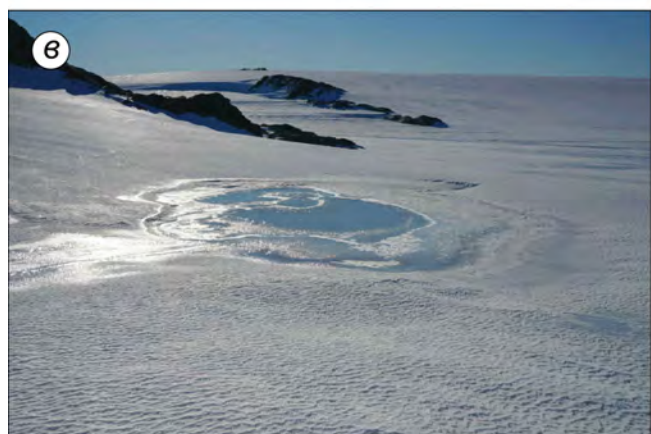


Рис. 5. Сезонные водоемы, расположенные у скальных массивов: а, б – вблизи южной оконечности бухты Тала; в, г – в районе залива Вилкок

и начальнику станции Прогресс 64-й РАЭ Д.А. Мамадалиеву за помощь и поддержку на всех этапах полевых изысканий; помощнику начальника сезонной 64-й РАЭ А.В. Миракину за помощь в организации работ и предоставленные картографические материалы, а также сотрудникам 63-й и 64-й РАЭ С.Н. Быстрову, А.А. Коняеву, Д.В. Федорову, А.Н. Николаеву, В.В. Кугушеву, А.А. Сухановой, Г.П. Ахтелю. Исполнители также искренне признательны сотрудникам ООО «Геофизпоиск» В.И. Кашкевичу, Н.Е. Романовой, А.Л. Борисику и Института наук о Зем-

ле СПбГУ М.П. Кашкевич, Г.В. Пряжиной, С.В. Тюрину, А.М. Белову, А.С. Борониной, К.В. Титову за предоставленную аппаратуру и помощь в подготовке к полевым работам.

С.Д. Григорьева<sup>1</sup>, А.А. Четверова<sup>1,2</sup>, Е.В. Рыжова<sup>3</sup>,  
Г.А. Дешевых<sup>2</sup>, С.В. Попов<sup>1,4</sup>  
(1 – СПбГУ, 2 – АНИИ, 3 – ООО «Геофизпоиск»,  
4 – АО «ПМГРЭ»).

Фотоматериал предоставлен авторами

## ИЗУЧЕНИЕ НАЗЕМНОЙ ФЛОРЫ В ГОРНОМ ОАЗИСЕ ОЗЕРА УНТЕРЗЕЕ В МАССИВЕ ВОЛЬТАТ, ЗЕМЛЯ КОРОЛЕВЫ МОД, АНТАРКТИДА В НОЯБРЕ–ДЕКАБРЕ 2018 ГОДА

В самом начале антарктического лета, в период со 2 ноября по 14 декабря 2018 года в горном оазисе Унтерзее, расположенном в массиве Вольтат, работал полевой отряд международной Антарктической экспедиции TAWANI (*Tawani Antarctic Expedition*).

Экспедиция была организована американским ученым-лимнологом, доктором Д.Т. Андерсеном (*Dale T. Andersen*), старшим научным сотрудником Центра им. Карла Сагана Института SETI (*Search for ExtraTerrestrial Intelligence*), Калифорния, США (*Carl Sagan Center, SETI Institute*), в рамках соглашения о сотрудничестве с Российской антарктической экспедицией, заключенного в 2008 году. Дэйл Андерсен занимается изучением антарктических озер с 1979 года. Ранее ему довелось работать совместно с российскими учеными в оазисе Бангера, а в 2006–2009 годах он работал в Сухих Долинах вблизи американской станции Мак-Мёрдо на Земле Виктории, кроме того, Д. Андерсен много работает в Канадской Арктике.

Комплексные научные исследования озера Унтерзее проводятся под руководством Д. Андерсена в рамках международной программы изучения экологических характеристик антарктических озер начиная с 2011 года. За эти годы в отрядах, организуемых Д. Андерсеном, на озере Унтерзее побывали 66 ученых из разных стран мира. Исследования финансируются из частного фонда, а также Институтом SETI и Астробиологическим институтом NASA. Задачами экспедиции, в дополнение к стандартным базовым инструментальным наблюдениям, прово-

дящимся на озере ежегодно (измерение освещенности, температуры, кондуктивности, *pH* и др. параметров на разных глубинах), являлись экология микроорганизмов, биоразнообразие суши, климат в голоцене и изучение больших конических бактериальных матов, развивающихся на дне озера.

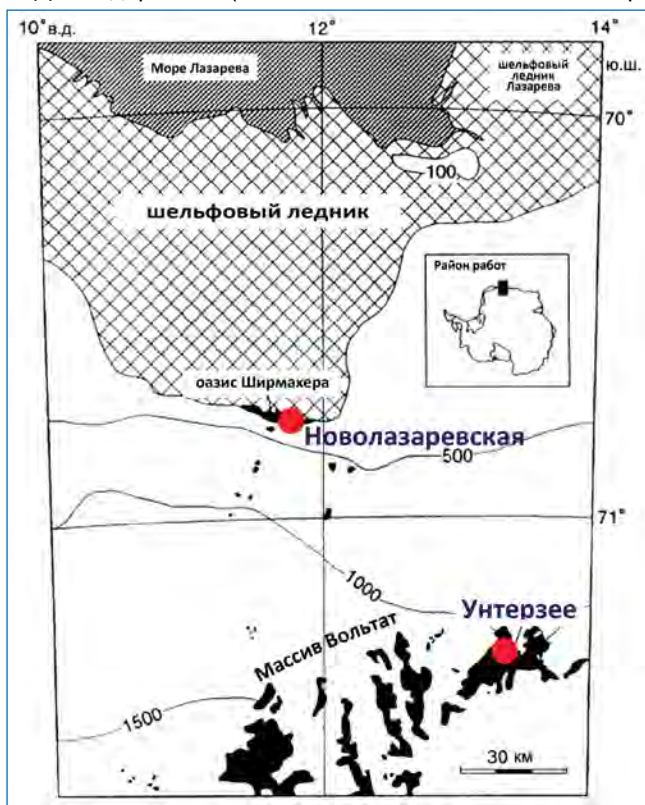
В полевой сезон прошедшего лета из озера, по-

крытого почти 4-метровой толщины льдом, были взяты пробы воды и образцы бактериальных матов для последующего определения их генома и идентификации вирусов (бактериофагов), а также для изучения той роли, которую они играют в круговороте питательных веществ в водной толще и в бентосных бактериальных матах. Кроме того, на берегу соседнего озера Оберзее была установлена третья уже в этом районе Антарктики автоматическая метеостанция. Методические со всех трех станций ежедневно транслируются через спутник и доступны в режиме онлайн.

Участниками отряда были специалисты разных направлений науки из трех стран — США, Канады и России. Организатор экспедиции и начальник отряда Дэйл Андерсен

продолжил многолетний непрерывный ряд лимнологических наблюдений. Его задачами в этот раз были изучение бактериальных экосистем, выявление и фиксирование признаков жизнедеятельности живых организмов в озерных осадках и на суше в окрестностях озера, а также мониторинг климата и монтаж метеостанции.

Канадский ученый Майлс Эклестон (*Miles Eccleston*) из Университета Трента (Онтарио) оказывал по-



Район проведения работ

мощь Д. Андерсену в отборе проб, проводил различные измерения, например — глубин озера и толщины льда, и обеспечивал техническое и транспортное обслуживание научных работ.

Николь Вагнер (*Nicole Wagner*) и Мия Вандервилт (*Mia Vanderwilt*), аспирантка и студентка Джорджтаунского университета в Вашингтоне (США), отбирали пробы воды, грунта и живых объектов для генетических исследований вирусов (бактериофагов), обитающих в озерных и приозерных экосистемах. Эти исследования являются продолжением работ, ранее проводившихся на озере Унтерзее сотрудниками Института микробиологии в Москве С.Н. Филипповой, В.Н. Акимовым и В.Ф. Гальченко. Мия Вандервилт изучала также криоконитные сообщества микроорганизмов, обитающих во льду ледников и озера.

Выпускник и будущий аспирант Университета Мак-Гил в Монреале (Канада) Камерон Рой (*Cameron Roy*) отбирал пробы воды для изучения состава растворенных в ней газов.

Задачей представителя России — Михаила Андреева, заведующего лабораторией лишенологии и бриологии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и автора этой заметки, — в период деятельности полевого отряда было изучение флоры лишайников и лишайниковой растительности, выявление локальных брио- и альгофлор, а также микрофауны (нематоды) и изучение влияния орнитогенного фактора на формирование растительности и почв.

Доставка группы с аэродрома станции Новолазаревская до полевого лагеря у озера Унтерзее осуществлялась с помощью тягача и заняла 10 часов. Тягач «Эверест» тащил трое саней: одни с контейнером и двое открытых с ящиками, строительными материалами, бочками с топливом, квадрациклом и небольшим балком, в котором ехали три человека. Трое участников отряда ехали впереди на трех снегоходах.

Лагерь экспедиции был разбит на берегу озера, на вдающемся в озеро мысе, и на льду озера. На берегу были установлены две большие палатки в форме эскимосского иглу, в которых исследователи жили по два человека. В палатках были столы, раскладушки и спальные мешки. Палатки с каркасом из двенадцати тонких металлических трубок оказались достаточно прочными и устойчивыми к штормовым ветрам, при условии хорошего крепления их к земле и герметизации оснований. В тех случаях, когда щель между полом и землей не была тщательно закупорена, палатку штормовым ве-

тром могло оторвать от земли и сломать. Условия жизни в палатках были вполне комфортные. Днем было просто жарко, а ночью лишь небольшой минус. На суше была установлена палатка для туалета. Следует отметить, что к вопросам сохранения территории в девственной чистоте руководитель и участники экспедиции относились очень серьезно. Все твердые отходы жизнедеятельности собирались в пластиковые мешки, жидкие сливались в бочки, а сухой твердый мусор запаковывался в ящик. Все это было вывезено при возвращении на станцию Новолазаревская.

На льду озера у самого берега были собраны помосты из досок и толстой фанеры. На помостах были установлены две большие теплые лабораторные палатки: одна для генетических исследований (выделение ДНК), а вторая для оборудования, используемого при погружении в озеро с аквалангом. К сожалению, парогенератор, предназначенный для протаивания во льду майны для погружения, вышел из строя, и эта часть программы выполнена не была. Кроме лабораторных палаток, на помосте была установлена палатка, служившая кухней и кают-компанией. Для транспортировки и хранения части снаряжения и оборудования, а во время шторма — и для жизни в нашем распоряжении был 20-футовый контейнер, поставленный на сани. Воду для умывания, питья и приготовления пищи приходилось получать из озера, пробуравив почти 4-метровой толщины лед. Основной пищей участников были сублимированные смеси из макарон, риса и мяса и растворимые супы в пакетиках.

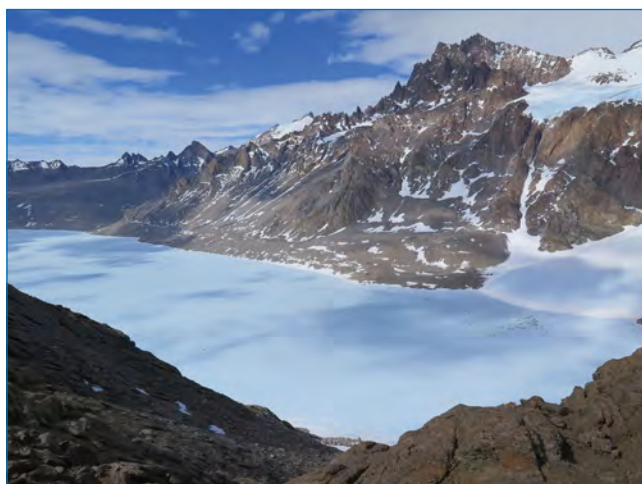
Связь с «большой землей», включая электронную почту, осуществлялась посредством телефона спутниковой системы «Иридиум». Для перемещения по озеру и для поездок к озеру Оберзее в нашем распоряжении были три снегохода с санями и квадроцикл, но, как правило, использовались только снегоходы. Это существенно облегчало работу и экономило время, поскольку подходы к началу маршрутов и к местам отбора проб могли достигать нескольких километров.

