



РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК

№ 3 (57)
2024 г.

ISSN 2218-5321 PRINT
ISSN 2618-6705 ONLINE



В НОМЕРЕ:

ХРОНИКА ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-42»

М.А. Емелина. Торжественный старт экспедиции «Северный полюс-42». 15 сентября 2024 года 3

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Н.Э. Демидов, Ю.В. Угрюмов. Об организации системы мониторинга многолетней мерзлоты высокоширотной Арктики по трансекте арх. Шпицберген — о. Врангеля 6

О.А. Трошичев. Геофизические исследования в Антарктике: мониторинг космической погоды 12

В.А. Меркулов. Научные исследования ААНИИ в ходе экспедиции «Арктический плавучий университет – 2024» на НИС «Профессор Молчанов» в июне–июле 2024 года 15

А.В. Савицкая, Н.А. Крупина, П.В. Пацева, А.В. Чернов, И.А. Свистунов. Разработка методики проведения натуральных ледовых испытаний судов на основании многолетнего опыта ФГБУ «ААНИИ» 18

А.А. Федотова, Я.В. Швед, Д.А. Смирнова, А.А. Петрова, А.В. Весман. Комплексные океанографические исследования в проливе Брансфилд с борта НЭС «Академик Трёшников» в рамках 69-й РАЭ 21

А.А. Екайкин, А.Н. Верес. Современный рост снегонакопления в Центральной Антарктиде является беспрецедентным за последние 2000 лет 26

М.С. Махотин, О.Р. Сидорова, В.В. Поважный, В.М. Смоляницкий, А.В. Даньшина, Т.Н. Еременко. Оценки межгодовой изменчивости концентраций климатически активных газов и потоков энергии на стационарах ААНИИ, биогеохимических циклов в морях Карском и Лаптевых 27

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

С.П. Поляков, П.И. Лунёв. Итоги двухлетней эксплуатации снежной посадочной площадки «Зенит», станция Прогресс, Восточная Антарктида 30

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, ЗАСЕДАНИЯ

II форум «Арктика — регионы»: специалисты обсудили навигацию на СМП и перспективы строительства на мерзлоте ... 33

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

ААНИИ посетила делегация Генконсульства КНР 35

Ведущие российские и китайские полярные организации договорились о сотрудничестве 36

ОБРАЗОВАНИЕ

М.А. Емелина, О.Ю. Стрибный. Рассказ о дрейфующей станции СП-41 в школе им. А.А. Полянского 37

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ААНИИ

В.В. Евсеев, М.А. Емелина, В.Ю. Замятин. Полярная фалеристика ААНИИ: российская эпоха 38

М.А. Емелина. Последний адрес Рудольфа Лазаревича Самойловича 44

ДАТЫ

В.И. Боярский. К 35-летию международной экспедиции «Трансантарктика» 45

И.А. Рудь. Рождение советской полярной авиации: 100 лет первым полетам Б.Г. Чухновского на Новой Земле 48

85 лет ведущему радиоэкологу страны 50

Павлу Максимовичу Николаеву — 75! 51

Памяти верного друга ААНИИ 52

Памяти Владимира Александровича Волкова 54

Памяти Евгения Александровича Гришина 55

НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

И.М. Ашик (главный редактор)
тел. (812) 337-3102, e-mail: ashik@aaari.ru

М.А. Емелина (ответственный секретарь редакции)

М.В. Гаврило, М.А. Гусакова, В.Ю. Замятин,
А.В. Клепиков, С.Ю. Лукьянов, П.И. Лунёв,
А.С. Макаров, А.А. Меркулов, Н.В. Петрова,
В.Т. Соколов, К.В. Фильчук

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

Редакционная почта: grg@aaari.ru

РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 3 (57) 2024 г.

ISSN 2218-5321 Print

ISSN 2618-0705 Online

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



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 — торжественный старт экспедиции «Северный полюс-42» в Мурманске (фото А.М. Зубкова);
внизу — во льдах Баренцева моря (фото А.В. Ермолина).

На 4-й странице обложки: гелиограф — самый красивый прибор на метеоплощадке МГ-2 им. Г.А. Ушакова (остров Голомянный, арх. Северная Земля) (фото А.В. Гузевой).

ТОРЖЕСТВЕННЫЙ СТАРТ ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-42»

15 СЕНТЯБРЯ 2024 ГОДА



В Мурманске торжественно был дан старт экспедиции «Северный полюс-42» (СП-42), организованной Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом (АНИИ) Росгидромета. Научная дрейфующая станция снова базируется на борту научно-экспедиционного судна (НЭС) «Северный полюс». Судно прекрасно себя показало в ходе первой экспедиции 2022–2024 годов, когда на нем работала экспедиция СП-41. Новый способ организации дрейфующей станции позволил осуществить непрерывный цикл наблюдений в течение 19 месяцев дрейфа, провести исследования системы взаимодействующих геосфер — атмосфера, океан, лед и морское дно. При подготовке СП-42 был учтен весь наработанный в экспедиции «Северный полюс-41» опыт, изучался потенциал нового судна, которое и само является измерительным инструментом, поскольку в его корпус вмонтированы датчики, позволяющие изучать воздействие льда на корпус судна в период дрейфа. В ходе СП-42 ученые разных научных специальностей — океанологи, ледоисследователи, метеорологи, геофизики, гидрохимики, экологи, биологи, геологи — продолжают фундаментальные исследования природной среды Арктики.

Экспедицию «Северный полюс-42» возглавляет океанолог, научный сотрудник АНИИ Александр Юрьевич Ипатов. За его плечами большой опыт работы на дрейфующих станциях. В 2006 году он был начальником океанологического отряда СП-34, в 2007 году работал на сезонной дрейфующей станции «Ледовая база», в 2008 году снова возглавил океанографический отряд — уже на СП-36, в 2011–2012 годах был начальником СП-39. Заместитель начальника станции по научной работе — доктор физико-математических наук, океанолог, главный научный сотрудник АНИИ и ведущий научный сотрудник кафедры океанологии географического факультета МГУ Владимир Владимирович Иванов. За его плечами огромный опыт морских высокоширотных экспедиций. Он принимал участие и в экспедиции «Трансарктика 2019», в ходе которой впервые был опробован новый способ организации дрейфующих станций в формате «судно — лед».

Среди участников СП-42 есть специалисты, которые работали на СП-41. В их число вошли и молодые ученые, для которых работа на дрейфующей станции в прошлом году стала первым опытом работы в Арктике. Таким образом, на СП-41 выполнили задачу передачи

опыта молодым исследователям и подготовки кадров к будущей зимовке. Экипаж НЭС «Северный полюс» возглавляет Сергей Александрович Дячкин, который был капитаном судна и в ходе первого года дрейфа СП-41. В составе команды также много тех, кто уже дрейфовал на судне в ходе первой экспедиции. Эти факты ярко свидетельствуют о том, что НЭС «Северный полюс» является комфортной и надежной площадкой для работы и проведения исследований в условиях дрейфа.

НЭС «Северный полюс» покинуло порт Санкт-Петербург 28 августа, совершило переход в Мурманск, обогнув Скандинавский полуостров. 10 сентября оно ошвартовалось у мурманского причала. Здесь в течение нескольких дней осуществлялась его дозагрузка. В тот же день из порта Мурманск в Арктику вышло еще одно научно-экспедиционное судно АНИИ — «Академик Федоров». В этом году именно оно отправилось к Северной Земле, чтобы доставить полярников и необходимые грузы (запас продовольствия, топливо) на научно-исследовательский стационар «Ледовая база Мыс Баранова». Затем НЭС «Академик Федоров» проследует в район Новосибирских островов для помощи в поиске подходящей льдины для дрейфующей станции «Северный полюс-42». Экспедицию возглавляет руководитель Высокоширотной арктической экспедиции АНИИ Владимир Тимофеевич Соколов.

Торжественно провожать арктические экспедиции — традиция, сложившаяся еще в прежние времена. В сентябре 2022 года в порту Мурманска проходило официальное мероприятие, которое символизировало начало работы экспедиции СП-41, на него были приглашены почетные гости и представители средств массовой информации. 15 сентября 2024 года мурманчане провожали участников СП-42. Экипаж, ученые и гости собрались на вертолетной площадке НЭС «Северный полюс», украшенной яркими флагами с названиями института и экспедиции.

Поздравление от Росгидромета зачитал Юрий Валерьевич Угрюмов, заместитель директора АНИИ по экспедиционной работе. В нем, в частности, подчеркивалось, что ледостойкая самодвижущаяся платформа оправдала все ожидания: «В своем первом рейсе судно обеспечило комфортные и безопасные условия для работы полярников в высоких широтах, что позволило эффективно проводить важные для науки исследования».



Ю.В. Угрюмов зачитывает приветствия



К.В. Фильчук напутствует участников СП-42



Выступает А.Ю. Ипатов



Собравшихся приветствует Е.М. Зубрицкая



Дождь в дорогу — добрая примета!

Министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации Александр Александрович Козлов в своем приветствии отметил: «С первым рейсом ледостойкой платформы Россия вернулась в Арктику навсегда. Не имеющее аналогов в мире судно позволило на совершенно другом уровне перезапустить программу исследований природной среды высоких широт. Ученые собрали уникальный материал, важный для сохранения экологии региона, понимания климатических изменений и разработки мер адаптации к ним, для обеспечения безопасности судоходства по Северному морскому пути. Именно так формируется лидерство страны. Благодаря ежедневному труду полярников, Россия сегодня многократно увеличила темп изучения полярных областей планеты».

От себя Ю.В. Угрюмов сказал, что работа дрейфующих станций продолжается, она является необходимой для понимания процессов глобального изменения климата, сбора важных данных для развития навигации на трассе Северного морского пути и уточнения границ континентального шельфа Российской Федерации.

Директор ААНИИ Александр Сергеевич Макаров, характеризуя задачи, поставленные перед СП-42, подчеркнул: «Для нас вторая экспедиция очень важная — может быть, она даже важнее, чем первая. Потому что мы входим в постоянный рабочий режим — в мониторинговый режим работы в Арктике. Мы будем работать здесь постоянно. Непрерывность дает уникальную возможность понять, как живет природа. Месяц, два, три не дают полной картины. А у нас будет возможность получать эту полную картину на протяжении 20–30 лет. Может быть, даже 40 лет. Это уникальная возможность планировать научные эксперименты на такой долгий срок».

Начальник СП-41 Кирилл Валерьевич Фильчук передал флаг экспедиции руководителю новой дрейфующей станции СП-42 А.Ю. Ипатову и сказал: «Важнейший фактор, который определяет успех исследований природной среды, в том числе в высокоширотных районах Арктики, это обеспечение их непрерывности и регулярности. Поэтому очень важно, чтобы научно-экспедиционное судно “Северный полюс” — наша замечательная научная платформа — было вовлечено в непрерывный экспедиционный цикл. Вам предстоит сделать следующий шаг на этом непростом пути. Эта задача не менее важная и сложная, чем та, которая стояла перед нами, участниками первого рейса. Поэтому я желаю вам успеха! Пусть люди будут здоровы, техника будет исправна. И пожелание неожиданное для судов, осуществляющих ледовые плавания, но традиционное для дрейфующих станций — крепкого льда вам!»

В ответном слове А.Ю. Ипатов отметил: «Мы начинаем очередной важный этап в исследовании Арктики.



А.Ю. Ипатов поднимает флаг СП-42

Времена сейчас непростые, но тем не менее мы смогли достаточно хорошо подготовиться к рейсу, поэтому надеемся, что результаты, которые мы получим, будут вполне удовлетворительными. Не будем забывать, что мы будем самыми северными представителями нашей страны в Северном Ледовитом океане. Поэтому будем готовы ко всему. Задачи, поставленные перед нами, будут выполнены однозначно».

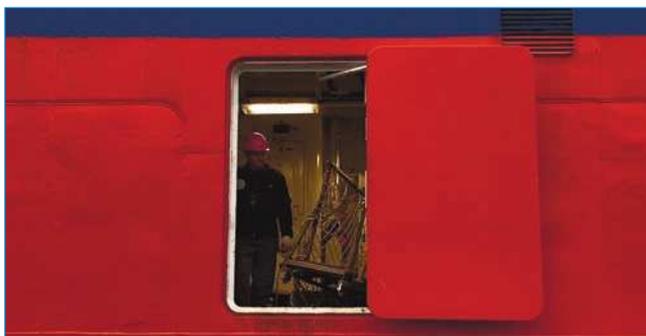
А.Ю. Ипатов подошел к флагштоку, и в небо под аплодисменты собравшихся взвился флаг дрейфующей станции «Северный полюс-42».

Слово взяла Елена Михайловна Зубрицкая, заместитель министра образования и науки Мурманской области. Она поприветствовала участников экспедиции от лица всех жителей региона и сказала: «Мы, мурманчане, жители Арктики, как никто другой, понимаем, какая она красивая и какая она суровая, какая она мощная и какая в то же время хрупкая. Как важно ее изучать, понимать, исследовать и учитывать это в нашей жизни, как важно защитить ее от нашего излишнего воздействия. А ваша экспедиция как раз на это и нацелена — на то, чтобы дать новое знание, новое вдохновение для нас, жителей Арктики. Мы очень гордимся тем, что платформа приходит и уходит в высокие широты именно из Мурманского порта. И мы готовим вам новое поколение юных полярников: у нас уже более 300 ребят в этом движении. Это более 300 молодых северян, влюбленных в наш край, влюбленных в Арктику и готовых посвятить себя ее исследованию. Успехов вам, хорошей погоды, пусть Арктика будет к вам благосклонна. Мы вас будем ждать!»

Флаг поднят, над Кольским заливом прозвучал протяжный гудок судна — на удачу. НЭС «Северный полюс» отправилось из порта Мурманск в район Новосибирских островов, к начальной точке дрейфа. Там при участии специалистов, базирующихся на НЭС «Академик Федоров», будет выбрано надежное ледяное поле, с которым судно будет дрейфовать на протяжении многих месяцев. Ресурс НЭС «Северный полюс» позволяет ему до двух лет непрерывно работать в высоких широтах Северного Ледовитого океана.

Участникам СП-42 пожелали крепкого льда для удачного дрейфа. Сколько продлится дрейф, точно неизвестно. Ожидается, что будет выполнен по меньшей мере годичный цикл наблюдений. На апрель и август 2025 года запланированы операции по ротации кадров и снабжению. Способ их проведения был удачно опробован в ходе СП-41. А возвращение НЭС «Северный полюс» в Мурманск намечено на весну 2026 года.

*М.А. Емелина (ААНИИ).
Фото А.М. Зубкова*



Закрытие лацпорта перед отходом



С.А. Дячкин (на переднем плане) и лоцман руководят отшвартовкой судна



В рубке НЭС «Северный полюс»



НЭС «Северный полюс» покидает порт Мурманск



Участники экспедиции «Северный полюс-42» и провожающие

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ ВЫСОКОШИРОТНОЙ АРКТИКИ ПО ТРАНСЕКТЕ АРХ. ШПИЦБЕРГЕН — О. ВРАНГЕЛЯ

В мае 2024 года специалистами ГНЦ АНИИ была пробурена термометрическая скважина Государственной системы фонового мониторинга состояния многолетней мерзлоты (ГСМ СММ) на острове Врангеля. С учетом проводившихся в последние годы работ на архипелагах Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, на острове Визе, архипелагах Северная Земля и Новосибирские острова можно говорить о появлении наблюдательной мерзлотной трансекты, пересекающей всю евразийскую часть высокоширотной Арктики. В данной заметке рассказывается о ходе этих работ, специфике логистического обеспечения мерзлотных исследований в Арктике, а также о первых научных результатах исследований.

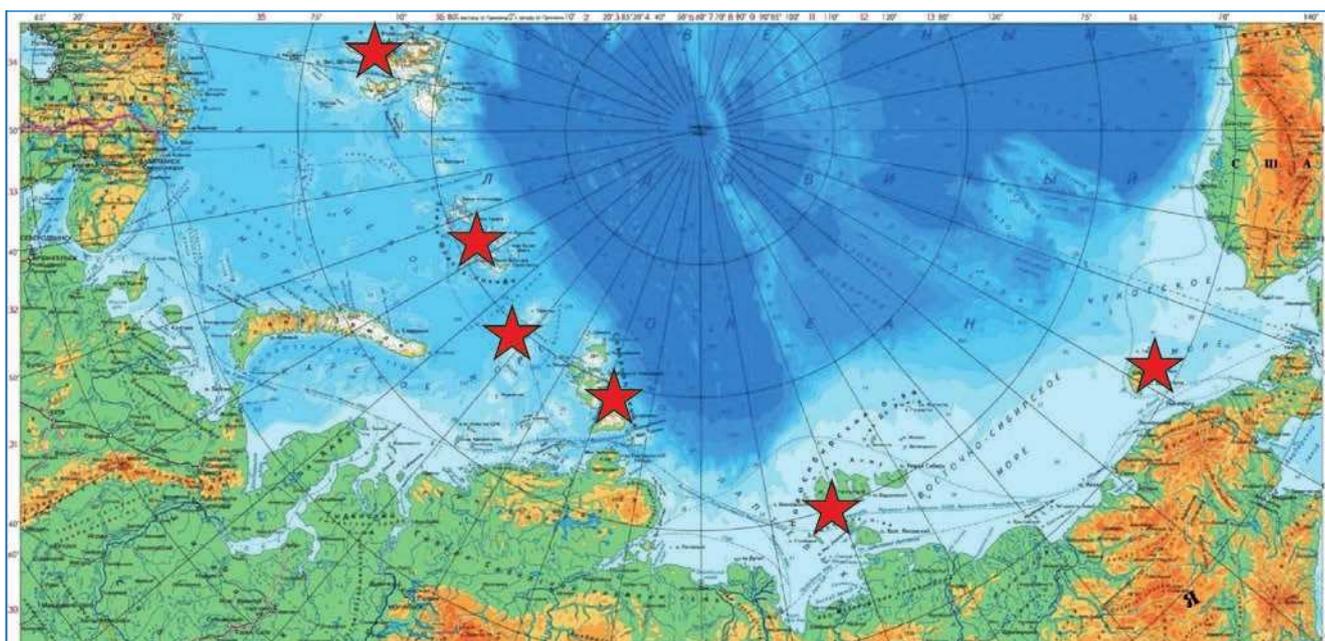
Архипелаг Шпицберген. Начало планомерным работам АНИИ по изучению и мониторингу мерзлоты островной Арктики было положено на Шпицбергене. В сезонных работах Российской научной арктической экспедиции на архипелаге Шпицберген (РАЭ-Ш) с 2016 года участвует отряд мерзлотоведов. Основная задача состоит в формировании в составе общей системы наблюдений за криосферой Шпицбергена мерзлотного полигона, на котором отслеживается динамика температурного режима мерзлых пород. Хорошо себя зарекомендовала практика проведения работ в два этапа: в зимне-весеннее время, когда без ущерба почвенно-растительному покрову можно транспортировать снегоходами малогабаритную установку, бурятся скважины, а в летне-осенний период проводятся измерения температуры и снимаются данные с установленных автоматических логгеров. Использование снегоходов позволило охватить зону радиусом до 50 км от базы в поселке Баренцбург. В поселок Пирамида

доставка людей и грузов осуществляется с использованием транспортных средств треста «Арктикуголь», туристических рейсов или арендованных маломерных судов. В марте 2021 года удалось совместить океанологические исследования в Билле-фьорде с доставкой и выброской отряда мерзлотоведов на Пирамиду. При этом маломерное судно подходило к кромке припая, и после замеров толщины льда производилась выгрузка снегоходов и оборудования.

Температура пород отслеживается в 16 оборудованных термометрических скважинах в районе Баренцбурга и Пирамиды. Ежегодно в конце теплого периода измеряется мощность сезонно-талого слоя (СТС) на площадке мониторинга, организованной по международному стандарту программы Circumpolar Activelayer Monitoring (CALM). В 2019 и 2020 годах в рамках грантов Svalbard Strategic Grant полученные российской стороной данные мониторинга обобщались вместе с данными мониторинга мерзлых пород в других районах Шпицбергена норвежскими, немецкими, итальянскими и польскими учеными и публиковались в годовых отчетах "The State of Environmental Science in Svalbard". Норвежские и российские специалисты обменивались визитами в Баренцбург и Лонгйир в целях совершенствования методик бурения мерзлых пород.

Помимо решения основной задачи организации мониторинга состояния мерзлоты, на архипелаге активно изучались криогенные явления. Впервые на Шпицбергене удалось выполнить сквозное бурение ряда гидролаколитов и сделать выводы об их природе. Сотрудником Центра мониторинга состояния многолетней мерзлоты В.Э. Демидовым на эту тему подготовлена кандидатская

Расположение пунктов мониторинга мерзлоты в Евразийском секторе высокоширотной Арктики, обустроенных АНИИ в 2016–2024 годах





Бурение скважины на гидролакколите Нори в долине Грёндален (арх. Шпицберген)

диссертация «Формирование и современная динамика гидролакколитов архипелага Шпицберген».

Наличие в составе РАЭ-Ш химико-аналитической лаборатории в Баренцбурге позволило оперативно выполнять детальное изучение химического состава надмерзлотных, подмерзлотных и внутримерзлотных вод, а также водной вытяжки из мерзлых пород непосредственно на архипелаге без вывоза образцов на материк. С помощью электроразведки были оконтурены криопэги. Их наличие впоследствии было подтверждено бурением. Комплексно изучена специфика биогеохимии мерзлых пород Шпицбергена. Эти работы включали микробиологический анализ, определение содержания газов, углерода и ртути. В обработке данных и подготовке научных публикаций по Шпицбергену активное участие принимали С. Веттерих и Л. Ширрмейстер из Центра полярных и морских исследований им. Гельмгольца (Институт им. Альфреда Вегенера, AWI, г. Потсдам, Германия).

По соглашению с оператором российских поселков на Шпицбергене трестом «Арктиуголь» начат геотехнический мониторинг температурного состояния грунтов оснований зданий. Базируясь на результатах термометрических наблюдений в скважинах и трендах роста среднегодовой температуры воздуха сделан прогноз о вероятном начале опускания кровли многолетней мерзлоты в ближайшие 30 лет. Совместно с специалистами ООО «МГУ-геофизика» выполнялись геофизические работы по картированию таликовых зон и субмаринной мерзлоты, а в 2021 году в рамках опытно-методических работ по подготовке проекта ГСМ СММ в долине Грёнда-

лен была пробурена и впервые в практике отечественных исследований оборудована термокозой со спутниковым передатчиком данных тестовая скважина глубиной 25 м.

Архипелаг Северная Земля. В 2019 году ААНИИ был выделен грант РНФ «Геокриологические условия архипелагов и прилегающего шельфа западного сектора Евразийской Арктики» (руководитель — научный сотрудник отдела географии полярных стран Н.Э. Демидов), что позволило расширить географию работ и «перекинуть мост» от Шпицбергена к исследованию Земли Франца-Иосифа и Северной Земли. В задачи гранта входила в том числе отработка технологий мониторинга в преддверии создания национальной системы мониторинга криолитозоны РФ. В целях изучения мерзлотных условий Северной Земли и закладки здесь пункта геокриологического мониторинга на севере о. Большевик с научно-исследовательской стационара «Ледовая база Мыс Баранова» проведены сезонные работы в составе Высокоширотной арктической экспедиции (ВАЭ) в апреле–мае 2021 года. Доставка на о. Большевик осуществлялась вертолетом из пос. Хатанга. Для бурения в устьевой зоне р. Новая, как и на Шпицбергене, использовалась малогабаритная установка, транспортируемая на снегоходах. Отряд из трех человек при этом ночевал в балке на р. Базовая. Бурение скважин в ближайших окрестностях «Ледовой базы Мыс Баранова» осуществлялось установкой, смонтированной на базе трактора на колесном шасси. Пробуренные скважины позволили впервые определить температурный режим мерзлых пород архипелага. Кроме того, по кернам была сделана

Президент международной ассоциации мерзлотоведения (IPA)

Х. Кристенсен, Г. Гилберт и Н. Демидов обмениваются опытом применения различных видов буровых коронок для проходки мерзлых пород в университете UNIS, Лонгйир



Бурение скважины в устьевой зоне р. Новая (арх. Северная Земля)





Наледный бугор — блистер в устьевой зоне р. Новая
(арх. Северная Земля)

характеристика криолитологического строения морских, аллювиальных и элювиальных отложений. Одна из скважин бурилась с припайного льда и под толщей морской воды вскрыла донные льдосодержащие грунты.

Маршрутные исследования на снегоходах проводились в радиусе 50 км. Их интересным результатом стало обнаружение наледных бугров — блистеров с газонасыщенным рассолом. Криопэги из наледных бугров имели хлоридно-кальциевый и сульфатный магниевый-кальциевый состав. Образование блистеров и криопэгов связано с промерзанием подрусловых таликов в замкнутой системе. Кроме того, проведен отбор повторно-жильных льдов (ПЖЛ), образующих полигоны на морских террасах. На западном берегу залива Микояна на морской террасе была размечена площадка мониторинга СТС, на которой с осени 2021 года в конце теплого сезона сотрудники ВАЭ производят съем данных.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа. В июне 2021 года в ходе рейса НЭС «Михаил Сомов» Северного УГМС, совершавшего обеспечение станций в западном секторе Арктики, совмещенное с работами Арктического плавучего университета, были выполнены рекогносцировочные работы по определению точек бурения термометрических скважин и мест расположения площадок мониторинга СТС на архипелаге Земля Франца-Иосифа на островах Хейса, Гуккера, Алджер и Белл. Оптимальное место для пункта геофизиологического мониторинга было выбрано рядом с ОГМС им. Э.Т. Кренкеля на о. Хейса. Здесь на террасе, сложенной морскими песками, была заложена площадка, на которой по договору с Северным УГМС в 2021 и 2022 годах сотрудниками обсерватории выполнялись измерения СТС. Согласно данным электро-разведочного профиля мощность многолетнемерзлых пород составляет здесь около 100 м.

В 2022 году ААНИИ был определен исполнителем масштабного проекта создания Государственной системы фоновго мониторинга состояния многолетней мерзлоты (ГСМ СММ). При разработке РД 52.17.925–2023 «Руководство по организации и осуществлению государственного фоновго мониторинга состояния многолетней мерзлоты» был учтен опыт, полученный ранее на Шпицбергене и Северной Земле. Проект предусматривает создание 140 пунктов мониторинга на территории Российской Федерации. Каждый пункт мониторинга оборудуется термометрической скважиной. Часть скважин, в высокоширотной Арктике, ААНИИ выполняет собственными силами, остальные — с привлечением сторонних организаций.



НЭС «Академик Трёшников»
в проливах Земли Франца-Иосифа

Интересная в логистическом отношении операция по организации бурения термометрической скважины была проведена в августе 2023 года на о. Хейса. Дрейфующая станция «Северный полюс-41» в это время находилась к северу от Земли Франца-Иосифа, и к ней направлялось НЭС «Академик Трёшников» с целью снабжения и ротации персонала. В институте было принято решение использовать рейс судна в том числе и для доставки и вывоза отряда мерзловедов на арктические острова.

Когда 9 августа НЭС «Академик Трёшников» подошло к архипелагу с юга, сквозной проход через проливы был невозможен, и вертолет доставил отряд из трех человек на полярную станцию ОГМС им. Э.Т. Кренкеля с расстояния более 200 км. На подлете к станции вертолет совершил посадку в выбранной в 2021 году точке, где была выгружена буровая установка. После завершения заброски отряда вертолет нагнал НЭС «Академик Трёшников», которое, не останавливаясь, продолжало огибать с запада Землю Франца-Иосифа. 23 августа по возвращении от дрейфующей станции ледовая обстановка дала судну возможность пройти с севера сквозь архипелаг Британским каналом и забрать отряд вертолетом с небольшого удаления. За это время по стандартам РД 52.17.925–2023 были обустроены термометрическая скважина глубиной 25 м, вскрывшая разрез засоленных морских песков и суглинков, и площадка мониторинга СТС. Удалось также провести бурение дополнительной скважины и обнаружить в ней криопэг, а в ходе маршрутных исследований отобрать образцы ПЖЛ. Уже утром 24 августа НЭС «Академик Трёшников», завершив переход в 400 км к находящемуся на полпути между Землей Франца-Иосифа и Северной Землей о. Визе, провело вертолетную заброску мерзловедов на этот остров.

Остров Визе. Несмотря на небольшие размеры острова — длина около 35 км, — интерес к организации здесь пункта ГСМ СММ был связан с тем, что на острове работает одна из немногих в Арктике метеостанций Росгидромета, где с советского времени ведутся наблюдения за температурой почвогрунтов вытяжными термометрами (одним из критериев при выборе мест расположения пунктов ГСМ СММ является приемственность с сетью станций, выполнявших данный вид наблюдений). Кроме того, остров до сих пор остается слабоизученным даже в общегеографическом плане. Факт неоднократного переноса метеоплощадки вследствие размыва берега говорил о сложности острова рыхлыми породами, подверженными активной термоабразии. Де-



А.В. Гузева завершает установку термокосы со спутниковым передатчиком в скважине на о. Визе

тальное обследование береговых обнажений высотой 8–10 м показало, что в толщах мерзлых нижнемеловых горизонтально-слоистых песков встречаются стяжения сферической формы до 3–4 м в диаметре, а также протяженные пласты мощностью 0,2–0,8 м известково-кремнистых песчаников. Пляжи слагаются галькой этих плотных пород. На поверхности можно наблюдать россыпи каменного материала, выпученного мерзлотой. Со второй попытки (первая скважина уперлась в скальный грунт на глубине около 4 м) была пробурена термометрическая скважина глубиной 25 м по пескам с массивной криотекстурой. На ровной поверхности без каменного материала размечена площадка мониторинга СТС. В обнажениях и шурфах были исследованы и отобраны образцы ПЖЛ. Несмотря на то, что обрывы с ледяными жилами на о. Визе во многом напоминают классические плейстоценовые обнажения с остатками мамонтовой фауны, здесь мы имеем дело с так называемыми эпигенетически промерзшими отложениями. Сами осадки образовались около 100 млн лет назад в эпоху с теплым

Повторно-жильный лед в обнажении на о. Визе (см. геологический молоток для масштаба)



Н.Э. Демидов с образцом окаменевшего дерева из отложений нижнего мела на о. Визе

климатом, о чем говорят многочисленные находки окаменелых и обугленных деревьев, а промерзание с образованием ПЖЛ произошло значительно позже.

Архипелаг Новосибирские острова. В августе 2023 года НЭС «Михаил Сомов» встало на незапланированный ремонт, и функции снабженческого рейса по полярным станциям легли на НЭС «Академик Трёшников». Было принято оперативное решение использовать этот рейс для организации еще одного пункта мониторинга и перебазировать отряд мерзлотоведов с о. Визе на Новосибирские острова. На этом архипелаге есть три действующие метеорологические станции: АЭ Котельный, МГ-2 Пролив Санникова и МГ-2 Кигилях. Необходимо было выбрать для работ одну из них с точки зрения пригодности для расположения здесь пункта мониторинга мерзлоты. Помимо анализа картографического материала и космоснимков в этом вопросе в некоторой степени помогла книга А.Ф. Трёшникова «Мои полярные путешествия», хранящаяся в судовой библиотеке. А.Ф. Трёшников перед войной участвовал в экспедиции Арктического института,

Образованные мерзлотой конические холмы — байджарахи. Строения на заднем плане — метеостанция МГ-2 Пролив Санникова (о. Котельный, арх. Новосибирские острова)



которая занималась работами на Новосибирских островах и в том числе проводила поиск оптимальных мест для новых метеорологических станций. Достаточно подробно в книге были описаны и условия в районе мыса Медвежий на юго-западе о. Котельный, где при участии А.Ф. Трёшникова была открыта станция Пролив Санникова. Наряду с другими собранными данными приведенные в книге сведения позволили сделать выбор в пользу этой станции. В начале октября НЭС «Академик Трёшников» подошло к о. Котельный для снабжения одноименной станции. 2 октября вертолетом с борта судна отряд из двух мерзлотоведов с буровой установкой был переброшен на метеостанцию МГ-2 Пролив Санникова. Поверхность здесь покрыта образующимися при вытаивании ледяных жил коническими буграми — байджарахами. Скважина глубиной 25 м, пробуренная в 40 м от метеоплощадки, вскрыла разрез так называемого ледового комплекса — сильнольдистых суглинков и ПЖЛ, подстилаемых с глубины 20,4 м аргиллитами.

20 октября НЭС «Академик Трёшников» подошло к МГ-2 Пролив Санникова для ее снабжения и забрало мерзлотоведов. С приближением полярной ночи дальнейшие буровые работы сезона 2023 года стали невозможны. В этом же рейсе оборудование было заброшено на о. Врангеля для проведения работ в следующем году.

Остров Врангеля. Для выяснения закономерностей формирования мерзлотных условий на высокоширотной трансекте о. Врангеля имеет особое значение как самый восточный пункт, на климате которого сказывается влияние теплых атмосферных и океанических тихоокеанских масс. Полевому этапу предшествовал ряд согласований, так как работать предстояло в охранной зоне заповедника «Остров Врангеля». Работы по обустройству государственного пункта мониторинга на этом острове проведены с 29 апреля по 24 мая 2024 года. Заброска и вывоз отряда из трех человек выполнены вертолетом из г. Певека. На о. Врангеля мощность чехла рыхлых отложений в целом невысока, и при планировании работ было понятно, что скважина глубиной 25 м неминуемо достаточно быстро встретит в своем разрезе скальные грунты. На геологической карте острова в районе метеорологической станции МГ-2 о. Врангеля показаны морские четвертичные осадки, подстилаемые глинистыми сланцами триаса. Из опыта бурения на Шпицбергене и на Новосибирских островах мы знали, что малогабаритная установка с трудом, но справляется с бурением глинистых сланцев. Скважину заложили на морской абразионно-аккумулятивной террасе в 35 м от метеоплощадки. Работы по ее проходке и обустройству термодоской были закончены 13 мая. Верхняя часть вскрытого скважиной разреза была представлена мерзлыми морскими суглинками с включениями гальки, а с глубины 3 м шли трещиноватые глинистые сланцы с прожилками кварца. Как известно, 180-й меридиан рассекает о. Врангеля на две части. Поэтому термометрическая скважина на МГ-2 о. Врангеля стала первой в Западном полушарии Земли

из пробуренных на данный момент в сети ГСМ СММ. Для изучения криогенного строения отложений было выполнено бурение дополнительных скважин на песчано-галечной отмели (рядом с метеоплощадкой старой полярной станции) и на участке выраженного развития ПЖЛ в 6 км западнее поселка Ушаковский. Первой из них был вскрыт криопэг, а второй — сильнольдистые суглинки и ледогрунт. В ходе рекогносцировки в устьевой зоне р. Нашей описаны наледные бугры — блистеры с незамерзающим рассолом, образование которых, по видимому, происходит по сходному механизму с буграми на Северной Земле. Интересно, что аналогичные бугры высотой до 5 м были описаны и сфотографированы С.В. Обручевым в ходе маршрутов по материковой Чукотке в 1930-х годах.

Основные итоги. Идея закрытия «белого пятна» в геофизиологии высокоширотной Арктики и формирования системы мониторинга на трансекте арх. Шпицберген — о. Врангеля была впервые высказана нами на конференции Svalbard Science Conference в г. Осло осенью 2019 года (Permafrost monitoring network as part of Eurasian Arctic high-latitude permafrost monitoring transect, N.E. Demidov, S.R. Verkulich, V.E. Demidov, L. Schirrmeister, S. Wetterich). Благодаря плану работ российских научных баз на Шпицбергене и Северной Земле и поддержке гранта РНФ на первом этапе, а также старту проекта формирования Государственной системы фонового мониторинга состояния многолетней мерзлоты на втором этапе наблюдательная трансекта была сформирована в кратчайшие сроки. Необходимо отметить, что наличие в системе Росгидромета полярных станций предоставило возможность работать с опорой на существующую инфраструктуру без сложных и дорогостоящих операций по развертыванию полевых лагерей. Проживание на станции позволяет минимизировать опасности, связанные с белым медведем. Участники работ с благодарностью вспоминают станционных собак: Хейсу и Диксона на ОГМС им. Э.Т. Кренкеля, Боцмана и Палыча на МГ-2 о. Визе, Панду на МГ-2 о. Врангеля и др., которые с удовольствием несли караул на буровых площадках и участвовали в маршрутах. С научной точки зрения увязка термометрических скважин и площадок мониторинга СТС с метеостанциями также крайне важна, что отражено в РД 52.17.925–2023. По сути, пункт мониторинга представляет собой целый приборный комплекс,

отслеживающий составляющие радиационно-теплого баланса и параметры состояния мерзлоты.