Высокогорный массив Вольтат расположен в центральной части Земли Королевы Мод, примерно в 120 км к юго-востоку от российской антарктической станции Новолазаревская. Он состоит из серии меридионально ориентированных хребтов (горы Гумбольдта, хребты Петермана и др.) и гор Грубера (*Gruber Mts., Otto-von-Gruber-Gebirge*), протянувшихся с запада на восток. Оазис Унтерзее с двумя постоянно покрытыми многометровым льдом озерами, расположенный в горах Грубера, зани-

Лагерь экспедиции



Озеро Унтерзее в горах Грубера



мает территорию с размерами примерно 15 км в восточно-западном направлении и 20–25 км с севера на юг.

Само озеро Унтерзее (находится ок. 71° 20' ю.ш. и 13° 45' в.д.) площадью 11,4 км<sup>2</sup> (6,5 км в длину и 2,5 км в ширину) расположено в горах Грубера, на высоте 563 м над уровнем моря, в глубокой троговой долине, ограниченной с юга, востока и запада высокими, ок. 3000 м, горами с отвесными склонами: Мираж, Циммерман, Бастион, Менцель и пик Ричер (2810 м над уровнем моря). Средний высотный уровень ледника в этом районе ок. 1000 м над уровнем моря. Склоны озерной котловины до высот 300–400 м от уровня озерного льда покрыты моренами отступившего ледника и крупнокаменистыми осыпями. Озеро является одним из самых глубоких в континентальной Антарктиде (глубина более 160 м). Возникшее в процессе таяния ледника во время климатического оптимума в голоцене, озеро уже в течение нескольких тысяч лет постоянно покрыто льдом толщиной от 2,2 до 3,8 м. Оно не имеет стока и пополняется водой в процессе подледного таяния ледника Анучина, замыкающего озерную котловину с северного фланга. В течение года с поверхности озера испаряется около 60 см льда и такое же количество льда замерзает снизу. Озеро Оберзее (3,43 км<sup>2</sup>), расположенное в том же оазисе в 7 км к северо-востоку от Унтерзее, довольно мелкое. Около половины площади его акватории имеет глубины менее 20 м.

Данные радиоуглеродного анализа свидетельствуют о том, что озерная котловина образовалась в результате деятельности ледника ок. 58 000 лет назад, а современная геологическая и климатическая ситуация сформировалась в оазисе около 7000 лет назад. С этого времени территория оазиса свободна ото льда, о чем свидетельствуют датированные древние гнезда расселившихся здесь снежных буревестников.

Современный климат в оазисе характеризуется значительной степенью суровости, характерной для полярных пустынь: стабильно низкими температурами, сильными ветрами южных и восточных румбов и крайне низкой влажностью воздуха. Средняя годовая температура воздуха у озера Унтерзее составляет –10,6 °С, а число дней в году с положительными температурами колеблется от 7 до 49 за 5-летний период наблюдений. Для района характерны кatabатические ветра южных румбов. Средняя скорость ветра за год составляет 5,4 м/с, максимальная — 35,7 м/с. Среднегодовая относительная влажность воздуха в оазисе составляет лишь 37 %. Соответственно, для местного климата характерны интенсивное испарение и сублимация снега и льда, и лишь незначительную роль в водном балансе играет таяние.

Оазис Унтерзее давно привлекал внимание исследователей, но из-за сравнительной удаленности, логистических препятствий и сложных погодных условий он все еще остается недостаточно изученным. Первый транспортный поход туда состоялся в январе–феврале 1969

года, когда участники 14-й Советской антарктической экспедиции впервые провели географо-геологическое и гидрологическое изучение этой территории. С начала 1980-х годов некоторое время изучением оазиса занимались совместные российско-немецкие отряды. В тот период было изучено геологическое строение территории и проводились лимнологические исследования. Данные о наземной флоре оазиса до настоящего времени были крайне скудные. В частности, из этого района было известно лишь два вида лишайников. Нашей главной задачей был сбор образцов наземной флоры, прежде всего напочвенных и наскальных лишайников, а также мохообразных и водорослей.

За полтора месяца деятельности экспедиции нами было проведено детальное лишенофлористическое обследование всей доступной территории, включая район озера Оберзее. Были обследованы нижние склоны гор, окружающих озерную котловину, плоские холмы, вытянутые косы и мысы и ледниковые морены. Недоступными остались отвесные скальные стены и горные склоны на высотах более 1500 м над уровнем моря, поскольку подняться туда было невозможно, а также те места, где работа была опасна для жизни, — участки склонов, расположенные под висячими ледниками, лавиноопасные кары и осыпи. Особенно сложными для работы оказались крупнокаменистые морены и осыпи, но они же оказались и наименее интересными в ботаническом плане.

Число рабочих дней было не столь велико, как планировалось, что объясняется сложной погодной обстановкой, характерной для весны и начала лета. Кроме нескольких дней с сильным ветром, нам пришлось пережить два сильных шторма, один из которых полностью разрушил лагерь. Во время шторма, продолжавшегося пять дней, нами были потеряны, порваны или унесены ветром, все четыре поставленные к тому времени палатки и часть снаряжения. Последствия второго шторма оказались не столь разрушительными, поскольку мы успели к нему серьезно подготовиться, т.е. хорошо укрепили палатки камнями, сложили стенки и усилили растяжки.

Всего биологические объекты на суше были собраны в 40 пунктах, лишайники — в 34 точках оазиса. Большинство образцов было собрано в более или менее защищенных от ветра местах, на стабильных скалах, чаще всего у снежников, на нагреваемых солнцем склонах северной экспозиции. Около половины образцов собрано на высотах от 750 до 1000 м над уровнем моря, около 20 % — на высотах от 1000 до 1300 м над уровнем

моря. Наиболее высокая точка сбора находилась на высоте 1365 м над уровнем моря.

Во многих пунктах обнаружить и собрать биологические материалы не удалось. Площадь таких «безжизненных» территорий в оазисе оказалась довольно значительной. Всего было собрано около 150 образцов лишайников, мхов и водорослей. Часть образцов взять в коллекцию не удалось либо из-за того, что они были слишком мелкими, либо

Участники экспедиции перед отъездом



объекты находились в очень глубоких трещинах скал и отбить образец было невозможно, либо если видовой принадлежность лишайника не вызвала никакого сомнения — с целью сохранения биоразнообразия в оазисе. В таких случаях данные заносились в полевой дневник, а образец фотографировался.

Материал, собранный в оазисе Унтерзее, сортировался и определялся в полевой лаборатории, организованной на станции Новолазаревская, сразу же по возвращении. До вида была определена большая часть всех собранных образцов лишайников. Проверка определения некоторых образцов сравнением их с гербарными коллекциями и определение оставшегося материала будут проведены в стационарных условиях в Лаборатории лихенологии и бриологии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге.

Всего в результате обработки коллекции, собранной в оазисе Унтерзее, выявлено 24 вида лишайников (включая один лихенофильный паразитический гриб) из 15 родов и 7 семейств: *Acarosporaceae*, *Candelariaceae*, *Lecanoraceae*, *Lecideaceae*, *Physciaceae*, *Theloschistaceae* и *Umbilicariaceae*. Большинство видов лишайников оазиса Унтерзее растут на каменистом субстрате, а около одной четверти видов могут быть встречены также и на мелкоземле и мхах. Чуть больше половины встреченных видов (13 видов) являются антарктическими эндемиками. 11 видов — это космополитные биполярные виды, известные и в Северном полушарии. Все лишайники оазиса распространены в Антарктике циркумполярно. Можно сказать, что выявленная лишайнофлора оазиса Унтерзее и по видовому составу, и по

своей структуре мало отличается от других флор оазисов континентальной Антарктики. При этом обнаруживается сходство не только с другими флорами Земли Королевы Мод, но и флорами более отдаленных территорий.

Важным достижением проведенных исследований было обнаружение в оазисе Унтерзее, характеризующемся крайне низким уровнем влажности, мхов, которые будут определены и изучены в Ботаническом институте РАН позднее. Всего отобрано 4 пакета мхов в четырех точках. Производился также отбор проб почвенных водорослей, культуры которых будут изучены в лаборатории альгологии Ботанического института.

Материалы, собранные в процессе полевых исследований, уже большей частью обработаны и определены, а часть передана для обработки специалистам из Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и других научных учреждений. Образцы почв переданы для изучения в Санкт-Петербургский государственный университет д-ру биол. наук Е. В. Абакумову. Образцы, собранные для изучения почвенных нематод, переданы Зоологический институт РАН д-ру биол. наук А. Ю. Рыссу. Водоросли и мхи будут изучены в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова д-ром биол. наук О. Я. Чаплыгиной и канд. биол. наук Л. Е. Курбатовой. По результатам обработки коллекции лишайников в оазисе Унтерзее подготовлена статья, которая будет опубликована в журнале "Antarctic Science".

Исследование оазиса озера Унтерзее будет продолжено в будущем году и в последующие годы.

*М.П. Андреев*  
(Ботанический институт им. В.Л. Комарова).

## \* НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

**11 марта 2019 г. Росгидромет.** 8 марта в Казани завершилось четвертое совместное совещание I и II Межправительственных групп экспертов по изменению климата (МГЭИК) — совещание ведущих авторов Специального доклада по океану и криосфере в условиях меняющегося климата, организованное Росгидрометом и Казанским федеральным университетом. В работе совещания приняли участие российские ученые А.А. Екайкин (АНИИ) и С.С. Куззов (ИГ РАН). В ходе совещания было проведено параллельное мероприятие, на котором российские ученые представили авторам информацию о результатах своих исследований в области исследований древнейшего льда Антарктики и таяния российских ледников. <http://www.meteorf.ru/press/news/18750/>

**21 марта 2019 г. Росгидромет.** 20 марта в 12.00 МСК в Мурманске на борту НЭС «Академик Трёшников» во время телемоста с заместителем Председателя Правительства РФ — полномочным представителем Президента РФ в Дальневосточном федеральном округе Ю.П. Трутневым, находящимся во Владивостоке, был дан старт комплексной научной экспедиции «Трансарктика-2019», организованной Росгидрометом во исполнение распоряжения Правительства РФ от 23 февраля 2019 года № 276-р. О готовности экспедиции «Трансарктика-2019» во время телемоста доложил руководитель Росгидромета М.Е. Яковенко. <http://www.meteorf.ru/press/news/18793/>

**25 марта 2019 г. ИА «Арктика-Инфо».** Российские и китайские ученые будут совместно изучать Арктику, Антарктику и искать минеральные и биологические ресурсы в Мировом океане, сообщил вице-президент РАН Андрей Адрианов по итогам первой рабочей встречи руководства РАН и Китайской академии наук (КАН) в Пекине. Он отметил, что 25 марта начинается совместный российско-китайский научный симпозиум, который станет первым из запланированной серии подобных встреч. [http://www.arctic-info.ru/news/politika/Rossiyskie\\_i\\_kitayskie\\_uchenye\\_budut\\_sovmestno\\_izuchat\\_ocean\\_Arktiku\\_i\\_Antarktiku/](http://www.arctic-info.ru/news/politika/Rossiyskie_i_kitayskie_uchenye_budut_sovmestno_izuchat_ocean_Arktiku_i_Antarktiku/)

**1 апреля 2019 г. ИА «Арктика-Инфо».** Российские и немецкие ученые в ходе экспедиции «Лена» в 2019 году изучат палеоклимат Арктики, а также исследуют характеристики движения магнитного полюса Земли от Канады в сторону Сибири, сообщил директор Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука (ИНГГ СО РАН) Игорь Ельцов. Ученый пояснил, что экспедиция «Лена» в рамках межправительственного соглашения двух стран в этом году пройдет в 22-й раз. Всего над ней работает около 20 научных и образовательных организаций. [http://www.arctic-info.ru/news/ nauka/Uchylene\\_RF\\_i\\_Germanii\\_izuchat\\_dvizhenie\\_magnitnogo\\_polyusa\\_Zemli\\_ot\\_Kanady\\_k\\_Sibiru/](http://www.arctic-info.ru/news/ nauka/Uchylene_RF_i_Germanii_izuchat_dvizhenie_magnitnogo_polyusa_Zemli_ot_Kanady_k_Sibiru/)

## НА ФОРУМЕ «АРКТИКА — ТЕРРИТОРИЯ ДИАЛОГА» ОБСУЖДАЛИСЬ ПРОБЛЕМЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АРКТИКЕ

V Международный арктический форум «Арктика — территория диалога» состоялся в Санкт-Петербурге 9–10 апреля текущего года. В нем участвовало более 3600 представителей российских и международных политических, научных и деловых кругов, общественности, ведущих средств массовой информации из 52 государств. Самыми многочисленными стали делегации из Китая, Норвегии, Финляндии, Швеции, США, Дании, Исландии, Канады и Японии.