На большей части трансекты бурение термометрических скважин выполнено впервые, и впервые получены данные о температурном режиме грунтов (на геофизиологической карте СССР температурная характеристика мерзлоты арктических архипелагов была дана исходя из теоретических предпосылок по данным о температурах воздуха с метеостанций). Сравнительный анализ данных по скважинам показывает, что на Шпицбергене велико влияние атлантических океанических и атмосферных масс — температура на подошве слоя годовых теплооборотов составляет все-

Бурение на метеостанции МГ-2 о. Врангеля





Наледь в долине Колесдален на арх. Шпицберген (для масштаба см. снегоходы в нижней части снимка)

го $-3,5... -2,0$ °С. Это единственный из изученных нами архипелагов, на котором деградация мерзлых грунтов прогнозируется уже в ближайшие десятилетия. С учетом наличия на Шпицбергене российских поселков с масштабной инфраструктурой этот вывод требует особого внимания. На Земле Франца-Иосифа влияние Атлантики ослабевает, но еще чувствуется. Несмотря на то, что обустроенная скважина на о. Хейса — самая северная в сети ГСМ СММ (как и самая северная на данный момент термометрическая скважина в Евразии в целом), температура мерзлоты здесь несколько выше (-9 °С), чем в скважинах на более восточных, но менее высокорасположенных в широтном отношении станциях на о. Визе, Северной Земле и Новосибирских островах ($-10... -11$ °С). Таким образом, показано, что в высокоширотной Арктике, как и в континентальной части криолитозоны, наблюдается влияние западного переноса. На о. Врангеля влияние Тихого океана и относительно низкая широта проявляются в повышении температуры мерзлоты на подошве слоя годовых теплооборотов до -7 °С. Единственным из обследованных архипелагов и островов, где существует разгрузка на поверхность межмерзлотных и подмерзлотных вод, является Шпицберген. Это объясняется расположением архипелага в активной тектонической и вулканической зоне с проявлениями гидротерм и наличием теплых ледников, питающих подземные воды. Только на Шпицбергене имеются крупные наледи и гидролакколиты — свидетели разгрузки подземных вод. Небольшие сезонные бугры пучения, как и наледные

бугры-блистеры, встречаются на всех архипелагах. Одним из основных проявлений мерзлоты в рельефе арктических островов и архипелагов можно считать полигональную сеть, формируемую ПЖЛ. Температурные кривые по скважинам имеют тенденцию отклоняться с глубиной в сторону отрицательных температур. Этот эффект говорит о том, что в верхней толще мерзлых пород происходит рост температуры вследствие потепления климата, тогда как ниже располагается толща мерзлоты, которая еще не затронута этим процессом. После накопления данных измерений температур в скважинах в годовом цикле можно будет впервые в деталях проанализировать специфику формирования температурного режима пород в высокоширотной Арктике, которая обеспечивается явно выраженным наличием полярного дня и полярной ночи, коротким бесснежным периодом, крайне низкими среднегодовыми температурами пород (за исключением Шпицбергена температуры в высокоширотной Арктике оказались ниже, чем в скважине ГСМ СММ в Оймяконе) и другими факторами. С практических позиций сформированная сеть уже сейчас дает информацию, на которую можно опереться при проектировании инфраструктуры в акватории Северного морского пути.

*Н.Э. Демидов, Ю.В. Угрюмов (ААНИИ).
Фото Н.Э. Демидова и А.В. Гузевой*

Самый высокий гидролакколит на Шпицбергене (для масштаба см. фигуру человека на вершине), долина Рейндален



ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АНТАРКТИКЕ: МОНИТОРИНГ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ

Космической погодой называют комплекс явлений и процессов в космическом пространстве, которые связаны с солнечной активностью и оказывают критическое воздействие на среду обитания человека (геофизическую обстановку). Основными агентами солнечного влияния являются солнечная УФ-радиация, потоки солнечной плазмы, несущие магнитное поле Солнца (солнечный ветер), высокоэнергичные протоны и электроны (солнечные космические лучи). Под воздействием регулярного солнечного ветра магнитное поле Земли (которое в первом приближении является полем магнитного диполя) сжимается на дневной, подсолнечной стороне и вытягивается в антисолнечном направлении на ночной стороне. Таким образом, в космическом пространстве, заполненном солнечным ветром, формируется полость — магнитосфера, где физические процессы контролируются геомагнитным полем. Форма и размеры земной магнитосферы определяются параметрами солнечного ветра, такими как скорость и плотность солнечной плазмы и величина магнитного поля, переносимого

При действии регулярного «спокойного» солнечного ветра дневная граница магнитосферы находится на расстоянии 10–12 земных радиусов (R_E), утренняя и вечерняя границы на $\sim 15 R_E$, «хвост» магнитосферы простирается на десятки R_E . Взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой Земли представлено схематически на рис. 1, где синим цветом показаны идущие от Солнца потоки плазмы, их торможение на границе магнитосферы и последующее проникнове-

ние внутрь магнитосферы, желтыми тонкими линиями показаны силовые линии геомагнитного поля. Следует помнить о реальном масштабе явлений: Земля находится на расстоянии 149 000 000 км от Солнца, радиус Солнца равен $\sim 696\,000$ км, радиус Земли — $6\,340$ км.

Активные области на Солнце (вспышки, протуберанцы, солнечные пятна) являются источником потоков высокоскоростной солнечной плазмы, содержащей, как правило, сильное магнитное поле. Как раз эти потоки, пронизывающие со скоростью более 800 км/с «спокойный» солнечный ветер (скорость которого ~ 300 км/с), определяют изменчивый характер космической погоды. Воздействие «возмущенного» солнечного ветра, который приходит к Земле на третьи сутки, ведет к изменению формы и размера магнитосферы (в экстремальных ситуациях дневная граница магнитосферы приближается к Земле на расстояние до $6 R_E$). При этом в магнитосфере генерируется комплекс процессов и явлений, называемых магнитосферными возмущениями, которые затрагивают все технические аспекты жизнедеятельности человека. Наиболее сильными проявлениями маг-

нитосферных возмущений являются мировые магнитные бури и магнитосферные суббури. Магнитная буря — это планетарное уменьшение интенсивности геомагнитного поля, обусловленное формированием вокруг Земли кольцевого тока, текущего на расстоянии $\sim 3\text{--}7 R_E$ (см. рис. 1). Магнитосферные суббури характеризуются интенсивными магнитными возмущениями в высоких широтах, куда вторгаются мощные потоки заряженных частиц, поступившие в магнитосферу. Визуальным индикатором таких вторжений служат активные формы полярных сияний (аврора), поэтому полоса широт, где они наблюдаются, носит название авроральной зоны, а магнитосферные суббури часто называют авроральными бурями. При этом в полярных шапках Земли всегда наблюдается также особая, но слабая, по сравнению с суббуриями, магнитная активность, обусловленная непрерывным воздействием на магнитосферу «спокойного» солнечного ветра.

Магнитосферные возмущения являются прямой или косвенной причиной многочисленных неполадок

и нарушений в функционировании сложных радиотехнических систем наземного и космического базирования, таких как: нештатное функционирование радионавигационных и радиолокационных систем, проблемы телекоммуникации и систем связи, выход из строя силового и электронного оборудования, нарушения в работе энергетических систем и трубопроводов. Основными факторами, обуславливающими такие негативные эффекты, служат изменения

в структуре авроральной ионосферы. Благодаря высокой степени ионизации ионосфера обладает свойством отражать радиоволны коротковолнового диапазона. Именно эта особенность ионосферы лежит в основе работы систем радиосвязи, радионавигации и радиолокации. Вторжение заряженных «авроральных» частиц оказывает сильнейшее воздействие на ионосферу, вследствие чего распространение радиоволн в возмущенных условиях становится нерегулярным и временами может полностью прекращаться. Ионосферные возмущения оказывают критическое воздействие не только на наземную радиосвязь, но и на прохождение трансionoсферных радиосигналов со спутников, что ведет к нарушениям в системах спутниковой связи и навигации. Другим сильнейшим эффектом вторжения заряженных частиц является резкое повышение проводимости авроральной ионосферы на высотах слоя E и генерация в авроральной зоне мощных электрических токов (электроджетов) мощностью до нескольких миллионов ампер. Формирование электроджетов сопровождается генерацией индуцированных («наведенных») токов в линиях электропередач

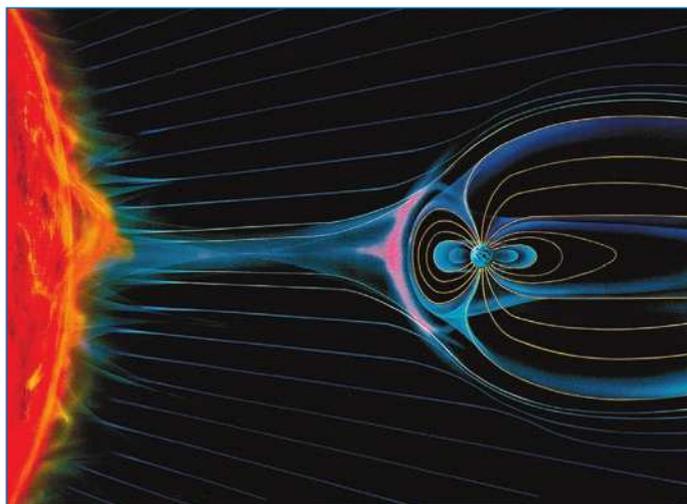


Рис. 1. Солнце и земная магнитосфера

и трубопроводах на земной поверхности с соответствующими негативными и даже катастрофическими последствиями. В частности, даже незначительные магнитные возмущения приводят к сбоям в работе или к полной остановке прецизионной навигации бурового инструмента при наклонно-направленном бурении газовых и нефтяных скважин.

Высокоэнергичные частицы солнечного и магнитосферного происхождения оказывают также сильное воздействие на спутниковую аппаратуру и обуславливают радиационное облучение не только космонавтов, но и экипажей и пассажиров самолетов на высокоширотных авиалиниях. Имеются достоверные сведения о влиянии магнитосферных возмущений на здоровье людей (на состояние сердечно-сосудистой системы и функциональную активность мозга). Поэтому проблема неблагоприятной космической погоды оказывается связанной с широким кругом задач, имеющих как хозяйственное, так и оборонное значение, при этом степень воздействия космической погоды усиливается по мере внедрения в повседневную жизнь микропроцессорной техники и нанотехнологий.

Геомагнитный диполь располагается под углом к оси вращения Земли, поэтому геомагнитные полюса не совпадают с географическими полюсами. В Северном полушарии геомагнитный полюс смещен относительно географического полюса в сторону Америки. В американском секторе долгот авроральная зона (полоса геомагнитных широт от 60 до 70°) проецируется на южную часть Канады, тогда как в евро-азиатском секторе авроральная зона проходит вдоль побережья Северного Ледовитого океана. При этом во время сильных магнитных бурь авроральная зона смещается далее к экватору.

В силу своего географического положения (близости к авроральной зоне) США и Канада уже давно столкнулись с негативными последствиями магнитосферных возмущений. Так, резкий рост индуцированных токов во время магнитной бури 13 марта 1989 года привел к разрушению трансформатора на атомной станции в Нью-Джерси и к последующему выходу из строя всей системы электроснабжения на северо-востоке США. Согласно оценкам специалистов, в случае очень сильных возмущений космической погоды суммарные по земному шару финансовые потери могут достигать 2 трлн долларов США. В случае экстремально мощных солнечных вспышек, которые могут происходить один раз в несколько сотен лет, финансовые потери будут значительно выше.

Учитывая эти обстоятельства, в США давно ведутся оперативные спутниковые измерения параметров солнечного ветра за пределами магнитосферы с целью создания и совершенствования наблюдательных платформ и систем, обеспечивающих надежный прогноз космической погоды и возможность предотвращения негативных последствий ее резких изменений. Краткосрочный прогноз космической погоды осуществляется по данным

постоянных измерений параметров солнечного ветра на борту спутников, находящихся в точке либрации (на удалении около 1,5 млн км от Земли, там где сила притяжения Солнца уравновешивается силой притяжения Земли). Параметры солнечного ветра, зафиксированные в точке либрации, затем пересчитываются на магнитопаузу с учетом измеренной скорости солнечного ветра при молчаливом допущении, что (1) солнечный ветер, зафиксированный в точке Лагранжа, всегда контактирует с магнитосферой и (2) свойства солнечного ветра (т. е. параметры V_{sw} и B_x, B_y компоненты межпланетного магнитного поля (ММП)) не изменяются на пути от точки Лагранжа до земной магнитопаузы. Заблаговременность прогноза (30–60 минут) определяется временем, за которое солнечный ветер проходит от точки либрации до Земли, и, следовательно, зависит от радиальной скорости солнечного ветра. Измерения межпланетного магнитного поля и параметров солнечной плазмы в точке либрации оперативно доступны только американской прогностической службе. Эта информация, заблаговременное знание которой является необходимым для краткосрочного прогноза состояния земной магнитосферы, публикуется на сайте OMNI, но не с той степенью оперативности, которая необходима для целей прогнозирования явлений космической погоды. Россия таких измерений не проводила и не проводит и, следовательно, в части, касающейся краткосрочного прогноза космической погоды, находится в информационной зависимости от служб космической погоды США.

Иначе обстоит дело с мониторингом космической погоды. Исследования, выполненные в ААНИИ более 30 лет назад, показали, что магнитная активность в полярных шапках Земли определяется силой влияния солнечного ветра на магнитосферу, а именно, «функцией взаимодействия» $E_{KL} = V_{sw} \cdot (B_y^2 + B_z^2)^{1/2} \sin^2 \theta / 2$, которая является оптимальной комбинацией таких геоэффективных параметров солнечного ветра, как скорость ветра V_{sw} , азимутальная B_y и вертикальная B_z компоненты межпланетного магнитного поля и угол θ наклона ММП по отношению к геомагнитному диполю. В ходе постоянного воздействия солнечного ветра на земную магнитосферу в ней непрерывно формируются электрические поля и соответствующие продольные (текущие вдоль силовых линий магнитного поля) токи, которые замыкаются через полярную ионосферу (рис. 2). Как результат, в полярных шапках непрерывно действует система ионосферных токов, ответственных за наземные магнитные возмущения. Интенсивность этих возмущений оказывается пропорциональной величине функции E_{KL} , т. е. силе воздействия солнечного ветра. В 1988 году в ААНИИ был разработан и в кооперации с Датским метеорологическим институтом (DMI), а затем Космическим институтом Датского технического университета (DTU Space) введен в практику специальный индекс магнитной активности в полярных шапках (PC index).

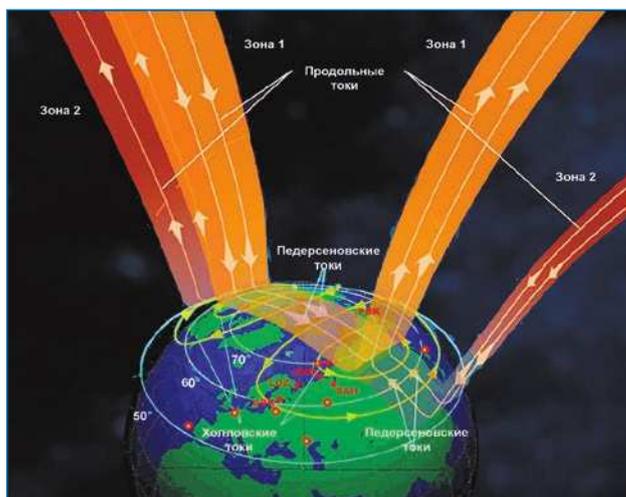


Рис. 2. Система продольных токов, текущих вдоль силовых линий в магнитосфере, и системы токов, текущих в полярной ионосфере, ответственных за генерацию магнитных возмущений в полярной шапке

1-минутный PC индекс рассчитывается независимо по данным магнитных наблюдений на околополюсных станциях Туле в Гренландии (PCN) и Восток в Антарктике (PCS). Специальная методика расчета PC индекса, разработанная в АНИИ, принимает во внимание суточные и годовые изменения проводимости ионосферы в каждой точке, так чтобы PC индекс характеризовал только те изменения магнитной активности, которые обусловлены влиянием

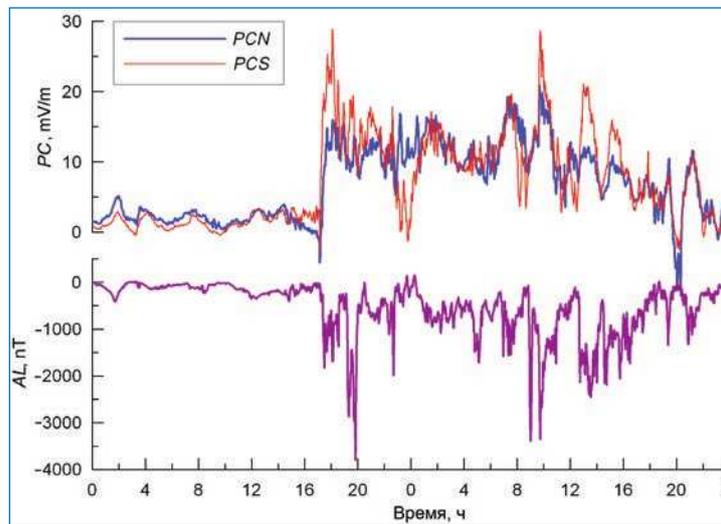


Рис. 3. Ход PCN и PCS индексов и развитие суббури (AL индекс) в период 10–11 мая 2024 года

солнечного ветра. Многочисленные анализы, проведенные с использованием спутниковых данных о параметрах солнечного ветра, показали, что PC индекс строго следует вариациям функции E_{KL} , характеризующей мощность воздействия солнечного ветра. Более того, была выявлена взаимосвязь между поведением PC индекса и развитием магнитных бурь и суббурь. Именно эти свойства PC индекса определяют его принципиальное отличие от различных «функций взаимодействия» (которые характеризуют геоэффективность солнечного ветра) и от индексов магнитной активности AL и Dst (которые характеризуют энергию солнечного ветра, реализованную в магнитосфере в форме суббурь или магнитных бурь). Учитывая эти результаты, Международная ассоциация геомагнетизма и аэронавтики (МАГА) одобрила PC индекс магнитной активности как *показатель энергии, поступающей в магнитосферу в процессе взаимодействия магнитосферы с солнечным ветром*.