В форуме приняли участие Президент Российской Федерации Владимир Путин, Президент Финляндии Саули Ниинистё, Президент Исландии Гудни Торлакиус Йоханнссон, Премьер-министр Норвегии Эрна Сульберг, Премьер-министр Швеции Стефан Левен, Министры иностранных дел Дании и Норвегии Андерс Самуэльсен и Ине Мари Эриксен-Сёрэйде.

На форум прибыли представители по вопросам Арктики министерств иностранных дел восьми иностранных государств, а также Европейского союза. Участниками Международного арктического форума — 2019 стали главы таких профильных международных организаций, как Арктический круг, Арктический экономический совет, Совет Баренцева Евроарктического региона, Союз саамов, а также генеральный секретарь Всемирной метеорологической организации Петтери Таалас и исполнительный секретарь Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата Патрисия Эспиноса Кантельяно.

Россию представили семь федеральных министров, 10 руководителей федеральных агентств и служб, а также главы 15 субъектов Российской Федерации. Арктический форум традиционно привлекает большое внимание научного сообщества. Помимо постоянных участников, таких как президент Межрегиональной общественной организации «Ассоциация полярников» Артур Николаевич Чилингаров, форум впервые посетил Геннадий Семенович Чеурин, действительный член Русского географического общества с 1984 года, почетный полярник.

Впервые в работе форума принял участие сооснователь Французского полярного кластера Сабри Меред.

В ходе форума состоялось заседание президиума Государственной комиссии по вопросам развития Арктики с участием заместителя Председателя Правительства РФ — полномочного представителя Президента РФ в ДФО Юрия Трутнева и других членов комиссии.

Ключевым событием деловой программы форума стало пленарное заседание «Арктика. Океан возможностей». В своем выступлении Президент Российской Федерации Владимир Путин сказал: «Уже в этом году намерены подготовить и принять новую стратегию развития Российской Арктики до 2035 года. Она должна объединить мероприятия наших национальных проектов и государственных программ, инвестиционные планы инфраструктурных компаний, программы развития арктических регионов и городов. По ключевым социально-экономическим показателям, по качеству жизни людей все арктические регионы необходимо вывести на уровень не ниже среднероссийского».

Международный арктический форум — 2019 собрал ведущих экспертов, глав крупнейших компаний, руководителей профильных министерств и ведомств арктических стран, заинтересованных в сотрудничестве с регионом. «Мы достигли поставленных целей, и теперь нас ждет эффективное международное сотрудничество, — подчеркнул советник Президента Российской Федерации Антон Кобяков. — Деловая программа мероприятия охватила весь спектр тем комплексного развития Арктической зоны. Форум закрепился на позиции ведущих мировых площадок для обсуждения международного сотрудничества не только по развитию экономики Арктики, но и по вопросам социального развития, сохранения и улучшения экологии и климата».

Архитектура деловой программы была разделена на три основных трека: «Прибрежные территории», «Открытый океан» и «Устойчивое развитие». За три дня работы в формате сессий, обсуждений, питч-сессий,

На заседании сессии «Арктика – “кухня погоды”»







Руководитель Росгидромета М.Е. Яковенко



Директор ГНЦ РФ ААНИИ А.С. Макаров

лекций было проведено 49 мероприятий. В форуме приняли участие 129 глав российских и 12 глав иностранных компаний. Состоялось 33 сессии по трем основным трекам, на которых обсуждались самые различные проблемы Арктики.

Важные аспекты проблемы климатических изменений обсуждались на сессии «Арктика — «кухня погоды»». В ней участвовали представители власти, международных организаций, ученые. К максимально бережному отношению к природе Арктики без политизации экологических проблем призвал Р. Эдельгериев, советник Президента Российской Федерации, специальный представитель Президента Российской Федерации по вопросам климата. Руководитель Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды М.Е. Яковенко подчеркнул, что задача Гидрометслужбы — отслеживать изменения во всех компонентах природной среды Арктики. Сотрудники службы выполняют для этого огромный объем исследований и наблюдений, Арктика — исключительно сложный регион и сложный объект с точки зрения наблюдений. Данные прямых наблюдений из высокоширотной Арктики необходимы всем, подчеркнул А.С. Макаров, директор Арктического и антарктического научно-исследовательского института. В Арктике создана сеть научных центров и станций, в 2021–2022 годах будут продолжены высокоширотные, безопасные для персонала исследования с дрейфующей платформы «Северный полюс». Арктика — один из наиболее уязвимых к изменению климата регионов Земли, это не только индикатор, но и фактор изменения глобального климата, в том числе влияющий на экстремальность погоды за пределами арктического региона, подчеркнул директор Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова В.М. Катцов.

Директор Института народнохозяйственного прогнозирования РАН Б.Н. Порфирьев, отметил, что для Арктики как региона, который эмитирует примерно меньше 1 % парниковых газов, но в то же время является более уязвимым к воздействию изменений климата, адаптация является безусловным приоритетом. Затраты на адаптацию являются не только экономически, экологически и климатически императивными, но и экономически эффективными. Наиболее эффективный способ решения климатических проблем — сочетание снижения выбросов и адаптации. А.А. Романовская, директор Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, обратила особое внимание на проблему адаптации уязвимых экосистем в Арктике, поскольку потенциал адаптации этих экосистем достаточно низкий,

особенно к современным быстрым изменениям. А.О. Кокорин, директор программы «Климат и энергетика» Всемирного фонда дикой природы в России, также обратил внимание на скорость изменений климата как важный фактор для сохранения экосистем Арктики. Р.М. Вильфанд, научный руководитель Гидрометцентра РФ, отметил нарастание негативных последствий изменения климата, а именно — в условиях потепления заметно увеличивается количество экстремальных явлений, причем как в одну, так и в другую сторону — похолодание, потепление, а «нормальной» погоды становится меньше.

Патрисия Эспиноса Кантельяно, исполнительный секретарь Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, в своем выступлении особо выделила фундаментальный вклад, который вносят наука и научные исследования в понимание ситуации. Она отметила, что проблемой является отказ отдельных стран выполнять Парижское соглашение по климату.

И.И. Мохов, научный руководитель Института физики атмосферы имени А.М. Обухова РАН, отметил, что климатические изменения влияют на экономику Арктики и к концу XXI века при умеренном сценарии антропогенных воздействий Северный морской путь из Западной Европы в Юго-Восточную Азию может стать экономически более выгодным, чем путь через Суэц, даже зимой.

Берманн Сильви-Аньес, Чрезвычайный и Полномочный Посол Французской Республики в РФ, считает, что следствием потепления становятся новые возможности, как, например, Северный морской путь, но на уровне одной страны и на уровне всего мира издержки превысят плюсы: так, таяние вечной мерзлоты может не только повлечь за собой природные катастрофы, но и привести к выбросу в атмосферу огромных количеств углекислого газа.

Даже небольшое изменение температуры приводит к негативному влиянию на экономическую ситуацию в мире, отметил Таалас Петтери, Генеральный секретарь Всемирной метеорологической организации. Без инвестиций в снижение выбросов диоксида углерода невозможно достичь тех мер, которые предусмотрены Парижским соглашением.

*А.И. Данилов (ААНИИ)*

*По материалам сайтов [www.roscongress.org](http://www.roscongress.org)  
и [forumarctica.ru](http://forumarctica.ru).*

*Фото А. Лощилова (Фонд Росконгресс)*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

В научных организациях, которые ведут исследования окружающей природной среды, включающие экспедиционные работы, ощущается нехватка молодых квалифицированных специалистов, способных на высоком уровне выполнять сбор и обработку натурных данных, проводить их анализ и готовить публикации научных результатов. Необходима целенаправленная системная работа по подготовке таких специалистов. Важной частью такой деятельности является участие студентов и аспирантов в полевых экспедиционных работах. В последнее десятилетие Россия создала в Арктике технически оснащенную прибрежную научную инфраструктуру. В 2016 году был образован Российский научный центр на архипелаге Шпицберген — РНЦШ (АНИИ). С 2013 года ведутся исследования на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» (архипелаг Северная Земля), с 2010 года — на НИС «Остров Самойловский» (СО РАН) в дельте реки Лены. Ежегодно на морских судах различного назначения, прежде всего на научно-экспедиционных и научно-исследовательских, проводится до тридцати и более морских экспедиций по изучению окружающей природной среды Северного Ледовитого океана и его морей. Все это существенно расширяет возможности для подготовки и обучения специалистов.

Во всех крупных экспедициях работают российские и иностранные студенты и аспиранты. Так, в исследованиях 2018 года участвовало около 80 научно-образовательных организаций (из них 26 зарубежных и 13 российских университетов), свыше 900 специалистов, из которых более 150 — российские и иностранные аспиранты и студенты. Последнее обстоятельство способствует активному обмену знаниями и практическими навыками представителей различных научных школ из разных стран. Многолетний опыт совместных международных исследований с участием студентов накоплен на НИС «Остров Самойловский», где ежегодно работают до 20 российских и зарубежных организаций. В работах 2018 года участвовали Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (АНИИ), Институт мерзлотоведения СО РАН, Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Зоологический институт РАН, Северо-Восточный федеральный университет (СВФУ), Казанский и Новосибирский университеты, Институт леса СО РАН, Сейсмологическая станция Тикси, Геофизическая служба СО РАН, Усть-Ленский заповедник; восемь зарубежных организаций: Институт им. Альфреда Вегенера, Гамбургский университет, Научный Геоцентр из Потсдама, Потсдамский университет, Университет Кёльна, Берлинский технический университет, Университет Хельсинки, Федеральная политехническая школа Лозанны. Всего 102 специалиста, из них 20 — студенты, которые вели исследование в области геокриологии (мерзлотоведения), палеогеографии, климатологии и палеоклиматологии, гидрологии и гидробиологии, гео-



Полевая и лабораторная практика: студенты UNIS на базе химико-аналитической лаборатории АНИИ в пос. Баренцбург, апрель 2018 года: отбор снега в поселке (верхнее фото), смена фильтров для воздуха (среднее фото), групповое фото перед лабораторией (нижнее фото)

морфологии и четвертичной геологии, почвоведения, микробиологии и изучения газовой эмиссии из многолетних мерзлых почв, геофизики, зоологии, биологии и геоботаники. В РНЦШ работало 139 специалистов, из них 40 молодых ученых, аспирантов и студентов различных специальностей: геологи, метеорологи, океанологи, гляциологи, гидрологи, геофизики, биологи, археологи. Участвовали ААНИИ, НПО Тайфун, Мурманское УГМС, Полярный геофизический институт, Институт географии РАН, Мурманский морской биологический институт, ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», Институт археологии, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина, Полярная морская геологоразведочная экспедиция, Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга.

Центр сотрудничает с Университетским центром Шпицбергена (UNIS), предоставляет свою базу для студенческих практик. В 2018 году проведено три крупных мероприятия для российских и иностранных студентов: лабораторно-практический курс «Техники детектирования органических загрязнителей природной среды Арктики»; летняя международная школа «АСТРА» для студентов, специализирующихся в области космической науки; специализированная производственная практика для студентов географического факультета МГУ. В рамках реализации российско-норвежского проекта БарЛаб по развитию химико-аналитической лаборатории в Баренцбурге и сотрудничества ААНИИ и UNIS в лаборатории Баренцбурга с 23 по 27 апреля 2018 года во второй раз состоялась практика магистров и аспирантов UNIS по курсу А324/А824 по исследованию загрязнения окружающей среды «Техники детектирования сложных органических загрязняющих веществ в Арктике / Techniques for the Detection of Organo-Chemical Pollutants in the Arctic Environment». В полевой и лабораторной практике участвовало 17 студентов из Норвегии, Швейцарии, Англии, Китая, Словении, Чехии, Канады, их сопровождали три ассистента д-р Кине Хальсе, Карине Сундби и Татьяна Дротикова, а также преподаватель проф. д-р Айнар Йенсен (Университет Тромсё) и руководитель курса проф. д-р Роланд Калленборн. Курс А324/А824 был сосредоточен на методических особенностях обработки и анализа проб различных сред на содержание стойких органических загрязняющих веществ (ПАУ, ПХБ, пестициды, перфторированные кислоты) в следовых количествах, однако также ставит задачу оценить роль локальных источников и глобального переноса в загрязнении арх. Шпицберген.