Рис. 3 показывает, в качестве примера, изменения PCN и PCS индексов и интенсивности суббури (AL индекс) в ходе магнитной бури 10–11 мая 2024 года, когда полярные сияния наблюдались даже в Кисловод-

ске (рис. 4). Как можно видеть, PCN и PCS индексы превышали в этот период уровень ~ 10 мВ/м, а интенсивность суббури достигла величины 3700 нТ. Отметим, что критический уровень PC индекса, при котором обычно начинаются суббури, лежит в пределах $1,5 \pm 0,5$ мВ/м.

Особое внимание научной общественности привлекли исследования, которые свидетельствовали о том, что солнечный ветер, фиксируемый в точке либрации, в 20 % слу-

чаев не соответствует тому солнечному ветру, который взаимодействует с магнитосферой (Vokhmyanin M.V., Stepanov N.A., Sergeev V.A. On the evaluation of data quality in the OMNI interplanetary magnetic field database // Space Weather. 2019. Vol. 17. № 3. P. 476–486; Troshichev O.A., Sormakov D.A. PC index as a proxy of the solar wind energy that entered into the magnetosphere: Verification of the solar wind parameters presented at OMNI website // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 2019. Vol. 196. 105147). Действительно, параметры солнечной плазмы, распространяющейся в космическом пространстве, могут испытывать значительные изменения во времени и пространстве вследствие высокой неоднородности солнечного ветра. Поэтому «рассчитанный» солнечный ветер (т. е. солнечный ветер, зафиксированный в точке либрации и редуцированный к земной магнитопаузе) может существенно отличаться от реального солнечного ветра, воздействующего на магнитосферу. Очевидно, что в этих случаях краткосрочный прогноз космической погоды, сделанный по данным измерений в точке либрации, оказывается некорректным. В этой связи следует особо отметить, что PC индекс, получаемый в оперативном ре-

Рис. 4. Снимок сияния, выполненный 11 мая 2024 года в Кисловодске (КГО ГАИШ МГУ)





Рис. 5. Вид станции Восток (Антарктика) после реконструкции. Фото П.И. Лунёва

жиге, дает возможность оценить реальное воздействие солнечного ветра на магнитосферу и, таким образом, верифицировать пригодность параметров солнечного ветра, представляемых на сайте OMNI, для анализа солнечно-земных связей.

Возможности использования *PC* индекса как стандарта оценки мощности магнитосферных возмущений были рассмотрены Международной организацией по стандартам (International Standard Organization, ISO). Технический отчет, подготовленный ААНИИ, был рассмотрен рабочей группой ISO WG4 («Космическая окружающая среда») и одобрен представителями различных государств — участников ISO. В 2019 году технический комитет ISO TC20/ПК14 («Космические системы и эксплуатация») рекомендовал этот технический отчет (DTR 23989) в качестве нормативного документа при подготовке нового технического проекта ISO по использованию *PC* индекса в качестве стандарта оценки поступающей в магнитосферу энергии солнечного ветра.

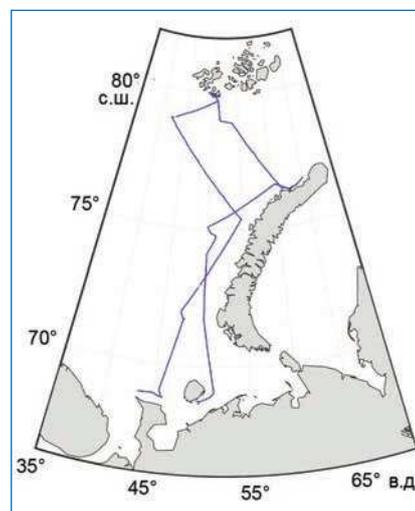
1-минутный *PC* индекс, вычисляемый в режиме реального времени, находится в открытом доступе на сайте <http://pcindex.org>. Согласно сведениям Яндекс Метрики, ежедневно фиксируется более 500 посещений этого сайта (за последний год число посещений превысило 150 000), что свидетельствует не только о мировом признании *PC* индекса, но и о его широком применении в практике научных и прикладных исследований. К сожалению, в России *PC* индекс такой популярностью не пользуется, информация о солнечном ветре, публикуемая американским сайтом OMNI, считается, по-видимому, достаточной. Главной заботой создателей *PC* индекса на 2024–2025 годы является непрерывное, на должном техническом уровне проведение магнитных наблюдений на станции Восток (рис. 5) во время полной реконструкции этой антарктической станции.

О.А. Трошичев (ААНИИ)

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ААНИИ В ХОДЕ ЭКСПЕДИЦИИ «АРКТИЧЕСКИЙ ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ – 2024» НА НИС «ПРОФЕССОР МОЛЧАНОВ» В ИЮНЕ–ИЮЛЕ 2024 ГОДА

В 2024 году в рамках проекта «Арктический плавучий университет» была организована новая научно-образовательная экспедиция. Как и в предыдущие годы, экспедиция проходила на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов». Экспедиционные исследования проводились в период с 25 июня по 15 июля в акватории Баренцева моря, а также на островах архипелагов Земля Франца-Иосифа и Новая Земля и острове Колгуев. В экспедиции принимало участие множество научных и образовательных учреждений РФ, но, как всегда, основными организаторами экспедиции были Северный арктический федеральный университет (САФУ) и Северное управление гидрометслужбы (Северное УГМС).

Уже много лет подряд Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ) принимает участие в организации и проведении экспедиций Арктического плавучего университета, а сотрудники института проводят исследования в экспедиционных



Маршрут экспедиции

рейсах. В 2024 году в экспедиции АПУ-2024 принимали участие пять сотрудников института: экспедиционную группу ААНИИ на борту НИС «Профессор Молчанов» возглавлял океанолог В.А. Меркулов, в нее входили гидрохимики Н.А. Лис и А.Д. Голузина, метеоролог Е.В. Зотова и орнитолог М.В. Гаврило.

Программа работ предусматривала два основных направления: образовательное и научно-исследовательское. В рамках образовательного направления для студентов, участвующих в экспедиции, сотрудниками ААНИИ были организованы лекции различной тематики. В.А. Меркуловым прочел лекции об общем гидрологическом режиме Северного Ледовитого океана и его морей, а также о современных методах океанографических исследований. Е.В. Зотова рассказала студентам о полярной метеорологии и климатологии. Н.А. Лис провела специальный мастер-класс по гидрохимическому анализу, на котором каждый желающий мог самостоятельно попробовать определить pH и щелочность морской воды.

В рамках научно-исследовательского направления были выполнены океанографические, гидрохимические и гидрооптические измерения на трех стандартных океанографических разрезах в Баренцевом море. Также по всему маршруту экспедиции проводились непрерывные измерения основных метеорологических величин (температура, влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра), измерения содержания углекислого газа в приземном слое атмосферы и регистрация приходящей солнечной радиации в различных спектральных диапазонах. Кроме того, по ходу движения судна проводилась регистрация морских птиц и млекопитающих.

До начала экспедиции планировалось выполнение двух стандартных океанографических разрезов в северо-восточной части Баренцева моря. Но из-за неблагоприятной ледовой обстановки было принято решение выполнять разрез от полуострова Адмиралтейства (Новая Земля) до острова Виктория. Это стандартный разрез, который находится несколько южнее двух запланированных, и работы на нем выполнялись еще в ранних рейсах АПУ (2013–2014). По причине нехватки судового времени разрез был несколько укорочен. Сразу после окончания разреза №1 было начато выполнение разреза № 2 от южной части желоба Франц-Виктория до острова Нортбрук (Земля Франца-Иосифа). Этот разрез также является стандартным и выполнялся в экспедициях 2013 и 2014 годов. После завершения этих разрезов экспедиция в течение нескольких дней находилась у островов Земли Франца-Иосифа для выполнения полевых работ. На острова Мейбел и Нортбрук высаживались отряды ученых и студентов для проведения различных наземных исследований (орнитология, почвоведение, экология и др.). За то время, пока происходили высадки на островах, ледовая обстановка в Баренцевом море несколько улучшилась, и поэтому по пути к Новой Земле был выполнен изначально запланированный разрез между мысом Флора и бухтой Русская Гавань (разрез № 3).

В рамках океанографических исследований на всех трех разрезах было выполнено 39 океанографических станций, на которых производилось зондирование толщи воды для определения ее температуры и солености на различных горизонтах. Для этого океанологами использовались CTD-зонды SBE 19plus и IDRONAUT Ocean Seven 304. Основная задача океано-



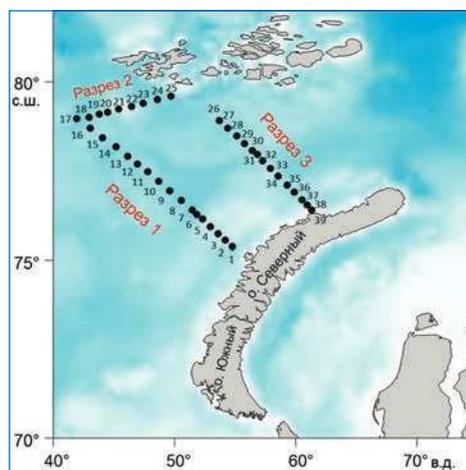
Экспедиционный состав ААНИИ: М.В. Гаврило, А.Д. Голузина, Н.А. Лис, В.А. Меркулов, Е.В. Зотова и практикант Е.С. Дудоркин



В.А. Меркулов читает лекцию по полярной океанологии для студентов



Лекция Е.В. Зотовой по полярной метеорологии и климатологии



Карта океанографических разрезов, выполненных в экспедиции



Е.В. Зотова проводит гидрооптические наблюдения



Н.А. Лис отбирает пробы из розетты для проведения гидрохимического анализа



Участники экспедиции на высадке в бухте Русская Гавань (Новая Земля)



НИС «Профессор Молчанов» у острова Мейбел (Земля Франца-Иосифа)

графических наблюдений заключалась в продолжении мониторинга состояния и изменчивости водных масс Баренцева моря, в первую очередь — атлантической водной массы (АВМ), приходящей сюда из Северной Атлантики. Кроме того, во время зондирований производился отбор воды при помощи пробоотборного комплекса (розетты) SBE 32 для последующего гидрохимического и гидробиологического анализа. Прямо на борту судна в лаборатории производился анализ отобранных проб на содержание в воде растворенного кислорода, биогенов (фосфатов, силикатов, нитратов), а также определение pH и щелочности воды. Кроме того, часть проб была заморожена и отправлена в Санкт-Петербург, чтобы впоследствии можно было провести дополнительный анализ воды на содержание биогенных элементов при помощи автоанализатора Scalar. Основной целью гидрохимических исследований являлось получение на систематической основе информации о гидрохимическом режиме и оценка межгодовой изменчивости биогеохимических характеристик в Баренцевом море.

Основная цель метеорологических исследований в данной экспедиции — оценка пространственно-временной изменчивости потока солнечной радиации, состояния приводного слоя атмосферы для дальнейшей оценки параметров энерго- и массообмена и изменений концентрации CO₂ по всему маршруту экспедиции. Для достижения поставленной цели в экспедиции выполнялся сбор и анализ стандартных метеорологических данных, сбор данных о перераспределении солнечной радиации в верхнем слое моря и сбор данных о концентрации CO₂ в приводном слое атмосферы.

В первую очередь стоит отметить тот факт, что в экспедициях АПУ гидрологические исследования не выполнялись в таком большом объеме с 2014 года. Причем в 2024 году, кроме стандартных STD-зондирований (определения температуры и солености воды), также выполнялись гидрохимические исследования. Таким образом, в экспедиции АПУ нынешнего года были выполнены комплексные гидрологические исследования северо-восточной части Баренцева моря, дополненные метеорологическими измерениями.

В результате специальных метеорологических наблюдений накоплен значительный объем информации о текущем состоянии атмосферы в северо-восточной части акватории Баренцева моря. Получены новые данные о пространственно-временном распределении суммарной солнечной радиации, об особенностях перераспределения солнечной радиации, поступающей в верхний слой моря, концентрации двуокси углерода по маршруту движения судна.

В заключение можно констатировать, что программа научных исследований ААНИИ выполнена в полном объеме. Полученные результаты соответствуют требованиям технического задания и будут использованы на следующих этапах выполнения плановых НИР Росгидромета.

Особо хочется поблагодарить инженера-океанолога от Северного УГМС М.В. Шунина за неоценимую помощь в выполнении работ на океанографических разрезах, а также начальника экспедиции А.А. Сабурова и всю его команду за отличную организацию экспедиции.

*В.А. Меркулов (ААНИИ).
Фото А.В. Ермолина*

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ ЛЕДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ СУДОВ НА ОСНОВАНИИ МНОГОЛЕТНЕГО ОПЫТА ФГБУ «АНИИ»

Натурные ледовые испытания — неотъемлемая часть завершающего этапа строительства судна ледового плавания. Такие испытания являются единой научно-логистической задачей, их главная цель — оценка соответствия судна его спецификационным требованиям, а также исследования ледовой ходкости и маневренности данного судна во льдах.

Натурные ледовые испытания судна состоят из нескольких этапов. На первом этапе выполняется анализ спецификационных характеристик судна и определяются объем и номенклатура тестов, необходимых для подтверждения требуемых ледовых качеств. Далее необходимо найти акватории, ледовые условия на которых удовлетворяют заданным требованиям, и определить временной период, подходящий для испытаний. В ходе самого испытательного рейса выполняются соответствующие проводимым тестам ледовые и судовые измерения. После завершения испытаний проводится обработка и анализ всех полученных результатов и делается заключение о соответствии (или несоответствии) судна требованиям спецификации.

В настоящее время существует документ ОСТ 5.0365-82 (РД 5.0365-82), который распространяется на приемо-сдаточные скоростные испытания морских водоизмещающих однокорпусных судов гражданского назначения. Стандарт устанавливает основные требования к подготовке и проведению испытаний судов при водоизмещении свыше 500 т и регламентирует проведение скоростных приемо-сдаточных испытаний на таких режимах движения, которые являются достаточно общими для различных типов морских судов гражданского назначения.

Помимо ОСТ 5.0365-82 (РД 5.0365-82) есть руководящий документ (РД) РД 5.76.025-83, который определяет основные спецификационные характеристики (скорость хода, водоизмещение, осадку, мощность энергетической установки и частоту вращения гребных валов) водоизмещающих морских судов в период скоростных приемо-сдаточных испытаний. РД не содержит методических указаний по технике и организации измерений спецификационных характеристик, т. к. эти вопросы изложены в ОСТ 5.0365-82 (РД 5.0365-82). РД 5.76.025-83 расположен в разделе «Методы испытаний».

Что касается проверки и подтверждения ледовых качеств судна, то нормативного документа, который бы содержал регламенты и рекомендации по методикам проведения соответствующих испытаний, на данный момент не существует.

Ответственность за результаты натурных ледовых испытаний очень высока. В связи с этим проводить такие испытания должны только организации, имеющие необходимый опыт, научно-технические компетенции, а также значительные материально-технические ресурсы.

История изучения ледовых качеств судов в ФГБУ «АНИИ» началась в 30-е годы XX века, с момента организации в АНИИ Кораблеисследовательского бюро (с 1951 года — лаборатория ледовых качеств судов, с 1987 года — отдел ледовых качеств судов, ОЛКС). Основной задачей этого подразделения являлось исследование и усовершенствование тех качеств судна, которые позволяют осуществлять эффективное плава-

ние в морях, покрытых льдом. К середине 70-х годов XX века в ОЛКС АНИИ была создана научно обоснованная методика проведения натурных ледовых испытаний судов, которая воплотилась в ставшую классической книгу А.Я. Рывлина и Д.Е. Хейсина «Испытания судов во льдах». Поэтому именно АНИИ является основоположником теории проведения натурных ледовых испытаний.

За последние годы построено большое количество транспортных судов для вывоза углеводородов с арктического шельфа. В основном это крупнотоннажные суда, размерения и мощность которых значительно превышают аналогичные параметры судов ледового плавания, построенных в XX веке. Форма корпуса современных ледоколов существенно отличается от традиционной. На сегодняшний день большинство современных транспортных судов высоких ледовых категорий оборудованы винторулевыми колонками. Благодаря использованию в качестве движителей винторулевых колонок, в ледовых

Таблица

**Натурные ледовые испытания судов,
проведенные с начала 2000-х годов**

Год	Тип и название судна	Роль ФГБУ «АНИИ» в проведении испытаний				
		Выбор испытательных полигонов, обеспечение СТМО во время рейса	Определение морфометрических и прочностных характеристик ледяного покрова	Проведение судовых измерений и анализ их результатов	Выдача заключения о ледовых качествах судна	Руководство испытаниями
2002	Танкер «Приморье»	+	+	+	+	+
2006	Контейнеровоз «Норильский никель»	+	+	-	-	-
2007	Судно снабжения «Юрий Топчев»	+	+	-	-	-
2009	Танкер «Василий Динков»	+	+	-	-	-
2010	Научно-исследовательский ледокол «Араон» ("ARAON")	+	+	+	+	+
2010	Ледокол «Санкт-Петербург»	+	+	-	-	-
2012	Ледокол «Полар Певек»	+	+	-	-	-
2013	Научно-экспедиционное судно «Академик Трёшников»	+	+	+	+	+
2016	Ледокол «Владивосток»	+	+	-	-	-
2017	Крупнотоннажный танкер-газовоз «Кристоф де Маржери»	+	+	-	-	-
2017	Танкер «Штурман Альбанов»	+	+	+	+	+
2017	Ледокол «Новороссийск»	+	+	-	-	-
2018	Крупнотоннажный танкер-газовоз «Владимир Русанов»	+	+	-	-	-
2018	Ледокол ВМФ «Илья Муромец»	+	+	+	+	+
2019	Ледокольное судно обеспечения «Александр Санников»	+	+	+	+	+
2019	Танкер «Борис Соколов»*	+	-	-	-	-
2021	Танкер «Юрий Кучиев»	+	+	+	+	+
2021	Крупнотоннажный танкер-газовоз «Владимир Воронин»	+	+	-	-	-
2022	Ледокол «Виктор Черномырдин»	+	+	+	+	+
2023	Научно-экспедиционное судно «Северный полюс»	+	+	+	+	+
2023	Головной универсальный атомный ледокол «Арктика»	+	+	-	-	-
2023	Серийный универсальный атомный ледокол «Сибирь»	+	+	-	-	-
2023	Ледокол ВМФ «Евпатий Коловрат»	+	+	+	+	+

Примечание. * — на испытания танкера «Борис Соколов» специалисты АНИИ привлекались в качестве наблюдателей-экспертов.

условиях эти суда способны двигаться кормой вперед, что дает им большую ледопроходимость, чем при традиционном способе движения носом вперед. И все эти новшества на протяжении последних десятилетий отдел ледовых качеств судов продолжает изучать на практике. В таблице приведен перечень натуральных ледовых испытаний, в которых ФГБУ «АНИИ» участвовал, и почти половина из них была проведена под руководством АНИИ.

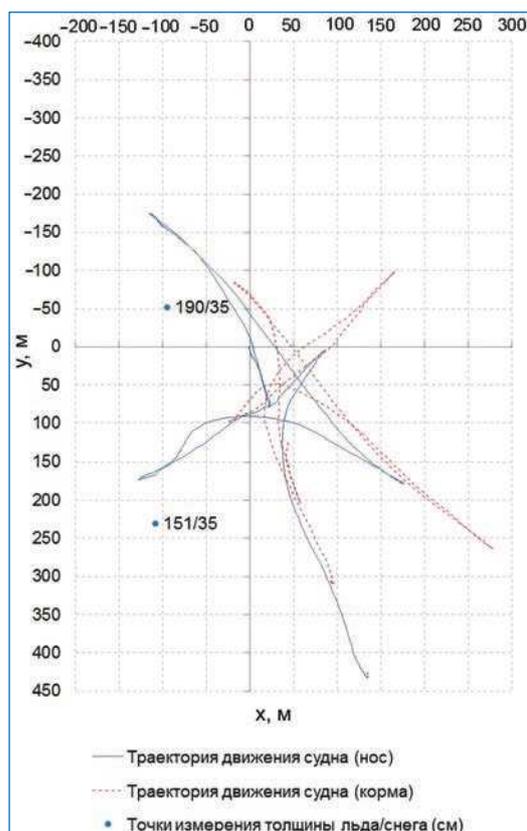
Наиболее важной паспортной характеристикой судна является его предельная ледопроходимость, т. е. толщина льда, преодолеваемая судном с минимальной устойчивой скоростью при максимальной мощности на валах.

Традиционные ледовые условия для проведения испытаний ледопроходимости — это сплошной ровный припай требуемой толщины. Обычно при натуральных испытаниях удается провести эксперименты не более чем в двух отличающихся по толщине ледяных полях. При этом движение судна происходит передним и задним ходом при изменяющемся уровне мощности главных механизмов. В связи с большими размерениями современных судов и их высокой ледопроходимостью объем сопутствующих ледоисследовательских работ во время испытаний существенно увеличивается. К сожалению, не всегда удается подобрать идеальные условия и приходится проводить испытания в дрейфующем льду. Например, во время первого рейса НЭС «Северный полюс» (см. рисунок) требовалось провести ледовые испытания платформы перед постановкой в дрейф. В связи с ограничением по времени, отводимому на вмораживание платформы, испытания проводились вблизи от выбранного места швартовки в дрейфующих ледяных полях.



Испытания ледопроходимости НЭС «Северный полюс». Фото А.М. Зубкова

За последние десятилетия перечень тестов, выполняемых во время натуральных ледовых испытаний, существенно расширился. Так, для крупнотоннажных судов важным параметром является радиус циркуляции во льдах при различных режимах работы винторулевого комплекса, а для ледоколов и судов обеспечения — возможность максимально быстро выполнить разворот методом «звезда». На рисунке показаны стадии выполнения маневра «звезда» и траектория движения ледокола «Виктор Черномырдин».

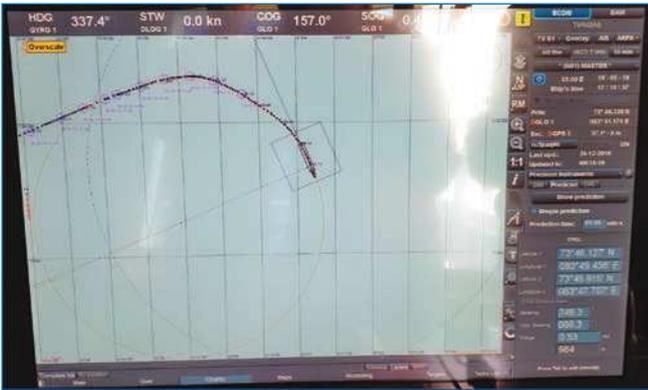


Стадии выполнения маневра «Звезда» и траектория движения ледокола «Виктор Черномырдин» при осуществлении разворота методом «звезда». Фото А.В. Чернова

При проведении натуральных испытаний судна необходима детальная информация о ледяном покрове, с которым оно взаимодействует. Одной из проблем при проведении натуральных ледовых испытаний судна остается учет влияния на ледопроходимость наличия снежного покрова. Также необходимо учитывать воздействие подледного течения. Эти параметры особенно важны для крупнотоннажных транспортных судов с вертикальным бортом, большой протяженностью цилиндрической вставки и большой площадью продольного сечения в подводной части корпуса.

В настоящее время не регламентировано управление полноповоротными винторулевыми колонками при проведении тестов по оценке радиусов циркуляции во льдах. Ниже на рисунке продемонстрировано выполнение тестов по исследованию циркуляции.

В последние годы в связи с появлением большого количества транспортных судов, предназначенных для круглогодичной эксплуатации на определенных трассах,



Выполнение тестов по исследованию циркуляции. Фото А.В. Чернова

встал вопрос о характеристиках ледопроеходимости в ледяной каше, которая образуется в ледовом канале при многократном его прохождении судами. Такие испытания вызывают большие проблемы в связи с отсутствием однозначной оценки состояния канала и характеристик самой ледяной каши, образовавшейся в канале.



Ледяная каша и работы на смерзшемся канале. Фото А.В. Савицкой

Среди методических сложностей также стоит отметить отсутствие требований по морфометрическим характеристикам канала, за исключением общей толщины льда, отсутствие требований к физико-механическим свойствам льда, а также к степени смерзания канала, которая будет оказывать наибольшее влияние на движение судна. При этом необходимо учитывать, что само наличие канала подразумевает интенсивное движение судов. Организация работ по проведению испытаний на канале в таких условиях зачастую невозможна без риска для жизни и здоровья людей.

Многие современные суда ледового плавания имеют высокий ледовый класс и, соответственно, могут осуществлять самостоятельную навигацию во льдах, без проводки ледокола. А значит, им приходится преодолевать все возможные ледовые условия, в том числе и форсировать торосистые образования. Поэтому в программу ледовых испытаний включаются и тесты по преодолению торосов. Методика проведения испытаний по форсированию тороса также далека от завершенности. Спецификация зачастую ограничивается довольно размытой формулировкой, не указывая конкретные характеристики преодолеваемого тороса.

Кроме того, в связи с отсутствием полноценных методик пересчета, результаты тестов по движению в старых каналах, в ледяной каше, в торосах невозможно экстраполировать на аналогичные ледяные образования с другими характеристиками, что связано в первую очередь с их сложным строением. В таких условиях указанные испытания становятся чистой формальностью, имеющей мало общего с оценкой реальных ледовых качеств судна.

Учитывая перечисленные выше проблемы и результаты испытаний различных типов современных судов, предназначенных для разных целей, можно говорить о целесообразности как совершенствования методов проведения натурных испытаний судов во льдах, так и дополнительного усовершенствования методик обработки и интерпретации полученных результатов. Более того, необходим нормативный документ, который бы сохранил всю эту информацию.

В настоящее время специалистами ФГБУ «АНИИ» разработан проект методики проведения натурных ледовых испытаний, в котором обобщается накопленный опыт. Сформированы регламенты проведения испытаний при различных режимах движения судна. В регламенты включены порядок проведения каждого вида испытаний, требуемые ледовые условия, измерения, выполняемые до, во время и после проведения теста, а также интерпретация результатов теста. Большое внимание уделено организационным вопросам, в том числе вопросам безопасности при проведении работ на льду, а также минимизации воздействия на окружающую среду.

Подводя итог, стоит отметить, что в настоящее время существует сложившаяся практика проведения натурных ледовых испытаний судов, основанная на многолетнем опыте. Используемые методы и приемы позволяют успешно осуществлять требуемые тесты в достаточном объеме в минимальные сроки.

*А.В. Савицкая, Н.А. Крупина, П.В. Пацева,
А.В. Чернов, И.А. Свистунов (АНИИ)*

КОМПЛЕКСНЫЕ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОЛИВЕ БРАНСФИЛД С БОРТА НЭС «АКАДЕМИК ТРЁШНИКОВ» В РАМКАХ 69-Й РАЭ

Основным объектом океанографических исследований с борта НЭС «Академик Трёшников» в рамках сезонной 69-й РАЭ являлся пролив Брансфилд (ПБ), расположенный в Южном океане между Антарктическим полуостровом и Южными Шетландскими островами. Воды в этом районе имеют сложную и изменяющуюся во времени и пространстве структуру. Она определяется взаимодействием вод из Антарктического циркумполярного течения и морей Беллинсгаузена и Уэдделла. Поскольку район пролива Брансфилд испытывает влияние нескольких акваторий, изменение свойств водных масс и структуры вод в целом в проливе может рассматриваться как индикатор процессов и изменений, происходящих в этих акваториях. С гидробиологической точки зрения пролив Брансфилд представляет интерес как район Южного океана с высокой продуктивностью вод. Поэтому проведение ежегодных исследований на регулярном разрезе в проливе Брансфилд является одной из основных научных целей как программы океанографических работ, так и программ гидрохимических и гидробиологических работ, реализуемых в рамках сезонных операций РАЭ.

В период с 1 по 2 июня 2024 года с борта НЭС «Академик Трёшников» впервые в рамках РАЭ проведено комплексное океанографическое исследование на регулярном разрезе в проливе Брансфилд (рис. 1), включавшее в себя не только глубоководное зондирование с отбором гидрохимических проб, но и гидробиологические исследования, а также исследования течений с помощью бор-

тового акустического доплеровского профилографа скорости течений (SADCP). Нужно отметить, что разрез через Центральную котловину пролива регулярно выполняется в рамках РАЭ с 2016 года. Разрез состоит из 11 станций на протяжении 120 км. Расстояние между станциями на разрезе варьируется от 7–8 км в районе бровки шельфа на северном и южном краях до 18 км в центральной части.

Вследствие отставания от графика движения НЭС «Академик Трёшников» и необходимости выполнения логистических задач по обеспечению российской антарктической станции Беллинсгаузен, было принято решение о частичном выполнении разреза в два этапа. Во время первого этапа были выполнены станции 2, 3, 4, после чего судно вернулось в район станции Беллинсгаузен для завершения погрузочных работ. Второй этап работ на научной станции судно вышло на станцию 5, продолжив океанографические исследования. На станции 6 ветровое волнение усилилось до 5 м, отмечались отдельные скопления блинчатого льда. При подходе к станции 7 ветер усилился до 16–18 м/с, высота зыби составила 3 м, также наблюдался сплошной блинчатый лед. Ввиду неблагоприятных метеоусловий и сложной ледовой обстановки было принято решение об отмене станции. Из пяти станций разреза четыре были выполнены на открытой воде, на станции 5 уже наблюдался блинчатый лед. На рис. 1 представлена карта-схема района исследования с обозначенными номерами станций на разрезе.

Рис. 1. Карта-схема района расположения океанографических станций на разрезе.

Цветными точками обозначены станции, выполненные в рамках 69-й РАЭ, темно-серыми точками обозначено расположение запланированных, но не выполненных станций на разрезе. Цифрами в кружках обозначены: 1 — Центральная котловина, 2 — Восточная котловина; 3 — проход Гесперид, 4 — Южные Шетландские острова

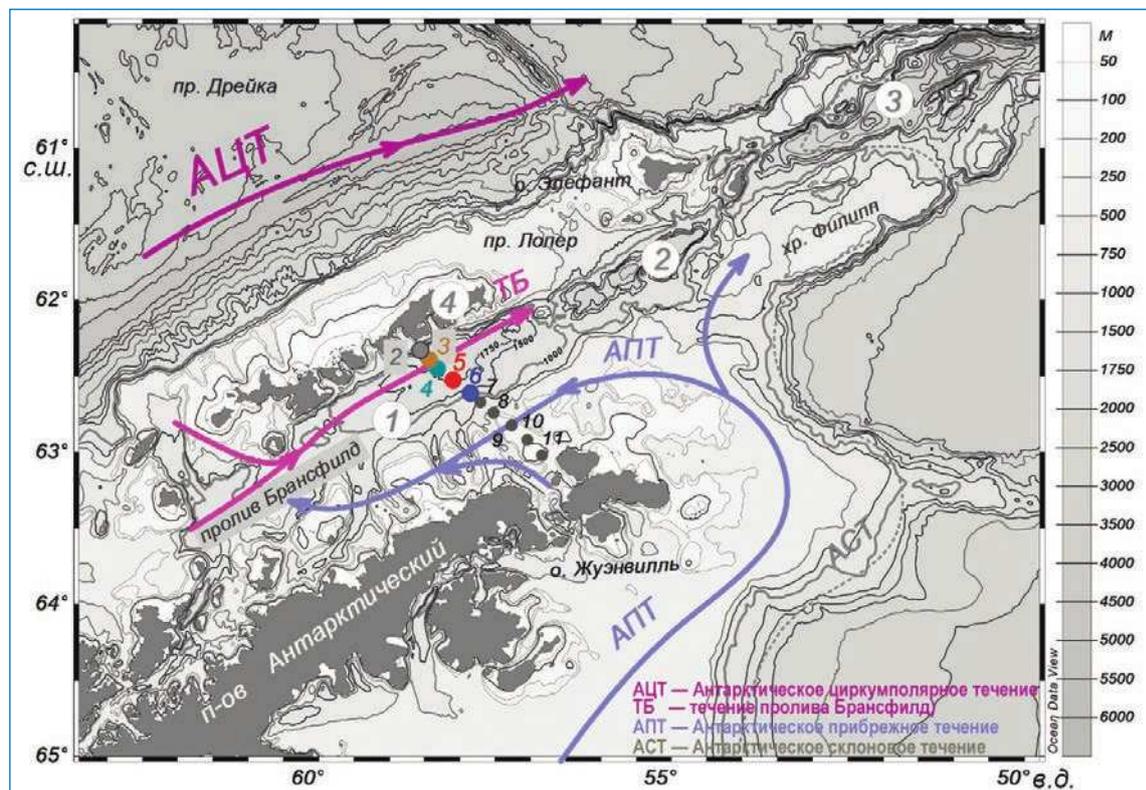




Рис. 2. Выполнение океанографической станции с помощью зондирующего комплекса в проливе Брансфилд

Таким образом, комплексное исследование включало измерения термохалинных и гидрохимических характеристик на 5 океанографических станциях до дна в глубоководной части разреза (станции 2–6 согласно нумерации станций, принятой в рамках океанографической программы Лаборатории Южного океана ААНИИ на регулярном разрезе), отбор проб на содержание хлорофилла «а» (хл-А) в верхнем 100-метровом слое, отбор проб для исследования видового состава фито- и зоопланктонных сообществ и 3 поперечных разреза, выполненных SADC TRDI OS75 Ocean Surveyor 75 kHz. Океанографические станции выполнялись зондирующим комплексом, состоящим из CTD-зонда (Conductivity, Temperature, Depth) SBE 911 plus, альтиметра и 24 батометров, закрепленных на пробоотборном комплексе карусельного типа.

На каждой станции выполнялся отбор проб на стандартных горизонтах и локальных экстремумах термохалинных характеристик на содержание кремния, фосфатов, нитритов, щелочности, аммония. Гидробиологические пробы отбирались с поверхности и в слоях экстремумов (рис. 2). Отбор проб для измерения концентрации хл-А производился на горизонтах 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100 м. Лов зоопланктона для определения видового состава фито- и зоопланктонного сообщества осуществлялся с помощью иктиопланктонной сетки ИК-80 на горизонте 100–0 м.

При проведении всех гидрохимических определений использовались стандартные методики и реактивы, принятые в морской химии. Растворенный кислород определялся по методу Винклера в модификации А.М. Черняковой титрованием пробы 0,02 Н раствором тиосульфата натрия. Определение растворенного кремния при концентрациях более 50 μM производилось по методу Королева. Оптическая плотность измерялась при длине волны 380 нм. При концентрациях менее 50 μM использовался метод, основанный на восстановлении в кислой среде кремниевой гетерополиокислоты до кремнемолибденового комплекса голубого цвета. Определение содержания фосфора, растворенного в морской воде, производили по методу Морфи–Райли. Определение аммонийного азота было проведено по методу Сэджи–Солорзано. Определение нитритного азота про-

изводили по методу Бендшнайдера и Робинсона. Концентрации растворенного кремния, минерального фосфора, аммонийного и нитритного азота определялись на спектрофотометре Shimadzu UV-1800. Определение общей щелочности осуществляли титриметрическим методом согласно РД 52.10.743-2010. Определение показателя pH производилось с помощью прибора “HANNA instruments”.

Концентрация хл-А определялась флуориметрическим методом. Проба воды (1 л) фильтровалась на стекловолокнистом фильтре марки GF/F, размер пор 47 мкм. Хлорофилл экстрагировался из фильтра 90 % ацетоном (объем 5 мл) в течение 30 минут в темном прохладном месте. Затем с помощью флуориметра Trilogy (Turner Designs) определялась концентрация.