Студенты Дальневосточного федерального университета на постоянной основе работают на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» (ААНИИ) и на научно-опорной базе

НК «Роснефть» Хастыр в Хатангском заливе (оператор — ААНИИ), которые входят в сеть из четырех учебно-исследовательских полигонов НК «Роснефть» (оставшиеся расположены в Ногликах и во Владивостоке).

В морских исследованиях ведущих институтов студенты и аспиранты составляют заметную часть персонала. Северный Арктический федеральный университет ежегодно проводит научно-образовательные международные комплексные экспедиции «Арктический плавучий университет». Так, в экспедиции 2018 года на НИС «Профессор Молчанов» участвовало 58 специалистов, из них 30 студентов из 12 российских и зарубежных организаций. Экспедиция «Плавучий университет на реке Лене» на теплоходе «Капитан Горовацкий» провела комплексные исследования природной и социокультурной среды и экологического состояния бассейна реки Лены от Якутска до Тикси. В ее состав входили 24 специалиста, из них 9 студентов и аспирантов из Северо-Восточного федерального университета и других образовательных учреждений.

С 2018 года в Институте океанологии РАН развивается направление подготовки молодых научных кадров для участия в экспедиционной деятельности «Плавучий университет». Программа подготовки молодых специалистов (студентов базовых кафедр) включает в себя лекции и семинары, которые проводят ведущие специалисты и молодые ученые Института океанологии, привлечение студентов профильных кафедр к участию в морских экспедициях ИО РАН и в прибрежных практиках на базе филиалов и отделений института. В 2018 году значительную часть двух экспедиций ИО РАН на НИС «Академик Мстислав Келдыш» составляли студенты и аспиранты. В 71-м рейсе половина участников были студенты и аспиранты (11 и 9 из 41), в 72-м рейсе — соответственно 8 и 10 из 77. В международной экспедиции «Арктика-2018» на НЭС «Академик Трёшников» (ААНИИ) 12 человек из 43 были студенты. Молодежь овладевает практическими навыками работ с современными измерительными комплексами, использует новые данные в подготовке квалификационных работ, научных статей и докладов.

Подобная практика проведения российских экспедиционных исследований Арктики способствует расширению деятельности в области создания потенциала, профессиональной подготовки и обучения, а также активизации механизмов передачи технологий морских и наземных исследований.

*А.И. Данилов (ААНИИ).*

*Фото А.Л. Никулиной.*

## РОССИЙСКИЕ ГЕОГРАФЫ — ЛАУРЕАТЫ ФРАНЦУЗСКОГО ОРДЕНА ПОЧЕТНОГО ЛЕГИОНА

8 апреля 2019 года в ААНИИ состоялось торжественное мероприятие, посвященное вручению орденов Почетного легиона научному руководителю Института географии Российской академии наук академику Владимиру Михайловичу Котлякову и заведующему Лабораторией изменения климата и окружающей среды отдела географии полярных стран ААНИИ Владимиру Яковле-

вичу Липенкову за особый вклад в развитие научного сотрудничества между Францией и Россией.

В.М. Котляков — ведущий российский специалист в области географии и гляциологии, возглавляет российскую школу гляциологии, разрабатывает общие проблемы географии, является автором множества монографий и научных статей. Заслуги В.М. Котлякова признаны всем



В.М. Котляков, С. Берманн, В.Я. Липенков после вручения наград

мировым научным сообществом. Владимир Михайлович избран членом Европейской академии наук, иностранным членом Французской и Грузинской академий наук, почетным членом Американского, Мексиканского, Итальянского, Грузинского, Эстонского и Украинского географических обществ. Велика роль Владимира Михайловича в реализации проекта глубокого бурения на станции Восток в Антарктиде. Бурение скважины продолжалось в тяжелейших условиях высокогорной Антарктиды более 25 лет. По ледяному керну из этой скважины были установлены климатические условия формирования четырех полных ледниково-межледниковых циклов на протяжении около 420 тысяч лет. Это одно из самых значительных открытий XX века в науках о Земле, у истоков которого стоит академик Котляков.

В.Я. Липенков — российский ученый, гляциолог, посвятивший свою трудовую деятельность изучению физических процессов, протекающих в ледниковых покровах, исследованию строения и состава полярных ледников как природных архивов, хранящих количественную информацию о прошлых изменениях климата и окружающей среды в масштабах времени от сотен лет до сотен тысяч и миллионов лет. Бесценна роль Владимира Яковлевича и в деле успешного развития научного международного, в том числе и российско-французского, сотрудничества в изучении ледяных кернов. В.Я. Липенков является научным руководителем с российской стороны российско-французской Международной ассоциированной лаборатории (МАЛ) «Ледниковые архивы данных о климате и окружающей среде», национальным представителем России в координационном комитете «Международное партнерство в науках о ледяных кернах» (International Partnership in Ice Core Sciences).

Торжественная церемония вручения орденов состоялась в помещении Лаборатории изменения климата и окружающей среды в присутствии коллег и друзей ученых.

С французской стороны в церемонии приняли участие Чрезвычайный и Полномочный Посол Французской Республики в РФ г-жа Сильви Берманн, Советник по науке и технологиям Посольства Французской Республики в РФ г-н Абдо Малак, Генеральный консул Французской Республики в Санкт-Петербурге г-н Уго де Шеваньяк и сопровождающие их лица.

После краткой вступительной приветственной речи директора института А.С. Макарова слово для приветствия и проведения церемонии было передано Послу Французской Республики в Российской Федерации г-же Сильви Берманн. По традиции церемония сопровождалась перечислением всех заслуг награждаемых коллег и прикреплением орденов. Г-жа Сильви Берманн от имени Президента Французской Республики поблагодарила кавалеров орденов Почетного легиона за их неоценимый вклад в развитие франко-российских научных отношений, отметила, что вручаемые награды являются символом дружбы между Францией и Россией и выразила надежду на продолжение уже сложившихся научных связей.

Кавалеры ордена выступили с ответными словами благодарности в адрес Французской Республики, отмечая, что это событие является большой честью для них. Сложившиеся теплые отношения с французскими коллегами позволили плодотворно сотрудничать на благо двух стран и мировой науки.

От всей души поздравляем наших ученых!

*М.В. Рубан (ААНИИ).  
Фото В.Ю. Замятина*

## ЗАКЛАДКА ЛЕДОСТОЙКОЙ ПЛАТФОРМЫ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС» НА «АДМИРАЛТЕЙСКИХ ВЕРФЯХ»

10 апреля 2019 года на АО «Адмиралтейские верфи» (входит в Объединенную судостроительную корпорацию) в рамках проведения V Международного арктического форума состоялась церемония закладки ледостойкой самодвижущейся платформы (ЛСП) «Северный полюс» проекта 00903.

В торжественном мероприятии приняли участие руководитель Росгидромета Максим Яковенко, председатель совета директоров АО «ОСК» Георгий Полтавченко, президент АО «ОСК» Алексей Рахманов, генеральный директор АО «Адмиралтейские верфи» Александр Бузаков, директор АНИИ Александр Макаров и другие почетные гости.

Большим шагом вперед в деле освоения Арктики назвал закладку нового судна генеральный директор Адмиралтейских верфей Александр Бузаков: «Адмиралтейские верфи всегда служили площадкой для реализации

Всесезонная научно-исследовательская платформа с функционалом научно-исследовательского центра, не имеющая аналогов в мире, предназначена для осуществления круглогодичных комплексных научных исследований в высоких широтах Северного Ледовитого океана. Судно сможет проводить геологические, акустические, геофизические и океанографические наблюдения, двигаться во льдах без привлечения ледокола, принимать тяжелые вертолеты типа Ми-8 АМТ (Ми-17). Осуществление зимовки с сохранением комфортных и безопасных условий работы и проживания на полярной станции возможно при температуре до  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Контракт между АО «Адмиралтейские верфи» и Росгидрометом на проектирование и строительство ледостойкой платформы «Северный полюс» подписан в апреле 2018 года. Согласно условиям контракта, судно будет передано заказчику в 2020 году.



Директор АНИИ А.С. Макаров и руководитель Росгидромета М.Е. Яковенко на закладке



Закрепление памятной таблички на фрагменте будущего корпуса

новых высокотехнологичных проектов, и ледостойкая самодвижущаяся платформа «Северный полюс» является наглядным продолжением этой традиции. Вместе с Росгидрометом мы уже несколько лет занимаемся этим направлением и сегодня можем с гордостью сказать, что наши наработки начинают воплощаться в жизнь».

Значимым событием для Росгидромета считает закладку платформы «Северный полюс» руководитель Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Максим Яковенко: «Проект очень важный не только для России, но и для мировой арктической науки. Многие технологии, которые будут реализованы при строительстве платформы, применяются впервые в мире. Адмиралтейские верфи — очень значимый партнер для Росгидромета. Именно здесь построено наше лучшее экспедиционное судно «Академик Трёшников», которое сегодня с честью работает в Арктике. Мы надеемся, что это сотрудничество будет успешно продолжаться — у нас далеко идущие планы по строительству новых экспедиционных судов для Арктики и Антарктики».

Ледостойкая платформа «Северный полюс» строится по заказу Росгидромета в рамках реализации государственной программы по социально-экономическому развитию Арктической зоны.

АО «Адмиралтейские верфи» имеет большой опыт строительства судов ледового класса. В 1959 году на предприятии был построен первый в мире атомный ледокол «Ленин»; в 1979-м — научно-исследовательское судно «Отто Шмидт»; с начала 2000-х годов — серия из пяти танкеров ледового плавания дедвейтом 20000 тонн; арктические танкеры «Михаил Ульянов» и «Кирилл Лавров» дедвейтом 70000 тонн; научно-экспедиционное судно «Академик Трёшников».

Проектные характеристики ЛСП: длина — 83,1 м; ширина — 22,5 м; водоизмещение — около 10390 т; мощность ЭУ — 4200 кВт; скорость — не менее 10 узлов; прочность корпуса — Arc8; автономность по запасам топлива — около 2 лет; срок службы — не менее 25 лет; экипаж — 14 человек; научный персонал — 34 человека. Ледостойкая самодвижущаяся платформа «Северный полюс» строится на класс Российского морского регистра судоходства: KM(\*) Arc5[1] AUT1-C HELIDECK-F Special purpose ship.

По материалам Росгидромета  
<http://www.meteorf.ru/press/news/18961/>

17 мая 2019 года в Зимнем театре Сочи состоялась церемония вручения международной премии в области географии, экологии, сохранения и популяризации природного и историко-культурного наследия — «Хрустальный компас». Событие объединило сотни выдающихся и увлеченных людей из разных уголков России и мира. Участие в церемонии приняли свыше тысячи гостей, в числе которых — известные представители науки, культуры и авторитетных общественных организаций, государственные и политические деятели России, делегации из Сербии, Казахстана, Австралии, Греции и Германии, победители и финалисты премии разных лет, международные и федеральные СМИ.

За время проведения на соискание «географического Оскара» было выдвинуто 2087 проектов и достижений из 36 стран мира и всех 85 регионов России. В специальной номинации «Признание общественности», где победителя определяют путем интернет-голосования, за этот период приняло участие порядка 1,6 млн человек.

В 2019 году в оргкомитет премии поступило 556 проектов из 71 региона России, а также Франции, США, Казахстана, Кыргызстана и Республики Беларусь. Из российских регионов наиболее активными стали Кемеровская область (40 заявок), Москва (37 заявок), Краснодарский край (36), Воронежская область (28). Впервые за время существования премии участие в ней приняла Новгородская область — последний субъект РФ, подключившийся к соревнованию за престижный приз.