Предварительные результаты исследования термохалинной и гидрохимической структуры вод получены прежде всего на основе анализа вертикальных распределений и θ , S-диаграмм (θ — потенциальная температура, S — соленость). Для идентификации водных масс в толще использовался метод ядра, который позволяет выделить ядра водных масс по экстремумам термохалинных и гидрохимических характеристик.

Измерения течений велись SADC TRDI OS75 Ocean Surveyor 75 kHz, установленным на борту НЭС «Академик Трёшников», в режиме Narrowband, который обеспечивает максимальную глубину измерений. Вертикальное разрешение ячейки составляло 16 м. Прибор был заглублен на 5,8 м, значение слепой зоны было равно половине величины ячейки (8 м). Такая настройка позволила получать данные хорошего качества в диапазоне глубин от 24 до 500–800 м в зависимости от количества рассеивателей акустического сигнала в воде, ледовой и погодной обстановки. Точность измерения скорости течений составляла 1 % от измеренной скорости $\pm 0,5$ м/с. Первичная обработка данных SADC заключалась в фильтрации некачественных данных, предвычисления приливов и исключения данных, полученных во время выполнения океанографических станций. Основным критерием был процент качества данных (percent good, PG4). Были отбракованы данные, PG4 которых был менее 50 %. Дополнительно из обработки и последующего анализа были

исключены верхние 70 м, где по различным причинам получены некачественные данные, и придонный слой в соответствии с протоколами обработки.

Впервые океанографические исследования в Центральной котловине пролива Брансфилд выполнены в июне, в зимний период. Предыдущие работы проводились либо в летний сезон (январь–февраль), либо в осенний (март–апрель). Также, несмотря на то, что разрез был выполнен только в глубоководной его части без прибрежных станций, расположенных на шельфе и склоне у Южных Шетландских островов (1) и Антарктического полуострова (7–11), в структуре вод зафиксированы основные водные массы, наблюдававшиеся в предыдущих океанографических исследованиях на разрезе. Это дает нам возможность продолжить изучение межгодовой изменчивости термохалинных характеристик водных масс, начатое в рамках РАЭ в 2016 году, и оценить сезонные изменения, происходящие в структуре вод в зимний период. Также важным аспектом проведенных измерений в рамках 69-й РАЭ является их комплексность.

При выполнении океанографических станций в проливе Брансфилд зафиксированы следующие водные массы: транзитная вода моря Беллинсгаузена (ТВБ) — теплые и относительно пресные воды из моря Беллинсгаузена, распространяющиеся в стержне течения пролива Брансфилд вдоль побережья Южных Шетландских островов на северо-восток; транзитная вода моря Уэдделла (ТВУ) — холодные и относительно соленые воды из моря Уэдделла, переносимые Антарктическим прибрежным течением (АПТ) на шельфе и склоне Антарктического полуострова на юго-запад; модифицированная циркумполярная глубинная вода (МЦГВ) — теплые и соленые воды, которые поступают в пролив Брансфилд из южной струи Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) через пролив Бойда и, возможно, другие проходы; глубинная вода пролива Брансфилд (ГВБ) — воды, занимающие придонный слой Центральной котловины. По современным представлениям, ГВБ является результатом смешения трех водных масс в различной пропорции: циркумполярной глубинной воды из АЦТ и вод, поступающих из моря Уэдделла (антарктических шельфовых вод низкой солености и антарктических шельфовых вод высокой солености). Таким образом, основные водные массы, формирующие структуру вод в проливе, являются модификацией вод из моря Беллинсгаузена, моря Уэдделла или Антарктического циркумполярного течения либо смесью этих вод.

Распределение гидрохимических параметров в проливе Брансфилд имеет высокую пространственную неоднородность и отражает взаимодействие водных масс, динамику вод и процессы, связанные с потреблением биогенных элементов фитопланктоном сообществом. Также привлечение гидрохимических показателей позволяет более точно идентифицировать поступающие в пролив Брансфилд водные массы, образованные на шельфе моря Уэдделла, и воды, распространяющиеся из АЦТ и моря Беллинсгаузена.

В поверхностном слое в северной части разреза на станциях 2, 3 зафиксирована теплая и относительно пресная ТВБ, поступающая с юго-запада из моря Беллинсгаузена (рис. 3) в стержне течения пролива Брансфилд (ТБ). На станции 2 слой ТВБ наблюдался до глубины 290 м с $\theta = -0,61 \dots -0,25$ °C, $S = 34,28 \text{--} 34,34$ епс. На станции 3 слой этой водной массы сократился до 250 м. В слое ТВБ на этой станции наблюдалось влияние АПВ, которое выражено в понижении потенциаль-

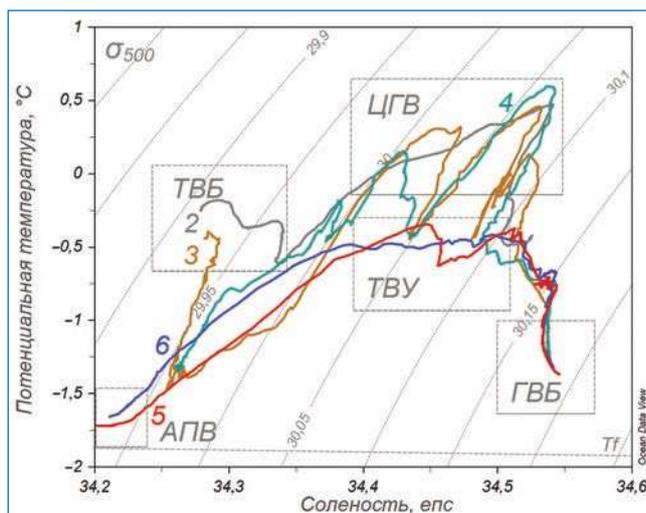
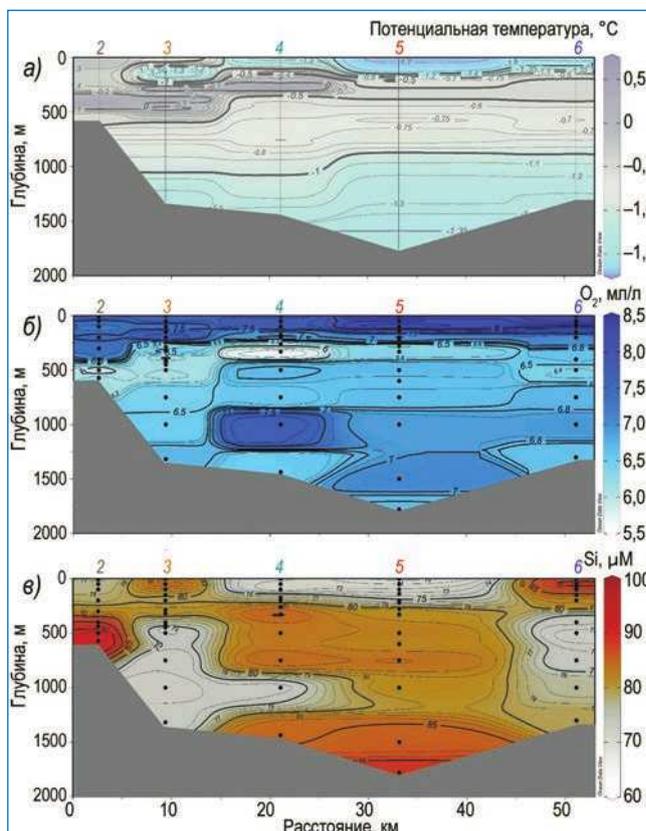


Рис. 3. *TS*-диаграмма океанографических станций на разрезе с обозначенными водными массами

ной температуры в слое ТВБ в подповерхностном слое до $-1,46$ °C и понижении солесности до 34,26 епс (рис. 3). Под слоем ТВБ зафиксирован слой ЦГВ. На станциях 5 и 6 в поверхностном слое наблюдался слой пресной и холодной АПВ. На станции 5 слой АПВ составил 156 м с $\theta_{\min} = -1,72$ °C, $S_{\min} = 34,21$ епс. На рис. 3 представлена *TS*-диаграмма океанографических станций на разрезе с обозначенными водными массами.

Важной отличительной особенностью наблюдаемой структуры вод по сравнению с предыдущими годами является наличие крупного залива модифицированных циркумполярных глубинных вод вдоль северного склона

Рис. 4. Распределение потенциальной температуры (а), концентрации растворенного кислорода (б) и силикатов (в) на регулярном разрезе в проливе Брансфилд



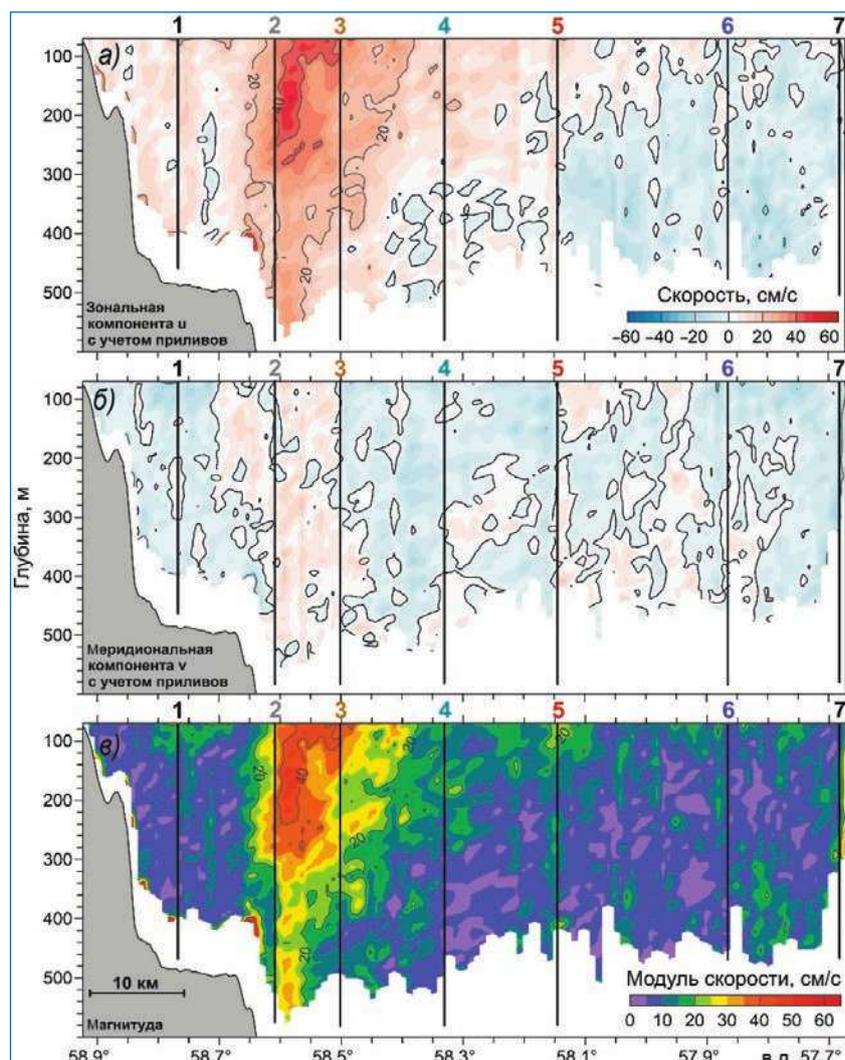
пролива и в центральной его части глубже 200 м. Данный заток идентифицируется по абсолютному максимуму температуры в холодный период, относительному максимуму солёности, абсолютному минимуму концентрации растворенного кислорода и относительному максимуму силикатов (рис. 3, 4). Циркумпольная глубинная вода зафиксирована на станциях 2, 3, 4, то есть в северной части разреза. На станциях 5, 6 ЦГВ не зафиксирована. Интересно, что ядро ЦГВ с максимальной потенциальной температурой 0,59 °С и солёностью 34,54 епс наблюдалось на станции 4 на глубине 260 м, а не на станциях, ближайших к стержню ТБ. В целом такое далекое распространение ЦГВ в глубоководную часть разреза может быть связано не с течением, а с переносом этих океанических вод в центральную часть котловины вихрями. Возможно, по этой же причине минимум концентрации растворенного кислорода 5,66 мл/л на станции 4 наблюдался не в ядре ЦГВ, а глубже, на глубине 330 м. Одинаково повышенная концентрация силикатов 85,6 мк наблюдалась как на горизонте 260 м с относительными максимумами температуры и солёности, так и на глубине 330 м, где эти максимумы уже не выражены. На рис. 4 представлено распределение потенциальной температуры, концентрации растворенного кислорода и силикатов на регулярном разрезе в проливе Бранс-

филд. Цветными цифрами обозначены номера станций, соответствующие номерам станций на рис. 1, 3.

В придонном слое на глубоководных станциях 4–6 зафиксирована максимальная температура и минимальная солёность ГВБ для периода наблюдений с 2016 года. Минимальная температура ГВБ в придонном слое на глубоководной станции 5 в этом году повысилась до -1,37 °С, солёность составила 34,55 епс. Также зафиксировано значительное уменьшение мощности слоя этих вод. Нужно отметить, что ГВБ в этом году характеризуются повышенной концентрацией силикатов (88,9 мк) и пониженной концентрацией растворенного кислорода (6,70 мл/л). Таким образом, наличие крупного затока модифицированной циркумпольной глубинной воды вдоль северного склона пролива и в центральной его части глубже 200 м, наблюдаемое повышение температуры, снижение солёности, повышенная концентрация силикатов и уменьшение концентрации растворенного кислорода в слое ГВБ могут рассматриваться как усиление влияния вод АЦТ в проливе, которое сопровождается увеличением доли ЦГВ в формировании ГВБ.

К сожалению, по метеоусловиям и из-за неблагоприятной ледовой обстановки выполнить работы на станциях 7–11, где проходит стержень АПТ, несущего ТВУ, не удалось. Поэтому не были получены значения

Рис. 5. Вертикальное распределение скорости и направления течений на регулярном разрезе в проливе Брансфилд: восточной компоненты и с коррекцией на прилив (а), северной компоненты с коррекцией на прилив (б), модуля скорости течений без коррекции на прилив (в). Топография дна взята из базы GEBCO 2022



термохалинных и гидрохимических характеристик в ядре ТВУ, анализ которых позволил бы оценить влияние этой водной массы на ГВБ. В рамках выполненных станций в центральной части разреза (станции 5, 6) зафиксированы только трансформированные ТВУ с минимальной потенциальной температурой $-0,63\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На рис. 5 представлено вертикальное распределение скорости и направления течений, полученное при поперечном пересечении пролива Брансфилд от о. Кинг Джордж (рис. 1). Данный разрез выполнен во время движения судна от российской антарктической станции Беллинсгаузен до станции 7 и по количеству качественных данных является наиболее полным из трех проходов. По распределению восточной и северной компоненты скорости в северной части разреза в районе станций 2–4 выделено ТБ, несущее с юго-западной части залива вдоль склона ТВБ в поверхностном слое и МЦГВ на глубинах более 200 м. Скорости течения превышают 30 см/с в слое толщиной 300 м. Наибольший вклад вносит восточная компонента скорости (более 50 см/с). Значения скорости северной компоненты при этом не превышают 15 см/с. Максимальные значения скорости течения составляют более 50 см/с, что в целом соответствует измерениям скорости течения пролива Брансфилд в летний период Южного полушария.

При отборе проб ихтиопланктонной сетью визуально был отмечен достаточно большой размер зоопланктона (в большей степени криля), который является прямым потребителем фитопланктонного сообщества и оказывает влияние на значения биомассы микроводорослей и хлорофилла «а». Также большую роль играет интенсивное перемешивание водных масс, вследствие чего хлорофилл распределяется по вертикали практически равномерно. Пространственное распределение хл-А в слое 0–100 м достаточно однородно, значения варьируются от 0,10 до 0,17 мг/м³ (рис. 6). На глубине 100 м значения незначительно падают до 0,11–0,13 мг/м³, что связано с ограниченным поступлением света на нижнюю границу фотической зоны. На станции 4 при зондировании 100-метрового слоя термоклин не наблюдался, поэтому в слое 0–100 м значения хл-А практически не изменяются (0,14 мг/м³), за исключением глубины 80 м, где концентрация опускается до 0,10 мг/м³. Во время работы наблюдалось сильное ветровое волнение (скорость ветра 9–13 м/с), которое способствовало интенсивному перемешиванию водной толщи. Низкое содержание хл-А на разрезе обусловлено отбором проб в зимний период (июнь), который характеризуется меньшей солнечной активностью, что непосредственно влияет на процессы вегетации микроводорослей. Биомасса также демонстрирует низкие значения и немногочисленную плотность фитопланктона. На рис. 6 представлено распределение концентрации хл-А в проливе Брансфилд на станциях 2–6 в слое 0–100 м.

Рис. 6. Распределение концентрации хлорофилла «а» в проливе Брансфилд на станциях 2–6 в слое 0–100 м



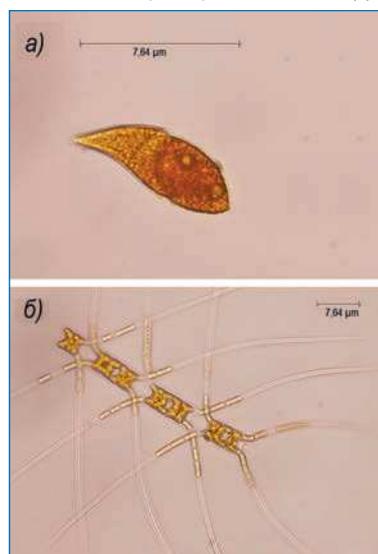
Видовое разнообразие микроводорослей в районе исследования в зимний период в июне 2024 года было представлено 2 систематическими отделами Dinophyta — 4, Bacillariophyta — 8. Основу видового разнообразия фитопланктона составляли диатомовые водоросли (64 %) и динофитовые (36 %). Среди динофлагеллят наиболее распространены одноклеточные виды родов *Gyrodinium* (рис. 7а), *Gymnodinium* и единичные клетки *Protoperedinium*, *Prorocentrum*, а среди диатомей — *Thalassiosira sp*, *Navicula sp*, *Fragilariopsis kerguelensis*, *Corethron pennatum*, *Proboscia inermis*, *Dactyliosolen antarcticus*, а также единичные клетки *Chaetoceros sp* (рис. 7б), *Nitzschia sp* и *Thalassiothrix antarctica*, *Lauderia annulate*, *Gomphonema sp*. На рис. 7 представлено фото микроводорослей с увеличением в 40 раз, OLYMPUS BX60.

Наибольшая численность, биомасса и видовое разнообразие фитопланктона отмечаются на станции 2 в поверхностном слое, что может быть связано с распространением теплых и относительно пресных транзитных вод моря Беллинсгаузена.

В целом пролив Брансфилд считается высокопродуктивным районом Южного океана для всех трофических уровней — от первичной продукции до скоплений зоопланктона, особенно криля, птиц и млекопитающих. Важную роль в обеспечении переноса и удержания биоты в проливе играет течение пролива Брансфилд, которое направлено на северо-восток и распространяется вдоль южного континентального склона Южных Шетландских островов. Поэтому включение исследования течения пролива Брансфилд в систему измерений, проводимых в рамках сезонных операций РАЭ, является одной из важных задач планируемых комплексных исследований в проливе.

Впервые в рамках сезонных операций РАЭ выполнено комплексное исследование на регулярном разрезе в проливе Брансфилд. Также нужно отметить, что разрез в рамках РАЭ был впервые выполнен в начале зимнего периода. Проведение исследования даже в сокращенном формате позволило определить термохалинную, гидрохимическую и динамическую структуру вод в глубоководной части разреза, продолжить изучение межгодовой изменчивости структуры вод в целом и в частности термохалинных характеристик глубинной воды пролива Брансфилд, определить распределение хлорофилла «а»

Рис. 7. Динофитовая водоросль рода *Gyrodinium* (а), диатомовая водоросль рода *Chaetoceros* (б)



в верхнем 100-метровом слое и исследовать видовой состав фито- и зоопланктонных сообществ в поверхностных водах.

Натурные данные были получены в рамках программы океанографических исследований Южного океана по Проекту 5.2 «Комплексные океанологические, климатические, гляциологические и геофизические исследования Антарктики и Южного океана» плана НИТР/ОПР Росгидромета (2020–2024 годы). Комплекс научно-исследовательских работ проводился в рамках 69-й сезонной РАЭ на борту НЭС «Академик Трёшников» при технической поддержке судовых специалистов.

Выражаем благодарность экипажу НЭС «Академик Трёшников» во главе с капитаном судна А.Г. Евгеновым,

заместителю начальника сезонной экспедиции А.Н. Николаеву и помощнику начальника сезонной экспедиции А.А. Платонову, содействовавшим выполнению работ по научным программам; научно-технической службе судна во главе с Г.А. Константиновым и полярникам, принимавшим участие в работах по научным программам в рамках 69-й РАЭ. Также авторы выражают благодарность С.В. Кашину и Д.И. Фрею за экспертную помощь в сборе натуральных данных в рамках 69-й РАЭ и ценные комментарии к статье.

*А.А. Федотова (ИО РАН), Я.В. Швед (АНИИ),
Д.А. Смирнова (ИО РАН), А.А. Петрова (АНИИ),
А.В. Весман (АНИИ)*

СОВРЕМЕННЫЙ РОСТ СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АНТАРКТИДЕ ЯВЛЯЕТСЯ БЕСПРЕЦЕДЕНТНЫМ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 2000 ЛЕТ

В 2023 году закончились работы по гранту Российского научного фонда «Климатическая изменчивость на Восточно-Антарктическом плато за последние 2000 лет» (проект № 21-17-00246), выполнявшиеся в АНИИ под руководством ведущего научного сотрудника отдела географии полярных стран А.А. Екайкина. Одним из основных результатов этого проекта стала реконструкция скорости снегонакопления в районе станции Восток за последние 2200 лет.

Баланс массы Антарктиды — одна из наиболее актуальных научных проблем современной гляциологии и климатологии в свете продолжающегося повышения глобальной температуры. Влияние потепления на баланс массы Антарктического ледяного щита довольно противоречиво: с одной стороны, оно сопровождается расширением зоны таяния на краю ледника, деградацией ледяных шельфов, ускорением динамики льда и, как следствие, ускорением абляции. С другой стороны, как климатические модели, так и экспериментальные данные говорят о том, что с ростом температуры должно расти количество осадков в зоне аккумуляции Антарктиды. Инструментальные данные о скорости снегонакопления доступны всего лишь в двух пунктах Центральной Антарктиды — в районе станций Восток и Амундсен-Скотт, и в обоих этих районах действительно наблюдается рост этого параметра на протяжении двух последних десятилетий. В настоящее время первый фактор (рост абляции) перевешивает, и Антарктида активно теряет массу, давая заметный вклад в повышение уровня моря.



Рис. 1. Фирновый керн, извлеченный из скважины VK23, январь 2019 года.
Фото А.Н. Верес

Целью нашего проекта было изучение климата в районе станции Восток на протяжении двух последних тысячелетий по данным исследования неглубоких (до 70 м) фирновых кернов (рис. 1). Измерение электропроводности и концентрации сульфатов в кернах позволило определить слои, в которых содержатся продукты известных вулканических извержений, и, таким образом, надежно датировать снежно-фирновую толщу. Тщательное измерение плотности фирна дало возможность рассчитать среднюю скорость снегонакопления между двумя соседними «вулканическими» слоями. Наконец, измерение изотопного состава фирна (рис. 2) (концентрации дейтерия и кислорода 18) позволило установить изменение температуры воздуха в прошлом. Результаты этих исследований показаны на рис. 3.

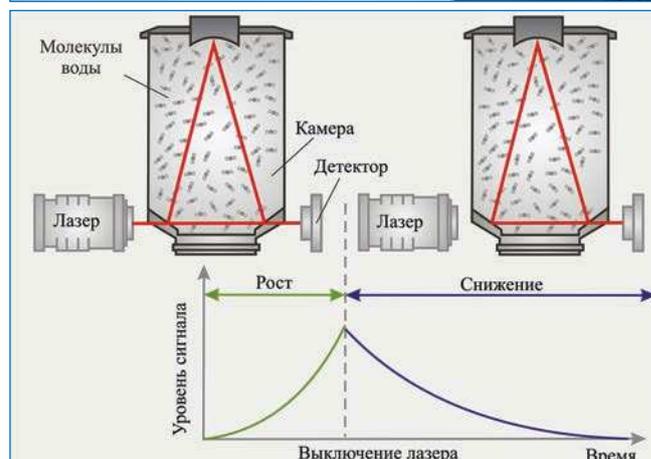


Рис. 2. Лазерный анализатор Picarro L2140-i (а) и принцип его действия (б)

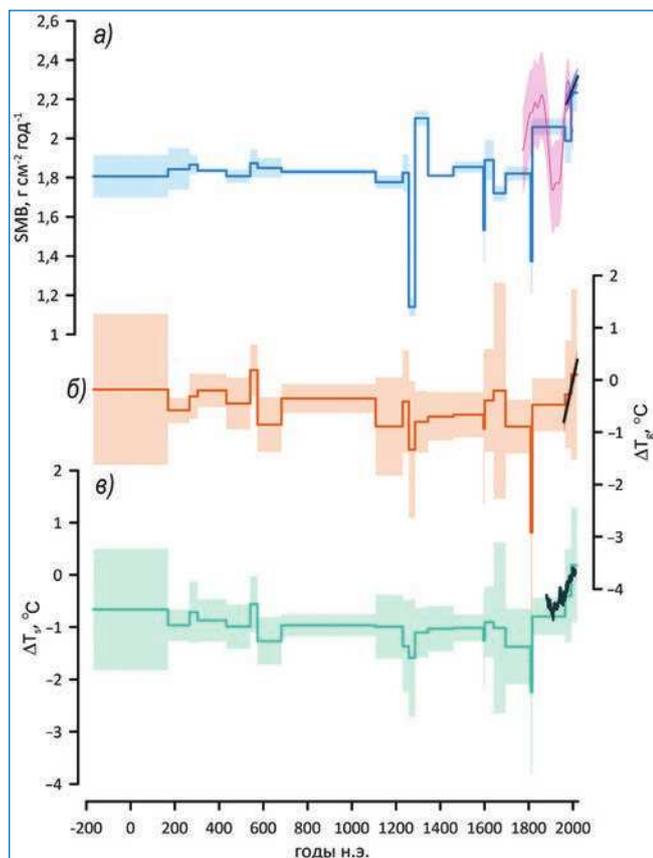


Рис. 3. Результаты палеоклиматических реконструкций по данным фирновых кернов в районе станции Восток (Ekaykin A.A., Veres A.N., Wang Y. Recent increase in the surface mass balance in central East Antarctica is unprecedented for the last 2000 years // Nat. Communications Earth & Environment. 2024. Vol. 5. № 200. P. 1–8): а — реконструкция скорости снегонакопления (SMB) (синяя линия), сиреневой линией показан ход SMB по данным снежных шурфов, а темно-синей линией — линейный тренд SMB по данным снегомерного полигона ст. Восток; б — приземная температура воздуха на станции Восток по результатам реконструкции (оранжевая линия) и по метеорологическим данным станции Восток (черная линия); в — температура в источнике влаги по данным реконструкции (зеленая линия) и температура поверхности океана в Южном полушарии по данным NOAA

Оказалось, что до 1800 года средняя скорость снегонакопления составляла около 18 мм водного эквивалента (в. э.) в год, что на четверть ниже современных (1970–2021) значения, равного 22,5 мм в. э. Выполненные нами статистические расчеты показали, что с вероятностью 94,3 % современная скорость снегонакопления является беспрецедентной за последние 2000 лет. Рост скорости накопления снега связан с ростом температуры: до 1800 года средняя годовая приземная температура воздуха в районе станции Восток была примерно на 0,5–1,0 °C ниже современной. Полученные данные позволили рассчитать такой важный параметр, как чувствительность скорости снегонакопления к температуре, которая составила $11 \pm 2 \text{ \%}/^\circ\text{C}$ (т. е. при повышении температуры на 1 °C скорость снегонакопления увеличивается на 11 %). Эта величина находится на верхнем пределе разброса значений чувствительности, которые можно найти в литературных источниках (от 2 до 10 %/°C).

Таким образом, полученные нами исследования позволили сделать несколько важных выводов:

- впервые было подтверждено значимое влияние современного потепления на баланс массы снежной поверхности в Центральной Антарктиде;
- впервые было показано, что современные изменения гляцио-климатических параметров в Центральной Антарктиде вышли за рамки естественной изменчивости, характерной для доиндустриального периода;
- наконец, была надежно определена чувствительность скорости снегонакопления в Центральной Антарктиде к изменению температуры воздуха, которая оказалась выше предыдущих оценок.

Полученные результаты могут быть использованы для уточнения прогноза будущего вклада Антарктиды в изменение уровня моря. В частности, относительно высокая чувствительность баланса массы снежной поверхности к температуре означает менее интенсивную потерю массы Антарктическим ледниковым щитом в ходе будущего потепления. Впрочем, сценарий, при котором прирост массы в центре материка превысит расход массы на его краях, следует считать маловероятным.

А.А. Екайкин, А.Н. Верес (ААНИИ)

ОЦЕНКИ МЕЖГОДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОНЦЕНТРАЦИЙ КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ГАЗОВ И ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ НА СТАЦИОНАРАХ ААНИИ, БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ В МОРЯХ КАРСКОМ И ЛАПТЕВЫХ

Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ) в рамках важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИП ГЗ), направленного на создание Единой национальной системы мониторинга климатически активных веществ, и Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы (ФНТП) принимает участие в работе консорциума № 2 «Климатический и экологический мониторинг ключевых районов Мирового океана и морей России». Основной целью работы консорциума является создание системы мониторинга Северной Атлантики и морей России для оценки их роли в формировании климатических и экосистемных изменений Мирового океана, а также влияния долгопе-

риодных изменений морской среды на глобальный баланс парниковых газов.

Головной организацией консорциума выступает Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, а ААНИИ, наряду с еще пятью ведущими морскими научно-исследовательскими учреждениями России, выступает как соисполнитель работ в части российских арктических морей.

Основная задача ААНИИ на трехлетний период реализации проекта с 2022 по 2024 год — оценка межгодовой изменчивости концентраций климатически активных газов и потоков энергии на стационарах ААНИИ, а также биогеохимических циклов в морях Карском и Лаптевых.

В ходе выполнения проекта в 2023 году была подготовлена компоновка системы мониторинга параметров

углеродного цикла и потоков парниковых газов и энергии на стационарах ААНИИ по четырем направлениям: энергомассобмен, углеродный цикл и потоки парниковых газов, карбонатная система и биогенные элементы, содержание хлорофилла и первичной продукции.

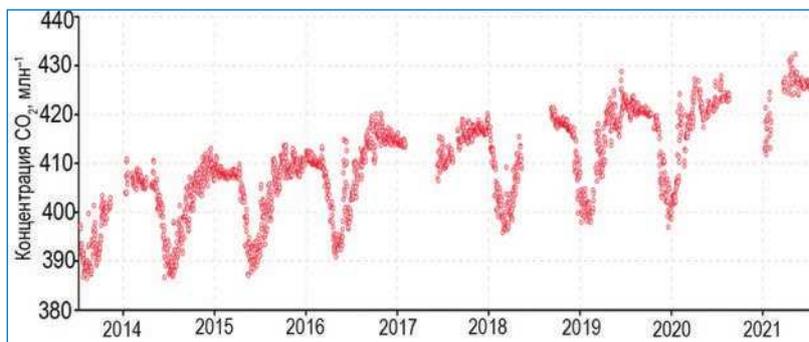


Рис. 1. Межгодовая изменчивость концентрации углекислого газа в 2014–2022 годах на ГМО Тикси

Впервые за последние десять лет, прошедших с момента окончания работы научных станций на дрейфующем льду, благодаря постройке и вводу в строй в 2022 году научно-экспедиционного судна «Северный полюс», была получена высококачественная информация о характеристиках свободной атмосферы в центральной части Арктического бассейна Северного Ледовитого океана (СЛО), позволившая с использованием разработанного в ААНИИ алгоритма исследовать пространственно-временную изменчивость основных термодинамических характеристик полярной атмосферы в период происходящего в настоящее время потепления Арктики.

Анализ межгодовой изменчивости характеристик свободной атмосферы по данным аэрологических наблюдений показал потепление в приземном слое и нижней тропосфере до уровня 500 гПа с начала 2000-х годов до настоящего времени, в то время как в верхней тропосфере и стратосфере наблюдалось преобладание отрицательных аномалий температуры.

Оценки сезонной и межгодовой изменчивости концентраций парниковых газов показывают, что среднегодовые значения метана и углекислого газа на полярных станциях демонстрируют рост, превышая среднеглобальные значения. Для обоих газов характерен типичный сезонный ход с повышением концентраций в зимние месяцы и монотонным понижением концентраций в летний период (рис. 1). Минимальная концентрация углекислого газа на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» наблюдалась примерно на 10–14 дней позже освобождения ото льда пролива Шокальского. Было показано, что в холодное время года накоплению газов в приземном слое способствует также частое наличие инверсий температуры воздуха.

Результаты анализа почвенных потоков диоксида углерода демонстрируют наличие суточного хода, особенно отчетливо выраженного на участке с растительным покровом, отсутствие отрицательных значений потока углекислого газа на глинисто-ка-

менистом участке, преобладание отрицательного потока на участке с растительностью.

В ходе работ была оценена возможность использования отечественных поверхностных дрейфующих буев для исследования состояния поверхностного слоя рос-

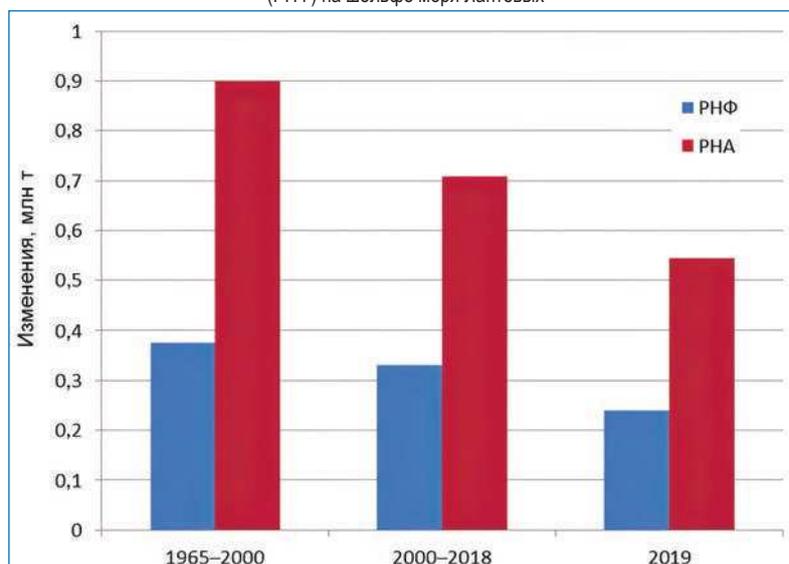
сийских арктических морей. Основным преимуществом дрейфующих поверхностных буев является их возможность в автономном режиме практически непрерывно на протяжении всего года получать и передавать по спутниковым каналам связи информацию о состоянии окружающей среды. Данный инструмент может существенно улучшить наши представления о процессах, происходящих в зимний период, когда все российские арктические моря, за исключением западной части Баренцева моря, покрыты непроходимым для научно-исследовательских судов льдом.

Для дальнейшей работы в следующем году были подготовлены ряды данных спутниковых наблюдений, позволяющих анализировать изменения температуры, солёности, а также концентрации хлорофилла «а» в поверхностном слое моря для исследования распространения фитопланктона даже в самых удаленных частях арктических морей. Оценки пространственного распределения и концентраций хлорофилла «а» в арктических морях по спутниковым данным выявили хорошую сходимость с натурными данными в условиях малой облачности.

Анализ результатов определений общей щёлочности и рН в морях Карском и Лаптевых позволил получить оценки основных параметров карбонатной системы и запасов растворенного неорганического углерода на шельфе и склоне. Полученные данные позволяют охарактеризовать морскую систему как устойчивую и обладающую достаточной буферной емкостью. Расчеты показывают, что среднегодовой поток CO_2 для акваторий морей Карского и Лаптевых направлен из атмосферы в море.