В «шорт-лист» для голосования в номинации «Признание общественности» в 2019 году попало 148 проектов (чуть больше четверти от поступивших заявок). При этом сквозь сито экспертной оценки прошли (речь о пяти и более проектах) 10 проектов Москвы, по семь проектов Краснодарской области и Приморского края, по шесть проектов Московской области и Санкт-Петербурга, по пять проектов Кемеровской области и Республики Северная Осетия — Алания. В число отобранных экспертами попали и два проекта Северного флота: «Комплексная экспедиция Северного флота на архипелаге Новая Земля» и «Географические открытия, сделанные Гидрографической службой Северного флота в ходе комплексных океанографических исследований в Арктике». Ранее в «Хрустальном компасе» как самостоятельные проекты работы Министерства обороны не участвовали.

Объединенный проект Северного флота стал победителем в номинации «Путешествие и экспедиция», а проект «Географических открытий...», ставший важной частью этой заявки, кроме этого, стал призером в номинации «Признание общественности». Именно об этом проекте рассказывал наш журнал РПИ в первом номере за 2017 год.

О проекте подробно можно прочитать на сайте премии: <http://rus-compass.ru/projects/6273/>

К наиболее интересным результатам, достигнутым флотскими гидрографами, пожалуй, стоит отнести следующие.

Определены как новые географические объекты и картографированы 12 островов, 14 мысов, один пролив, шесть бухт. Общая площадь открытых островов превысила площадь Княжества Монако (более 2,1 кв. км). Пяти новым объектам в 2018 году Распоряжением Пра-

вительства РФ № 2354-р присвоены собственные имена (многие из наших читателей знают имена А.А. Комарицына, А.И. Сорокина, Н.Д. Коломийчука, А.В. Чернышева), еще 10 заявок на присвоение имен гидрографов, внесших значительный вклад в изучение Арктики, находятся на рассмотрении в Законодательном собрании Архангельской области. Выделены как новые географические объекты пролив Беспкойный, два острова с условными наименованиями «Западный Нортбрука» и «Восточный Нортбрука», остров, открытый по космическим снимкам школьниками в районе ледника Визе. Независимо от экспедиции «По следам двух капитанов» на яхте «Альтер Эго» зафиксировано исчезновение острова Перламутровый в архипелаге Земля Франца-Иосифа. Благодаря проекту поставлена точка в двух историях с открытиями: пролива, разделившего остров Нортбрука на две части, и острова Рожкова. Сделанные открытия наконец-то были должным образом задокументированы и попали на карты.

Прямым результатом исследований стало воссоздание в 2015 году в Гидрографической службе Северного флота Арктической океанографической экспедиции. Внедрены в практику деятельности Гидрографической службы Северного флота методы проведения рекогносцировки на основании изучения материалов, получаемых в результате дистанционного зондирования Земли. Косвенным результатом реализации проекта явилось включение в процесс подготовки молодых специалистов Гидрографической службы Северного флота метода обучения по принципу «Плавучий университет» (метод успешно введен в практику обучения специалистов-океанографов в результате популяризации Русским географическим обществом работ Северного Арктического федерального университета), а также привлечение курсантов профильных вузов к работе в Гидрографической службе Северного флота.

Зафиксированное изменение конфигурации береговой линии в дальнейшем может повлиять на некоторые аспекты использования Северного морского пути, хотя это и не вопрос ближайшего будущего: появление новых бухт и укрытий от волнения акваторий позволит расширить возможности безопасного судоходства в этих сложных для плавания районах, что приведет к снижению соответствующих экономических и экологических рисков. Ученые всего мира на вновь открытых островах имеют уникальную возможность наблюдать процессы, схожие с теми, что происходили на Земле много тысячелетий назад после завершения ледникового периода с последующим моделированием развития жизни на данных территориях. Разрушение ледников — это одновременно и уменьшение запасов пресной воды. По всей видимости, необходимо в возможно короткие сроки разработать механизмы использования таких «хранилищ» воды для нужд человечества. Особое внимание следует обратить и на то, что использование дистанционных методов зондирования Земли еще не нашло должного применения в практике гидрографических исследований, полученные результаты наглядно продемонстрировали необходимость внедрения данных методов изучения акваторий и территорий в обучение гидрографов.

В ходе проекта определен и ряд других новых географических объектов, информация о которых до настоящего времени не доведена до широкой общественности. Это будет сделано, когда гидрографы «вживую» осмотрят их во время очередных арктических походов.

Проект, который авторы посвятили учителям и родителям, а также предстоящему 100-летию Гидрографической службы Северного флота и 95-летию Северной гидрографической экспедиции, был завершён в Санкт-Петербургской штаб-квартире РГО 22 ноября 2018 года.

Общая аудитория слушателей, которые непосредственно узнали о проекте во время публичных выступлений («живое общение»), составила около одной тысячи человек, интернет-аудитория превысила 100 тыс. человек, однако, судя по имеющимся и продолжающим поступать в Гидрографическую службу Северного флота приглашениям, интерес к тематике не исчерпан (в 2019 году уже состоялся доклад в Мурманском Росреестре, в июне спланировано выступление перед аудиторией Мурманского филиала Нахимовского училища).

Общественный интерес к проведённой работе, без сомнения, способствовал притоку в Гидрографическую службу Северного флота молодых специалистов профильной специальности («Гидрография») впервые более чем за тридцать лет (Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург), позволил наладить связи по обучению на базе Гидрографической службы Северного флота студентов Института водного транспорта имени Седова (г. Ростов-на-Дону). Прошедшие практику и участвовавшие в работах ГС СФ курсанты впоследствии защитили дипломы бакалавров по тематике, связанной с географическими открытиями.

Исследования Гидрографической службы Северного флота в Арктике и сделанные открытия дали толчок к параллельному изучению дистанционными методами зондирования Земли территории нашей страны молодежью. Результат этой работы — открытие в архипелаге Новая Земля двух островов подмосковными школьниками (вклад ребят отмечен лично Председателем Попечительского совета РГО В.В. Путиным). Кро-



А.В. Шаромов (начальник Арктической океанографической экспедиции) и А.О. Леонов (преподаватель ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова) – представители авторского коллектива Гидрографической службы Северного флота на церемонии вручения Национальной премии «Хрустальный компас».

Фото: <https://www.yuga.ru/photo/>

бот с помощью дистанционных методов иностранными специалистами. К сожалению, здесь отечественная картография пока уступает, и, возможно, проект привлечет к этому внимание.

Гидрографическая служба Военно-морского флота предназначена для проведения систематических океанографических исследований Мирового океана, но бывает, что «находятся вот такие вот жемчужины» (цитата из одного интервью участников проекта). Это ни в коем случае не обесценивает, а придает особый вес основной работе, которую выполняют, часто с риском для жизни, сотни гидрографов, раз за разом, год из года идущие в море, чтобы сделать его понятнее и доступнее.

В проекте, прямо или косвенно, приняли участие сотни специалистов Гидрографической службы Северного флота, в т.ч. экипажи трех гидрографических судов: «Горизонт» (капитан В.В. Хопрячков, командир гидрографической группы Д.С. Бехтольд), «Сенеж» (капитаны Р.В. Дильмухаметов и В.В. Улезько, командиры гидрографических групп С.С. Старотиторов и С.А. Лаврентьев) и «Визир» (капитан В.В. Улезько, командир гидрографической группы Р.Р. Тинчурин), а также курсанты ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова и ряд военнослужащих Северного флота, прежде всего из групп охраны.

Как проект выполненную работу оформили А.В. Корнис, А.О. Леонов, С.С. Старотиторов, А.В. Шаромов, А.О. Антипин при поддержке и непосредственном участии С.А. Прокудина.

Редакция «Российских полярных исследований» поздравляет коллег с почетной наградой.

**А.В. Корнис**  
(Гидрографическая служба СФ),  
**С.Б. Балясников**  
(280 ЦКП ВМФ)

Кубок, памятный диплом и конверт с именем победителя в номинации «Путешествие и экспедиция».

Фото А.В. Корниса



## ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ В УЛЬЯНОВСКЕ

К 105-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.Ф. ТРЁШНИКОВА

В последние дни марта 2019 года в г. Ульяновске на традиционном областном географическом фестивале «Фрегат Паллада» побывала делегация учащихся и педагогов Павловской школы.



Встреча учащихся школы с гостями из Санкт-Петербурга.  
Фото из школьного архива

Павловская школа вместе с областным Ульяновским краеведческим музеем участвовала в совместном проекте Санкт-Петербургского музея Арктики и Антарктики и Ульяновского отделения РГО «Эпоха Трёшников». В краеведческом музее на выставке, посвященной 105-й годовщине со дня рождения Трёшникова, наряду с ленинградскими экспонатами были представлены и предметы из школьного музея с Павловка: книги, подаренные Трёшниковым школе, с его автографами, медаль и памятный знак Почетного гражданина Ульяновской области и др. — всего 14 предметов. За участие в этом проекте благодарственными письмами Ульяновского краеведческого музея награждены директор Павловской школы Л.Ю. Кузнецова и руководитель школьного музея учитель Л.Б. Бестаева. Они же стали членами Ульяновского отделения Российского географического общества.

Во время географического фестиваля делегация Павловской школы вновь встретилась с писателем и кинорежиссером Владимиром Ильичом Стругацким (прошлым летом он снимал в Павловке эпизоды для своего нового



В.И. Стругацкий (в центре) с учащимися школы.  
Фото из школьного архива

фильма о Трёшникове «Хозяин двух полюсов»), а также с директором Санкт-Петербургского музея Арктики и Антарктики Марией Васильевной Дукальской. Вместе они побывали на презентации фильма на Трёшниковских чтениях в информационном центре атомной энергии Ульяновска. В. Стругацкий привез в подарок школьному музею куртку А.Ф. Трёшников, которую передал его зять Е.А. Касаткин. Она займет достойное место в экспозиции музея.

Павловские учащиеся встретились еще с одним интересным человеком — ведущим океанологом НЭС «Академик Трёшников» Алексеем Петровичем Бодровым. Он рассказал о судне и о своей работе.

*Л.Ю. Кузнецова  
(директор МОУ ООШ им. А. Ф. Трёшникова  
с. Павловка, Ульяновская область)*

## НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ \*

**3 апреля 2019 г. Росгидромет.** 30 марта 2019 года в 15:00 МСК была передана первая метеосводка и в 16:30 состоялось торжественное открытие дрейфующей научно-исследовательской станции «Северный полюс–2019» экспериментального типа «судно–лед». Станция открыта в точке с координатами 82° 45' северной широты, 45° 30' восточной долготы. Честь поднять над научной обсерваторией Государственный флаг Российской Федерации выпала начальнику метеорологического отряда Василию Кустову и метеорологу Ирине Ильющенко. <http://www.meteorf.ru/press/news/18922/>

**5 апреля 2019 г. ИА «Арктика-Инфо».** Технический проект атомного ледокола «Лидер» мощностью 120 МВт разработан, сообщил в ходе итоговой коллегии Минэнерго министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров. Ледокол «Лидер» первым в мире сможет круглый год проводить суда по Северному морскому пути при толщине льда до 4 метров. Стоимость одного судна оценивалась в 70 млрд рублей. [http://www.arctic-info.ru/news/ekonomika/Minpromtorg\\_RF\\_zayavil\\_chno\\_tekhnicheskij\\_proekt\\_ledokola\\_Lider\\_razrabotan/](http://www.arctic-info.ru/news/ekonomika/Minpromtorg_RF_zayavil_chno_tekhnicheskij_proekt_ledokola_Lider_razrabotan/)

**12 апреля 2019 г. ИА «Арктика-Инфо».** На базе Арктического научно-исследовательского стационара Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук в Лабьтнанги создана новая лаборатория «Динамика арктических экосистем» в рамках национального проекта «Наука». Вместе с традиционной тематикой — изучением животного и растительного мира ЯНАО — особое внимание планируется уделять измерению климатических параметров, а также развивать антропологическое направление. Лаборатория на 70 % состоит из молодых ученых, но в ее составе есть и опытные исследователи. [http://www.arctic-info.ru/news/nauka/Na\\_YAmale\\_v\\_ramkakh\\_natsproekta\\_Nauka\\_sozdana\\_novaya\\_nauchnaya\\_laboratoriya/](http://www.arctic-info.ru/news/nauka/Na_YAmale_v_ramkakh_natsproekta_Nauka_sozdana_novaya_nauchnaya_laboratoriya/)



## НАВСЕГДА С АНТАРКТИДОЙ.

### К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПОЛЯРНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ ЛЕОНИДА ДУБРОВИНА

30 мая 1932 года в газете «Вечерняя Пермь» появилась заметка: «Потерялся мальчик Дубровин Леня 12 лет, одетый в драповое пальто, серую рубашку, черные ботинки. 25 мая ушел в 21-ю школу и не возвратился, по слухам пошел на Каму. Нашедших или имеющих какие-либо сведения о нем просим сообщить за вознаграждение по адресу: ул. Советская д. 80 Дубровину И.А.».

Начитавшись приключенческих романов, мальчик уплыл на барже по Каме путешествовать. Через много лет он стал полярным исследователем.

20 июля 2019 года исполняется 100 лет со дня рождения известного отечественного исследователя Антарктиды, многолетнего сотрудника АНИИ Леонида Ивановича Дубровина. Он родился в селе Чистопереволока Пермской области в семье военнослужащего Рабоче-крестьянской Красной армии. В 1925 году его

семья переехала в г. Пермь (в то время — г. Молотов), где он в 1927 году поступил в школу, которую окончил в 1937 году. В августе 1937 года его отец был арестован и в январе 1938 приговорен к высшей мере наказания — расстрелу по ст. 58 — контрреволюционная деятельность. Это не могло не сказаться на дальнейшей судьбе Леонида — сына врага народа. После получения среднего образования Л.И. Дубровин поступил в Пермский сельскохозяйственный институт, где он отучился первых два курса, перейдя в 1939 году на географический факультет Пермского государственного университета. После получения диплома о высшем образовании он был направлен на работу учителем географии в одну из сельских школ Хабаровского края, где впоследствии, в декабре 1942 года был призван на действительную

военную службу на Дальневосточный фронт. До января 1945 года Л.И. Дубровин служил в различных запасных воинских частях, после чего был направлен на службу в действующую армию в составе 10-го полка 3-й Гвардейской воздушно-десантной дивизии 3-го Украинского фронта в звании рядового. Участвовал в освобождении Румынии, Венгрии, Австрии, Югославии. Награжден медалями «За отвагу» и «За Победу над Германией». В апреле 1945 года в одном из боев на территории Австрии он был ранен и день победы встретил в госпитале. После излечения был направлен для дальнейшего прохождения службы, а в октябре 1945 года был демобилизован и вернулся в свой родной город — Пермь, где начал работать научным сотрудником в Естественно-научном институте

при Пермском государственном университете. В 1946 году он был командирован на работу в Арктический научно-исследовательский институт Главсевморпути. В период с 1947 по 1949 год ежегодно принимал участие в морских арктических экспедициях АНИИ в должности старшего гидролога на исследовательском судне «Мурманец». Здесь он впервые познакомился с полярными районами, которые на долгие годы стали не только его местом работы, но и образом жизни.

В 1949 году руководство АНИИ предложило Леониду Ивановичу отказаться от отца, с чем он категорически не согласился и был уволен вместе с женой Раисой Григорьевной Дубровиной, а также отчислен из аспирантуры. В 1949 году Л.И. Дубровин поступил в аспирантуру Ленинградского государственного университета на кафедру географии полярных стран и после ее окончания

был направлен на работу старшим преподавателем кафедры физической географии географического факультета Пермского государственного университета. В 1955 году Леонид Иванович успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук на тему «География льдов в морях приатлантической Арктики» и в 1957 году был избран на должность доцента кафедры физической географии того же университета. В ПГУ читал курсы по гидрометеорологии, океанологии, руководил курсовыми и дипломными работами студентов-гидрологов, организовал гидрологические исследования Камского водохранилища. Опубликовал ряд статей по гидрологии водохранилища, был одним из авторов монографии «Камское водохранилище». Также увлекался парусным спортом. Это увлечение

передалось его потомкам по мужской линии.

Весной этого же года на родину вернулись участники первой Комплексной антарктической экспедиции Академии наук СССР во главе с Героем Советского Союза М.М. Сомовым. Пожалуй, до запуска первого советского искусственного спутника Земли это событие оставалось одним из главных на страницах советских газет в то время. Оно не могло пройти незаметно для Леонида Ивановича, которого вновь позвали высокие широты, теперь уже шестого континента. В начале 1958 года после реабилитации отца Леонид Иванович вновь вернулся в Ленинград, на родину его супруги, выпускницы географического факультета ЛГУ, и поступил на работу в отдел антарктических исследований АНИИ, в котором по конкурсу был избран на



Л.И. Дубровин, 1950-е годы

должность старшего научного сотрудника. Осенью 1959 года Л.И. Дубровин в составе 5-й Комплексной антарктической экспедиции отправился к берегам ледяного материка на борту д/э «Обь», где возглавил коллектив станции Лазарев. Эта станция была открыта на одноименном шельфовом леднике 10 марта 1959 года, и первый коллектив зимовщиков на ней возглавлял коллега Л.И. Дубровина по работе в отделе ААНИИ Ю.А. Кручинин. В последующие годы они были очень близки друг с другом, но и спорили до хрипоты по различным вопросам антарктической истории и географии.

Уже первая зимовка на шельфовом леднике показала, что она несравнима с работой на антарктических станциях, расположенных на выходах коренных пород. Л.И. Дубровин хорошо понимал, что в институте уже принято решение о переносе местоположения станции Лазарев в оазис Ширмахера. В связи с этим коллектив станции Лазарев 5-й КАЭ провел подробную рекогносцировку оазиса Ширмахера и маршрутов санно-гусеничных походов по снабжению будущей станции от места выгрузки экспедиционных судов на шельфовом леднике. 18 февраля 1961 года новая станция была создана и получила название Новолазаревская. В период зимовки на станции Лазарев ее начальник Л.И. Дубровин самостоятельно выполнял большой объем программы гляциологических наблюдений. 26 февраля 1961 года на станции Лазарев в торжественной обстановке был спущен Государственный флаг СССР, который почти два года реял над снежными просторами шельфового ледника.

Вернувшись домой, Л.И. Дубровин с головой погрузился в исследовательскую работу по обработке и анализу полученных материалов о снежном и ледяном покрове Антарктиды в период наших первых пяти антарктических экспедиций. Интересно, что в те годы большинство советских полярников, приехавших на работу в Антарктиду, не имели практического опыта работы в суровых природно-климатических условиях шестого континента. Они быстро учились, набирались опыта поведения в сложнейших ситуациях, незамедлительного выбора решений труднейших рабочих и бытовых проблем. Во многом этому способствовал их богатый фронтовой опыт, полученный в суровые годы Великой Отечественной войны. Среди них был и Леонид Иванович. Важной чертой характера Л.И. Дубровина являлась его целеустремленность и желание доводить любое начатое им дело до логического конца.

Незаметно пробежало четыре года, и уже осенью 1965 года Л.И. Дубровин снова собрался на крайний юг планеты. На этот раз ему предстояло возглавить зимовочный состав 11-й Советской антарктической экспедиции (САЭ) в нашей главной на тот момент обсерватории Мирный. Основной объем исследований по программе 11-й САЭ был направлен на изучение особенностей природных явлений Антарктиды в Международный год спокойного Солнца (1966).

В 11-й САЭ были выполнены наземные и авиационные радиолокационные измерения толщин ледника в районе обсерватории Мирный. Эти работы возглавлял коллектив радиофизического отряда под руководством будущего члена-корреспондента АН СССР В.В. Богородского. Впервые в работах САЭ был испытан ледовый термобур конструкции Московского Горного института. Сверх утвержденной программы 11-й САЭ на станции Мирный в июле–декабре 1966 года при участии Л.И. Дубровина были выполнены исследования радиационных, тепловых свойств и температурного режима снега и льда на припае у мыса Мабус.

Во второй половине 60-х годов в Антарктиде начались проектные изыскания по реконструкции наших станций. Эти работы возглавили специалисты московской организации «СоюзМорНИИпроект». Безусловно, кроме решения организационных, административных, научных задач начальнику зимовочного состава приходилось принимать участие и в этом новом для себя виде деятельности, поскольку без учета мнения профессиональных полярников строительство новых жилых сооружений на антарктических станциях не имело бы практического смысла. В этой напряженной работе быстро протекло время года зимовки и морских путешествий в Антарктиду до возвращения домой в Ленинград. Леонид Иванович вновь вернулся за свой рабочий стол во флигеле дворца Шереметевых на набережной реки Фонтанки, дом 34. Он стал автором многих

научных статей и научно-популярных публикаций, рассказывающих о географических особенностях Антарктиды и о жизни наших соотечественников на этом суровом материке.

В 1976 году Леонид Иванович в очередной раз отправился в Антарктиду, теперь в столицу советских исследований — антарктический метеорологический центр Молодежная в должности начальника зимовочной 22-й САЭ. На этот раз его встретила уже новая станция, дома которой были построены из утепленных



Л.И. Дубровин. Станция Мирный, 1966 год

алюминиевых панелей по типовому проекту «Горизонт». Безусловно, он понимал, что в этих переменах есть и доля непосредственно его труда. На Молодежной за два года до этого был введен в эксплуатацию электронный вычислительный центр, в котором работала ЭВМ «Минск-32». Специалисты аэрометеорологического отряда получили возможность подготавливать прогнозы погоды с использованием решения численных гидродинамических моделей. На АМЦ Молодежная продолжались запуски метеорологических и геофизических ракет и радиолокационное исследование метеоритных следов в атмосфере. По совместной советско-французской программе продолжались исследования естественной радиоактивности атмосферы.

В эти годы на АМЦ Молодежная стали широко разворачиваться исследования и практические работы по инженерной гляциологии. С этой целью продолжались стандартные изучения ледового режима прибрежных акваторий и возможности создания на выходе ледников ледовых причалов для морских экспедиционных судов. В районе горы

Вечерняя, расположенной на удалении 25 км от АМЦ, начались экспериментальные работы по уплотнению снежного покрова для создания взлетно-посадочной полосы, предназначенной для приема тяжелых транспортных самолетов на колесных шасси. Технология такого уплотнения была разработана специалистами проектной организации «Ленаэропроект», которые приняли непосредственное участие в работах 22-й САЭ.

В Молодежной в 1977 году был построен комплекс вертикального зондирования ионосферы, который был введен в эксплуатацию 11 апреля того же года.

Комплекс и масштаб антарктических исследований, выполняемых начиная с 22-й САЭ, был значительно расширен. Во многом этому способствовала активная деятельность начальника зимовочного состава Л.И. Дубровина. К сожалению, это была его завершающая поездка на шестой континент, однако его кипучая энергия по-прежнему была направлена на комплексное географическое и гляциологическое исследование этого полярного региона, но уже только за письменным столом отдела географии полярных стран ААНИИ. Дубровиным написано большое количество научных и научно-популярных статей по географии, океанологии, гляциологии, истории исследований, топонимике. Опубликовано ряд книг. В 1984 году Леонид Иванович получил авторское свидетельство на изобретение «Ледяной причал» (в соавторстве с Е.С. Виноградовым и Л.В. Ивановым).



Могила Л.И. Дубровина на Большеохтинском кладбище

Им написано множество рецензий, заметок и статей в газетах и журналах. Он был действительным членом Географического общества, активно участвовал в лекционной деятельности общества «Знание», был награжден грамотами общества, медалью ВДНХ. Награждался и юбилейными медалями 20, 25, 30 и 40 лет Победы в Великой Отечественной войне, а также и медалями 60 и 70 лет Вооруженных сил СССР и орденом Отечественной войны I степени.

Его активная трудовая деятельность и участие в проведении антарктических экспедиций в период 1961–1981 годов были отмечены двумя орденами «Знак Почета», медалью «Ветеран труда», знаком «Отличник гидрометслужбы» и знаком Минморфлота СССР «Почетному полярнику».

Леонид Иванович Дубровин скончался 26 июля 1988 года в Санкт-Петербурге. На его могиле стоит камень, привезенный из Антарктиды и по своей форме напоминающий айсберг.

Память об известном отечественном исследователе Антарктиды, прекрасном человеке Леониде Ивановиче Дубровине на долгие годы останется в сердцах сотрудников нашего института.

*В.В. Лукин (ААНИИ).*

*Фото из архива Н.Л. Дубровиной и Г.П. Аветисова*

## \* НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

**15 апреля 2019 г. ИА «Арктика-Инфо».** Конференция «Криосферные ребусы» открылась сегодня в городе Пушкино Московской области. Мерзлотоведы из России и зарубежных стран обсуждают результаты исследований в области геокриологии, палеоэкологии, геофизики, изучения поведения парниковых газов при деградации вечной мерзлоты и другие научные вопросы. Конференция проходит при поддержке PYRN (Сеть молодых исследователей вечной мерзлоты). Организаторами выступают Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН совместно с Институтом криосферы Земли СО РАН, Институтом мерзлотоведения СО РАН и ООО «Окабиолаб». [http://www.arctic-info.ru/news/nauka/Predstaviteli\\_Nauchnogo\\_tsentra\\_izucheniya\\_Arktiki\\_rabotayut\\_na\\_mezhdunarodnoy\\_konferentsii\\_Kriosfer/](http://www.arctic-info.ru/news/nauka/Predstaviteli_Nauchnogo_tsentra_izucheniya_Arktiki_rabotayut_na_mezhdunarodnoy_konferentsii_Kriosfer/)

**19 апреля 2019 г. Росгидромет.** Двенадцатая официальная встреча делегаций Финского метеорологического института (ФМИ) и Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Росгидромет) в рамках Соглашения между Росгидрометом и ФМИ о научно-техническом сотрудничестве в области метеорологии состоялась в Хельсинки 15–17 апреля 2019 года. Финскую делегацию возглавлял Генеральный директор ФМИ Ю. Дамски, российскую делегацию на встрече возглавлял руководитель Росгидромета М.Е. Яковенко. <http://www.meteorf.ru/press/news/18998/>

**22 апреля 2019 г. Росгидромет.** Руководитель Росгидромета М. Яковенко посетил Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна» – головное предприятие Госкорпорации «Роскосмос» по созданию космических систем гидрометеорологического, океанографического и гелиогеофизического назначения. Руководитель Росгидромета ознакомился с деятельностью предприятия. С руководством предприятия были проведены переговоры по вопросам ускорения создания в рамках Федеральной космической программы космических аппаратов, которые решают задачи получения информации для улучшения прогнозов погоды, геофизического мониторинга, освещения ледовой обстановки на Северном морском пути, мониторинга природных пожаров и другие задачи в интересах Росгидромета, а также улучшения качества бортовой целевой аппаратуры. Были осмотрены производственные и испытательные цеха предприятия, в том числе готовящийся к запуску в июне этого года космический аппарат «Метеор-М» № 2-2. <http://www.meteorf.ru/press/news/19020/>

## ОТКРЫТИЕ АНТАРКТИДЫ. НАЧАЛО ПУТИ

16 января (28 по старому стилю) мореплаватели Фаддей Фаддеевич Беллинсгаузен и Михаил Петрович Лазарев открыли Антарктиду – шестой континент нашей планеты. Совсем скоро этому событию исполнится 200 лет. Данная статья предлагает вспомнить о тех событиях и проанализировать эту грандиозную экспедицию.

### Предыстория и подготовка экспедиции

Прежде чем приступить к описанию подготовки экспедиции, нужно разобраться, чем мотивировалась эта экспедиция, что представляла собой Россия в то время, а также каких достижений в сфере освоения полярных областей человечеству уже удалось добиться.

В первой четверти XIX века Россия уже стала могущественной империей, постепенно выходящей на первые роли среди европейских держав, и активно проводила свою колониальную политику. Строились города в Сибири и на Дальнем Востоке, были присоединены Крымский полуостров, Южный Кавказ, началось завоевание Северного Кавказа, а также происходило закрепление за Россией Аляски и строительство там форпостов для развития торговли в Северной Америке. Отдаленность Аляски от столичного центра постоянно подталкивала к поиску наиболее короткого сообщения с Русской Америкой. Выход видели в двух арктических проходах — Северо-Восточном (Северный морской путь) и Северо-Западном (через Канадский Арктический архипелаг), поэтому для изыскания этих путей проводились многочисленные экспедиции. Так, в 1815–1818 годы одной из задач кругосветной экспедиции О.Е. Коцебу на бриге «Рюрик» было отыскание Северо-Восточного прохода через Берингов пролив. Несмотря на то, что задача не была выполнена полностью, экспедиция впечатлила императора Александра I. Монарху был представлен доклад морского министра И.И. Траверсе об этом плавании. В докладе также содержались сведения о достижении высоких широт у Шпицбергена экспедицией В.Я. Чичагова в 1765–1766 годах. Подготовленный Крузенштерном доклад заинтересовал как министра, так и императора.

Однако при чем здесь воды Антарктики? Дело в том, что изначально планировалась одна большая экспедиция, с двумя кругосветными плаваниями в Арктике (вновь для поиска Северо-Восточного прохода) и Антарктике (для поиска южного материка). В них должны были участвовать две «дивизии» (отряда), которым выделялось по два судна (речь о них пойдет ниже). Однако из-за того, что успехи дивизии М.П. Лазарева — Ф.Ф. Беллинсгаузена были грандиозными, их впоследствии стали выделять в отдельную экспедицию.

В начале XIX века уже появились первые научные обоснования существования южного материка. Еще в 1763 году была опубликована монография М.В. Ломоносова «О слоях земных». Там доказывалось, что южный материк должен существовать, так как около Магелланова пролива и южнее мыса Доброй Надежды дрейфуют айсберги, отколовшиеся от ледников. Великий русский ученый, который первым в мире ввел классификацию полярных льдов, был уверен, что ледники образуются на суше. Уже после смерти Ломоносова английский мореплаватель Дж. Кук несколько раз пересечет Южный полярный круг и будет наблюдать в водах Антарктики те самые гигантские айсберги. У русского правительства желание обнаружить неизвестную землю было настолько велико, что финансирование экспедиции было удвоено, а сроки сжаты. Сам Беллинсгаузен был назначен руководителем отряда за 42 дня до отплытия.

Основные положения инструкции для южного отряда ставили следующие задачи:

1. Продвигаться как можно ближе к Южному полюсу, открывая неизвестные земли.
2. После окончания первого антарктического лета отправиться в порт Джексон (Сидней) для отдыха и пополнения запасов.
3. Из Австралии двинуться в тихоокеанские воды и исследовать полинезийские острова, которые изучал О.В. Коцебу.
4. После второго посещения Австралии повторить первую задачу, продвигаясь к неизвестным землям в антарктических водах.

### Подготовка и снаряжение

Как уже говорилось выше, снаряжалось два отряда из четырех судов. На север отправлялся отряд М.Н. Васильева — Г.С. Шишмарёва на судах «Открытие» и «Благонамеренный», на юг — отряд Ф.Ф. Беллинсгаузена — М.П. Лазарева на «Востоке» и «Мирном». Здесь сразу стоит сказать, что отряды снаряжались практически одинаково. При этом если «Открытие» и «Восток» действительно были шлюпами водоизмещением около 900 тонн, то «Мирный» и «Благонамеренный» строились как военные транспорты водоизмещением около 500 тонн и были более тихоходными. Это отражалось на ходе экс-



Ф.Ф. Беллинсгаузен



М.П. Лазарев

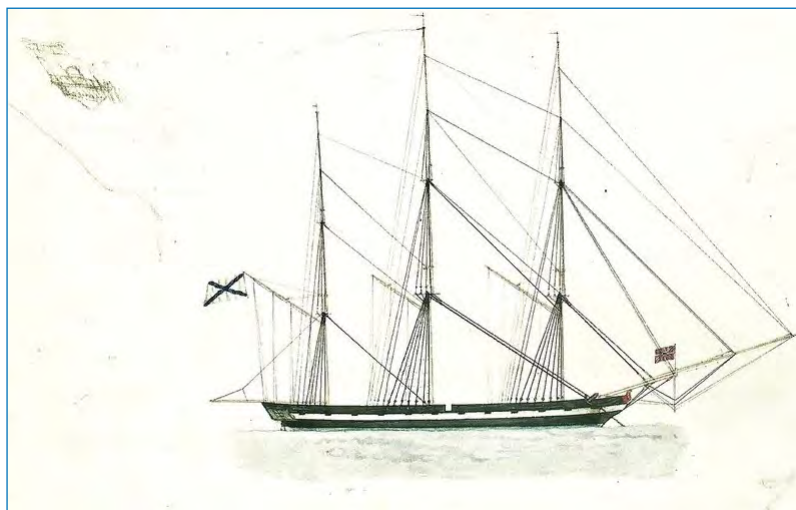


Рисунок Н.П. Михайлова «Шлюп Мирный»

педиции — отряды прилагали дополнительные усилия, чтобы суда не потеряли друг друга, ведь обе дивизии сначала должны были дойти до Бразилии.

Провизию руководитель южного отряда Ф.Ф. Беллинсгаузен планировал взять на два года, однако из-за спешки взятых припасов (крупы, солонина, сухари и т.д.) не хватало и пришлось докупать провиант в Дании, Бразилии и Австралии, это обеспечивало автономность плавания на 4–5 месяцев. На борт было взято новое для того времени сублимированное питание — дощатый бульон (суповой концентрат), но взять его много не удалось, поскольку он не успел полностью высохнуть. Для борьбы с цингой предполагались солодовый отвар, хвойная эссенция, лимоны, горчица и патока.

Рядовые члены экипажа снабжались за счет казны. Беллинсгаузен очень заботился о здоровье своих людей, закупая свежие продукты в каждом порту. Команда судов регулярно мылась и стирала одежду. До отбоя командиры старались держать людей на верхней палубе, а в это время проветривать и просушивать переполненные батарейные палубы. Беллинсгаузен запретил на «Востоке» порку как меру наказания, однако распространялось ли это на «Мирный» — неизвестно.

### Степень научности экспедиции

В литературе можно встретить утверждения, что экспедиция Ф.Ф. Беллинсгаузена — М.П. Лазарева не была научной, потому что в ней находился лишь один профессиональный ученый — 25-летний профессор И.М. Симонов. Однако по плану ученых на борту должно было быть больше — в обоих отрядах должны были участвовать натуралисты. (В XIX веке наличие в экспедиции лишь астронома, который занимался математическими расчетами, и натуралиста, занимавшегося описанием животных, растений, обычаев коренных народов, было мировой практикой. Ученым иногда помогали офицеры-штурманы. Отсутствие профессиональных ученых не мешало экспедициям делать научные открытия.)

С натуралистами возникли трудности. Существуют разные версии, почему немецкие ученые Г. Мертенс

и Г. Кунце не отправились в итоге в экспедиции. По одной версии они отказались из-за сжатых сроков для подготовки всего необходимого, по другой — из-за нехватки времени для прибытия в Копенгаген. Существует мнение, что так получилось из-за российской военно-морской бюрократии.

Тем не менее из этой ситуации быстро нашли выход — на борту находился художник П.Н. Михайлов, который должен был делать натуралистичные зарисовки растений, животных, местности, аборигенов и т.д. И.М. Симонов параллельно со своими прямыми обязанностями выполнял также натуралистические описания животных и растений. Набивать чучела животных ему помогли оба врача экспедиции — штаб-лекарь Я. Берх и хирург Н. Галкин.



Художник экспедиции  
П.Н. Михайлов

Отдельное внимание стоит уделить научным приборам и материалам, которые были заготовлены для экспедиции. Для нужд дивизий Беллинсгаузена и Васильева были куплены книги, описывающие путешествия других русских мореплавателей (Лисянского, Сарычева и т.д.), французские переводы книг иностранных путешественников, различные альманахи и карты. Были приобретены навигационные и астрономические приборы, хронометры, рефракторы и секстанты и множество других приборов. Некоторые из них покупались даже лично офицерами на их собственные деньги. Конечно, не обошлось без неполадок. Например, некоторые хронометры были низкого качества, британский морской альманах содержал ряд ошибок и т.д. Тем не менее результаты экспедиции, составленные карты и иллюстрации животных, вряд ли позволяют говорить о том, что экспедиция не была готова к научным исследованиям антарктических вод.



Астроном экспедиции,  
профессор И.М. Симонов

После всех приготовлений 4 июля 1819 года (16 июля по новому стилю) в шесть часов пополудни обе дивизии отплыли из Кронштадта, экипажи прокричали пятикратное «ура» и отсалютовали крепости. Оба отряда взяли совместный курс на Рио-де-Жанейро.

*И.А. Рудь (РГМАА)*

**РАСПОРЯЖЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ  
О КРУГОСВЕТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ПАРУСНЫХ СУДОВ,  
ПОСВЯЩЕННОЙ 200-ЛЕТИЮ ОТКРЫТИЯ АНТАРКТИДЫ  
ЭКСПЕДИЦИЕЙ Ф. БЕЛЛИНСГАУЗЕНА И М. ЛАЗАРЕВА**



В 2020 году исполняется 200 лет открытию Антарктиды экспедицией под командованием Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева. В связи с этим в 2019–2020 годах планируется кругосветная экспедиция учебно-парусных судов Росрыболовства «Паллада», «Седов» и «Крузенштерн», посвященная этому событию.

**Распоряжение от 16 марта 2019 года № 442-р**

Южная полярная экспедиция в составе двух военных шлюпов — «Восток» (командир — Фаддей Беллинсгаузен) и «Мирный» (Михаил Лазарев) — в 1819 году вышла из Кронштадта и 28 января 1820 года открыла Антарктиду. В 1821 году корабли вернулись в Кронштадт. Они пробыли в плавании 751 день и прошли более 92 тыс. км. Кроме Антарктиды экспедиция открыла 29 островов и один коралловый риф. Русские моряки провели научные, в том числе океанографические, исследования.

Подписанным распоряжением принято решение о проведении в 2019–2020 годах кругосветной экспедиции учебно-парусных судов Росрыболовства «Паллада», «Седов» и «Крузенштерн», посвященной 200-летию открытия Антарктиды экспедицией под командованием Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева.

Планируется, что экспедиция начнется в конце 2019 года, когда суда выйдут из своих портов: парусное судно «Паллада» — из Владивостока, барк «Седов» — из Кронштадта, барк «Крузенштерн» — из Калининграда. Экспедиция будет состоять из кругосветных плаваний парусников «Седов» и «Паллада», а также трансатлантического плавания судна «Крузенштерн». Большинство мест и портов, в которые будут заходить парусники, были открыты россиянами во время кругосветных плаваний.

Знаковыми событиями экспедиции станут встречи трех парусников в Атлантике на участке плавания между портами Ушуайя (Аргентина) и Кейптаун (ЮАР) в районе островов Южная Георгия и Южных Сандвичевых островов (Великобритания), где маршрут кругосветного плавания «Паллады» максимально близко подойдет к Антарктиде.

Плавание парусника «Паллада» начнется в ноябре 2019 года во Владивостоке и продлится до июня 2020 года. Задача «Паллады» — максимально близко подойти к Антарктиде.

Плавание парусника «Седов» начнется в декабре 2019 года в Кронштадте и завершится в декабре 2020

года в Калининграде. Его задача — совершить трансатлантический переход к месту совместного маневрирования с фрегатом «Паллада», затем продолжить экспедицию в одиночном плавании. После этапа, посвященного 200-летию открытия Антарктиды (до порта Кейптаун (ЮАР)), парусник приступит ко второму этапу экспедиции, посвященному 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. «Седов» совершит плавание через Индийский и Тихий океаны. Пройдя Панамским каналом в Атлантический океан, он продолжит плавание с целью посещения мест наиболее значимых событий Второй мировой войны.

Плавание парусника «Крузенштерн» начнется в декабре 2019 года в Калининграде и завершится в сентябре 2020 года. Задача «Крузенштерна» — совершить трансатлантический переход к месту совместного маневрирования с фрегатом «Паллада», затем продолжить экспедицию в одиночном плавании с целью прибыть в Черное море для посещения российских портов Севастополь, Новороссийск, Ялта, Сочи. «Крузенштерн» после завершения первого этапа экспедиции и встречи трех парусников в районе островов Южная Георгия (Великобритания) продолжит плавание, посвященное 75-летию Победы в Великой Отечественной войне с заходом в порты городов-героев, городов воинской славы, в порты Европы, где расположены мемориалы погибшим в борьбе с фашизмом.

Во время экспедиции на парусниках планируется провести фотовыставки, посвященные памятным датам российской истории, а также встречи с представителями зарубежной общественности и соотечественниками, проживающими за рубежом.

Подготовкой и проведением экспедиции займется специальный организационный комитет.

23 марта 2019 года

[http://government.ru/dep\\_news/36150/](http://government.ru/dep_news/36150/)

**27 апреля 2019 г. ИП “Gismeteo”.** В мировом океане обитает около 200000 видов вирусов, подсчитали ученые. Это число в 12 раз больше прежних оценок. Это лишь одно из открытий, описанных в новом исследовании, опубликованном в журнале Cell. Оно показало, что вирусы «сгруппированы» в пяти различных экологических зонах по всему океану. Также были выявлены новые горячие точки биоразнообразия. Некоторые из самых удивительных горячих точек, которые были обнаружены, находятся в Северном Ледовитом океане. <https://www.gismeteo.ru/news/sobytiya/31460-v-mirovom-okeane-naschitali-okolo-200-000-vidov-virusov/>

**3 мая 2019 г. ИП “Gismeteo”.** Северные олени, обитающие на архипелаге Шпицберген, из-за оледенения пастбищ стали питаться морскими водорослями. Норвежские ученые заметили оленей у самого берега и предположили, что животные поедают ламинарию, также известную как морская капуста. Анализ образцов фекалий подтвердил предположения. Расширение диеты северных оленей ученые связывают с глобальным изменением климата. Учитывая, что в Арктике потепление происходит ускоренными темпами, попытку адаптации вида к меняющимся условиям можно отнести к положительным тенденциям. <https://www.gismeteo.ru/news/klimat/31517-globalnoe-poteplenie-zastavilo-severnyh-oleney-pitatsya-vodoroslyami/>

**7 мая 2019 г. ИГ “Lenta.ru”.** Португальские ученые получили первое в истории свидетельство нового геологического явления, называемого расщеплением океанической плиты. Это объясняет, почему рядом с Пиренейским полуостровом время от времени происходят сильные землетрясения. Исследователи выяснили, что аномальная сейсмическая активность в Атлантическом океане возникает ниже идущего вниз фронта серпентинизации – процесса, при котором скальные породы изменяются под воздействием морской воды. В итоге может возникнуть новая зона субдукции, где одна плита погружается под другую. <https://lenta.ru/news/2019/05/07/plate/>

**18 мая 2019 г. ИП “Gismeteo”.** Новые данные показывают, что четверть ледовых щитов в Западной Антарктиде, самой уязвимой части континента, дестабилизировались. За 25 лет потери льда в наиболее опасных ледниках региона возросли в пять раз. Чтобы сделать такие выводы, ученые проанализировали 800 миллионов спутниковых измерений, сделанных с 1992 года. Результаты, опубликованные в Geophysical Research Letters, подчеркивают, насколько быстро происходят изменения. <https://www.gismeteo.ru/news/klimat/31672-uchenye-chetvert-lda-zapadnoy-antarktidy-seychas-nestabilna/>

**23 мая 2019 г. РГМАА.** В Музее Арктики и Антарктики (РГМАА) открылась выставка «Северный морской путь в эпоху атомного флота». Выставка подготовлена совместно с ПАО ЦКБ «Айсберг» – конструкторским бюро – разработчиком проектов атомных ледоколов и ПАО Совкомфлот – судоходной компанией, обеспечивающей мореплавание по Северному морскому пути. На выставке представлены 8 моделей атомных ледоколов: «Ленин», «Арктика», «Россия», «Таймыр», «50 лет Победы», строящихся на Балтийском заводе ледоколов проекта 22220, а также двух перспективных атомных ледоколов «Лидер» и «Офшорный». Также на выставке показана модель арктического газозова «Кристоф де Маржери», предоставленная ПАО Совкомфлот. <http://www.aari.ru/news/text/2019>

**29 мая 2019 г. «Взгляд. Деловая газета».** На Балтийском заводе в Санкт-Петербурге 25 мая спущен на воду третий атомный ледокол проекта 22220 «Урал». Это событие является знаковым для российского присутствия в Арктике. Всего запланировано строительство пяти ледоколов этого проекта, два из которых еще предстоит заложить. После окончания постройки ледоколы проекта 22220, также называемые «тип ЛК-60Я», станут основой российского ледокольного флота в Арктике. «Урал» стал вторым серийным ледоколом проекта 22220 – на воде уже находятся головной ледокол «Арктика» и первый серийный ледокол «Сибирь» этого проекта. <https://vz.ru/economy/2019/5/26/979467.html>

**29 мая 2019. Пресс-служба ААНИИ.** Праздничные мероприятия, приуроченные ко Дню полярника, прошли в ААНИИ 23 мая. Праздник начался с пресс-конференции, посвященной завершению первого этапа экспедиции ТРАНСАРКТИКА 2019 и строительству нового зимовочного комплекса станции Восток. Затем состоялась презентация нового фирменного стиля ААНИИ. В 14:00 присутствующие посмотрели видеопоздравление от сотрудников, которые сейчас выполняют работу на арктических и антарктических станциях. Директор ААНИИ Александр Макаров поздравил всех с праздником и пожелал успехов в работе; затем состоялся фуршет. [http://www.aari.ru/docs/press\\_release/2019/29.05.2019\\_dp.pdf](http://www.aari.ru/docs/press_release/2019/29.05.2019_dp.pdf)

**3 июня 2019 г. Росгидромет.** 28 мая издательством «Паулсен» выпущена в свет научно-популярная книга «Природа и климат Арктики». Авторы книги – Л.Ю. Васильев (метеоролог) и И.О. Думанская (океанолог) длительное время работали в системе Росгидромета на Крайнем Севере и в Арктике, занимались производственной и научной деятельностью. Книга охватывает основной спектр вопросов о природной среде в Арктике и может быть полезной для всех, кого интересуют науки о Земле. Выход в свет этой книги – вклад в проводимые мероприятия, посвященные 185-летию Гидрометслужбы России. <http://www.meteorf.ru/press/news/19286/>

**3 июня 2019 г. ИА «Арктика-инфо».** Головная многоцелевая атомная подлодка проекта 885 и две стратегические субмарины проекта 667БДРМ отработали в мае всплытие в полыньях среди льдов Арктики. Об этом говорится в сообщении пресс-службы Северного флота. «К выполнению задач подо льдами Северного Ледовитого океана были привлечены подводные атомные ракетные крейсера “Тула”, “Новомосковск” и “Северодвинск”. Подводники отработали полный спектр задач подледного плавания, в том числе по поиску полыньи в заданном районе и всплытию во льдах», – сообщили в пресс-службе. В ходе плавания в Арктике экипажи атомных подводных лодок Северного флота также выполнили ряд практических исследований по применению оружия подо льдом. [http://www.arctic-info.ru/news/bezopasnost/Tri\\_atomnykh\\_podlodki\\_RF\\_vsplyli\\_vo\\_ldakh\\_Arktiki\\_v\\_ramkakh\\_uchenyi/](http://www.arctic-info.ru/news/bezopasnost/Tri_atomnykh_podlodki_RF_vsplyli_vo_ldakh_Arktiki_v_ramkakh_uchenyi/)

**5 июня 2019 г. ИА «Арктика-инфо».** До конца 2019 года вся российская группировка в Арктике получит доступ к высокоскоростным каналам передачи информации. Заполярная связь начнет работать, когда на орбиту будут выведены спутники «Меридиан-М». Обновление увеличит пропускную способность спутниковой системы связи и расширит зону ее доступности на всем протяжении Севморпути. Кроме того, до конца года завершится и формирование орбитальной группировки военной связи «Благовест» – в ее состав войдут четыре космических аппарата. [http://www.arctic-info.ru/news/bezopasnost/Rossiyskie\\_voennye\\_sputniki\\_obespechat\\_vysokoskorostnyuyu\\_svyaz\\_v\\_Arktike/](http://www.arctic-info.ru/news/bezopasnost/Rossiyskie_voennye_sputniki_obespechat_vysokoskorostnyuyu_svyaz_v_Arktike/)

*Подготовил А.К. Платонов (ААНИИ)*