По данным экспедиций, выполненных в период 2013–2022 годов в морях Карском и Лаптевых, и архивным данным были получены оценки объема и динамики запасов минеральных форм биогенных элементов (азот, фосфор) на шельфе морей, показывающие, что общие запасы биогенных элементов на шельфе моря Лаптевых сравнительно невелики, а за

Рис. 2. Оценка изменений запасов растворенного неорганического азота (РНА) и фосфора (РНФ) на шельфе моря Лаптевых



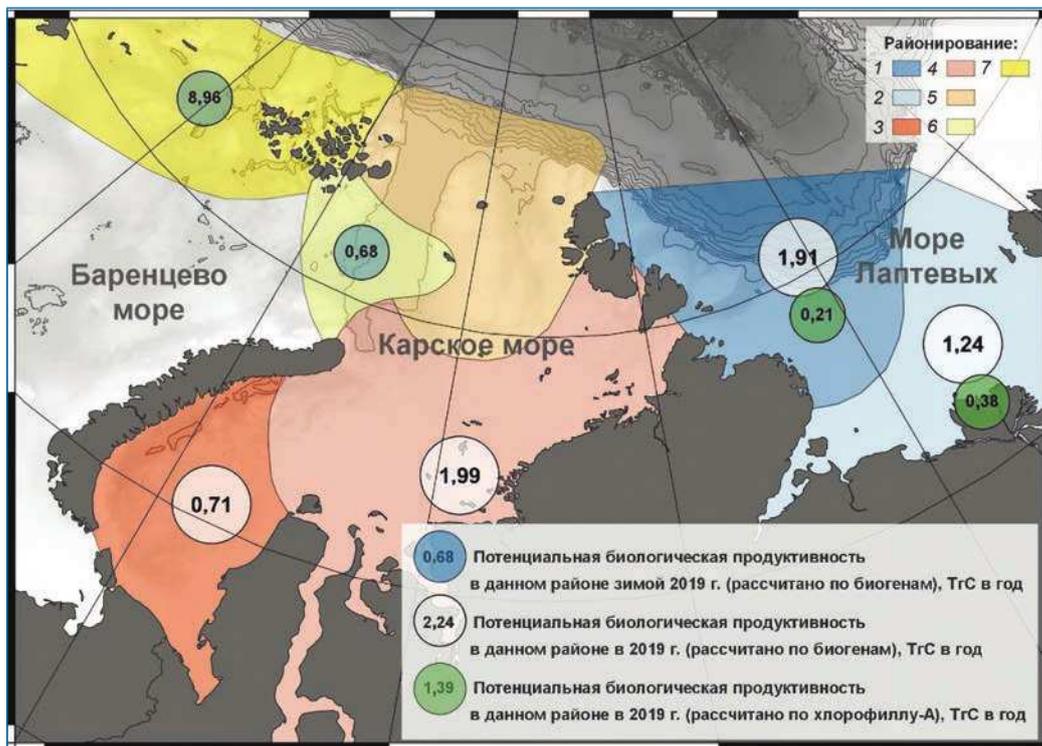


Рис. 3. Оценки потенциальной биологической продуктивности (Тг углерода/год) в 2019 году.

1 — район максимального воздействия арктических и глубинных атлантических вод; 2 — воды материкового стока моря Лаптевых; 3 — поверхностные арктические воды Карского моря; 4 — воды материкового стока Карского моря; 5 — район интенсивного влияния атлантических вод; 6 — центральный район, занятый поверхностными арктическими водами; 7 — шпицбергенский тип водных масс

последние два десятилетия отмечается их некоторое сокращение (рис. 2). Вероятно, это вызвано увеличившимся потреблением азота и фосфора фитопланктоном за счет увеличения периода цветения вследствие сокращения площади ледяного покрова в летний период. Данные о сокращении запасов азота и фосфора на акватории моря Лаптевых согласуются с оценками роста первичной продукции региона.

Оценки первичной продукции органического вещества в морях Российской Арктики на основе спутниковых данных и данных прямых измерений показали, что в целом продуктивность арктических морей за период исследований увеличивается, что связано с увеличением длительности вегетационного периода в результате наблюдающихся климатических изменений, что выражается в более раннем освобождении морей ото льда и увеличении температуры воды, а также с дополнительным притоком с атлантическими водами на шельф морей минеральных биогенных элементов, являющихся питательной базой для фитопланктона. Наиболее продуктивными регионами для морей Карского и Лаптевых являются районы влияния речного стока и северные акватории, где происходит взаимодействие вод шельфа и центрального района Арктического бассейна СЛО (рис. 3). При этом продуктивность северных регионов несколько выше. Увеличение потока тепла с атлантическими водами и сокращение площади морского льда, вероятно, окажут влияние на продуктивные процессы в центральной части СЛО.

Одним из перспективных источников информации являются данные, полученные с помощью математического моделирования процессов, происходящих в Северном Ледовитом океане и его морях. Так, для мониторинга гидрофизического режима на основе математического моделирования была использована адаптированная

к условиям Арктического региона конфигурация модели NEMO в морях Баренцевом, Карском, Восточно-Сибирском и Лаптевых, позволяющая воспроизводить мезомасштабные и субмезомасштабные процессы. В результате проведения численных экспериментов за 10-летний период были реконструированы поля океанографических характеристик и характеристик ледяного покрова с высоким пространственным разрешением, что обеспечивает более целостную картину климатических изменений, протекающих в водной толще СЛО.

Полученные в ходе работ над проектом результаты позволят оценить термическое состояние российских арктических морей, получить оценки состояния полярной атмосферы и морских экосистем, улучшить систему мониторинга, а также прогнозирования наблюдаемых параметров в условиях глобальных климатических изменений путем верификации глобальных и региональных математических моделей Мирового океана.

Работы выполнены в рамках Соглашения № 169-15-2023-002 в ходе реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ».

Помимо авторов в подготовке материалов по проекту принимали участие следующие сотрудники института: А.П. Макштас, П.В. Богородский, А.Е. Новихин, Н.К. Алексеева, А.Д. Тарасенко, И.А. Махотина, М.А. Лоскутова, Е.В. Блошкина, А.Д. Ревина, Я.А. Швед, И.И. Большакова, О.Л. Жукова.

М.С. Махотин, О.Р. Сидорова, В.В. Поважный, В.М. Смоляницкий, А.В. Даньшина, Т.Н. Еременко (АНИИ)

ИТОГИ ДВУХЛЕТНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СНЕЖНОЙ ПОСАДОЧНОЙ ПЛОЩАДКИ «ЗЕНИТ», СТАНЦИЯ ПРОГРЕСС, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА

Основная причина создания посадочной площадки (ПП) «Зенит», пригодной для тяжелых самолетов на колесном шасси на российской станции Прогресс в Восточной Антарктиде, — это вступление в основную фазу строительства нового зимовочного комплекса (НЗК) Восток на одноименной российской станции в Центральной Антарктиде. На первом этапе его строительства в район станции Прогресс (Земля Принцессы Елизаветы) судами были завезены блоки, из которых создается НЗК Восток, техника для его доставки к месту строительства, а также необходимое топливо. Основной задачей следующего этапа строительства стала своевременная доставка строителей и механиков в район станции Прогресс, чтобы как можно эффективнее использовать каждый день короткого антарктического лета на станции Восток, когда погодные условия позволяют работать технике и людям. На этом этапе блоки НЗК Восток от места хранения доставлялись тягачами на санях к месту строительства и строители приступали к сборке. Следует отметить, что в начале весеннего периода припайный лед у берегов Антарктиды имеет максимальную мощность, что затрудняет использование судов для доставки людей и сопутствующих грузов ранней весной. Для решения этой важной логистической задачи было принято решение осуществлять доставку грузов и личного состава на станцию Прогресс тяжелыми самолетами типа Ил-76, способными на беспосадочный перелет с африканского континента в Антарктиду. Но для этого на станции Прогресс было необходимо организовать посадочную площадку для приема тяжелых самолетов на колесном шасси.

Выбор места строительства посадочной площадки

Как правило, единственная возможность организации аэродромов вблизи станций на антарктическом континенте — это их строительство на леднике. Не являлась исключением и ситуация в районе станции Прогресс, расположенной в оазисе Холмы Ларсеманн (Земля Принцессы Елизаветы). На территории самого оазиса рельеф поверхности абсолютно не пригоден для организации грунтового аэродрома.

Основная сложность организации аэродрома на леднике, в районе станции Прогресс, заключается в отсутствии в разумной близости от него зон голубого льда (зон, где на леднике отсутствует постоянный снежный покров). Это существенно усложняло решение поставленной задачи. Место строительства аэродрома было выбрано в 6 км от станции Прогресс, на леднике, где толщина снежного покрова варьировала от 5 до 10 м, а рельеф поверхности позволял выбрать площадку, пригодную для строительства взлетно-посадочной полосы (ВПП) длиной не менее 3000 м. Исторически этот район хорошо изучен, так как здесь многие годы располагалась посадочная площадка для малой авиации на лыжном шасси, принадлежащая Российской антарктической экспедиции. Среднегодовое снегонакопление здесь составляет около 30 см, а среднегодовая скорость перемещения ледника не превышает 2 м в год.

По международной классификации ледников его можно отнести к инфильтрационной зоне. Ранее здесь наблюдалось эпизодическое образование трещин, но, как правило, не более полуметра шириной, что позволяет их оперативно бутить и восстанавливать таким образом целостность снежно-ледового покрытия.

Еще в советское время при участии сотрудников ААНИИ была разработана методика строительства аэродромов на глубоком снегу для приема тяжелых самолетов на колесном шасси (Инструкция по проектированию, строительству и оценке эксплуатационной пригодности снежных и снежно-ледовых аэродромов Антарктиды ВСН37-76. Л., 1976). Эта методика предполагает строительство аэродрома как минимум в течение двух лет с обязательным использованием не менее одного летнего сезона, когда температура снежной поверхности приближается к температуре фазового перехода, что значительно облегчает уплотнение снега. В нашем случае ставилась задача строительства аэродрома за полгода, причем в зимний период. Решение о строительстве было принято в конце февраля 2022 года, а начать полеты на станцию Прогресс было необходимо не позднее начала ноября того же года.

Самым простым и эффективным способом строительства аэродрома на глубоком снегу для самолетов на колесном шасси является метод послойного уплотнения снежных слоев до необходимой прочности. Основной вновь разработанной методики строительства аэродрома на глубоком холодном снегу послужили работы, проведенные на станции Восток в ходе летних полевых сезонов 2006–2008 годов. В эти годы были проведены штамповые испытания снежного покрова на предмет возможности уплотнения холодного снега до твердости 1 МПа и более, необходимой, чтобы выдержать нагрузку от колес шасси тяжелых самолетов. В частности, в результате проведенных исследований была получена зависимость плотности образующегося снега от оказанного на снежный покров воздействия штампа с различным давлением для различных исходных характеристик снега при температуре около -30°C . Так, при достижении в снежном материале плотности 600 кг/м^3 его твердость может превышать 1 МПа.

Также при проведении экспериментов по уплотнению снега на станции Восток была обнаружена принципиально важная зависимость изменения прочности уплотненного снега от времени после проведенного уплотнения. Сразу после уплотнения и одновременного увеличения плотности прочность уплотненного снега может даже уменьшиться по сравнению с исходной, что связано с разрывом связей между гранулами и кристаллами снега. Но под воздействием механизма диффузионного спекания кристаллов и гранул снега его прочность возрастает и через некоторое время достигает своего нового значения, значительно превышающего исходное.

Разработанная в последние годы в Российской антарктической экспедиции методика уплотнения холодного снега позволила эффективно и быстро создавать



Уплотнение снежного слоя с помощью уплотняющей платформы

снежные покрытия значительной толщины и прочностью свыше 1 МПа. Одним из результатов применения этой методики было сконструированное и изготовленное устройство для уплотнения холодного снега, используемое для уплотнения снежных слоев покрытия аэродрома. На данное уплотняющее устройство в ААНИИ был получен патент на изобретение. Это устройство, получившее название «уплотняющая платформа» было одним из основных при строительстве ПП «Зенит».

Контроль качества создаваемого покрытия

Оперативный контроль прочностных свойств создаваемого покрытия осуществлялся с помощью пенетromетра с энергией разрушения 8,5 Дж. Подробные характеристики этого прибора представлены в вышеуказанной работе (ВСН37-76, 1976 г.). Твердость созданного верхнего 30-сантиметрового слоя снежного покрытия составила от 1 до 1,5 МПа. По образцам, полученным из взятых из созданного покрытия кернов, на механическом прессе была измерена прочность на одноосное сжатие снежного покрытия, которая показала схожие с твердостью результаты.

Дополнительно, для оперативного контроля качества покрытия на конечном этапе его формирования, использовалась тестовая тележка с нагрузкой на колесо и характеристиками колес, схожими с колесами шасси самолета. В качестве такой тележки использовалась тягловая машина-кран.

Вес машины с дополнительным балластным грузом был доведен до 60 т, а давление в колесах до 0,8 МПа.

Оценка необходимой толщины снежной плиты покрытия

Был проведен теоретический расчет толщины снежной плиты покрытия, достаточной, чтобы выдер-

Автомобиль-кран, используемый в качестве тестовой тележки для проверки прочности покрытия аэродрома



жать нагрузку от колеса шасси самолета с давлением на поверхность до 1 МПа. Достаточной в нашем случае является толщина плиты в 1 м.

Для предотвращения внедрения колеса в снежную плиту достаточно, чтобы твердость поверхности плиты покрытия была выше давления, оказываемого на нее колесом. То есть твердость верхнего слоя плиты должна быть не менее 0,9 МПа. Похожий результат был получен при проектировании снежной ВПП на станции Молодежная в 1976 году. В этой работе представлена минимально допустимая прочность на одноосное сжатие покрытия снежной ВПП для эпизодической эксплуатации Ил-76. Вся снежная плита покрытия толщиной не менее 1 м должна опираться на естественный снежный покров прочностью на сжатие не менее 0,15 МПа.

Несущая способность снежной плиты покрытия аэродрома

Помимо оценки необходимой прочности и толщины снежной плиты покрытия аэродрома, чтобы выдержать нагрузку от колес шасси самолета, плита должна выдерживать нагрузку от веса всего самолета в целом. Несущая способность снежной плиты рассчитывалась как оценка максимального допустимого веса самолета при заданной геометрии распределения колес его шасси. Основной вес Ил-76 сосредоточен на двух задних группах колес шасси, в каждой из которых по 8 колес. Общее пятно касания колес шасси, на котором сосредоточен практически весь вес самолета, имеет размеры 8,0 × 3,2 метра.

С учетом того, что вся снежная плита опирается на естественный снежный покров прочностью на одноосное сжатие не менее 0,15 МПа, расчеты показали, что наше покрытие ПП «Зенит» может гарантированно выдержать самолет весом до 375 т с геометрией шасси, сходной с Ил-76. Учитывая, что реальный вес Ил-76 составляет 150 т, имеется более чем двукратный запас прочности несущей способности подготовленной снежной плиты покрытия.

Проверка безопасности созданного покрытия аэродрома

Одной из основных угроз для любого инженерного сооружения на леднике является возможность образования трещин вблизи поверхности, на которой это сооружение построено. Не исключение и аэродром, расположенный на леднике. Основным методом проверки наличия трещин или пустот внутри него являлся георадарный контроль.

Следует заметить, что образование трещин внутри ледника, расположенного в береговой зоне антарктического континента, является обычным делом. Это связано с тем, что разные части ледника двигаются с различной скоростью. В теле ледника возникают напряжения. Если они превышают критические значения, то происходит формирование трещин. Перед приемом самолета в проверку готовности аэродрома, помимо контроля физико-механических характеристик покрытия, также входит георадарный контроль наличия поверхностных трещин. В случае выявления возможного их наличия в ходе анализа временных георадарных разрезов в этом пункте производится проверочное бурение для выяснения реальных размеров этих объектов. Для дальнейшей эксплуатации аэродрома очень важно было оценить, насколько обнаруженный внутри ледника объект в виде трещины или пустоты угрожает проведению авиационных операций.



Выравнивание (а) и фрезеровка (б) поверхности ПП «Зенит»

Для этого была рассчитана несущая способность снежной плиты покрытия при наличии под ней трещины или пустоты заданного размера. При расчетах учитывалась максимальная нагрузка на колесо шасси самолета, а также геометрия распределения колес шасси. В расчетах принималась твердость снежного материала, из которого состоит плита, не менее 0,9 МПа, а толщина плиты не менее 1 м. По стандартной методике расчетов из теории сопротивления материалов были получены максимально допустимые ширина трещины или размер пустоты под плитой покрытия порядка 1 м. Этих значений и придерживались при контроле состояния покрытия ПП «Зенит» перед приемом самолетов.

Подготовка поверхности ПП перед приемом самолета

За период с марта по август 2022 года была полностью сформирована снежная плита покрытия аэродрома (ВПП и перрон) общей площадью 350 тыс. кв. м и толщиной от 100 до 120 см.

Поверхность плиты была выровнена с помощью струга.

После чего на ее поверхности с помощью фрезы РВ300 был создан слой ледяной крошки до 4 см толщиной, что увеличило коэффициент сцепления колес шасси самолета с поверхностью до 50 %.

ПП «Зенит» была оснащена метеорологическим и радиооборудованием. Радиопривод и искусственное освещение на ПП «Зенит» не предусмотрены, поэтому проведение авиационных операций возможно только в дневное время при хорошей видимости. Ориентировочное время, пригодное для эксплуатации ПП в течение года для самолетов на колесном шасси, — с начала октября до конца декабря и с начала февраля до конца апреля. Эти даты существенно зависят от погодных условий текущего года.

Первый рейс Ил-76ТД-90ВД

Седьмого ноября 2022 года на вновь созданную посадочную площадку станции Прогресс был принят первый борт самолета Ил-76ТД-90ВД компании «Волга-Днепр».

Посадка самолета прошла в штатном режиме. Глубина колеи от колес шасси самолета после посадки не превысила 3 см.

В летний период 2022/23 года всего было совершено 4 полета Ил-76ТД-90ВД, после чего ПП «Зенит» была закрыта для полетов до следующего сезона. В начале следующего сезона, в конце октября 2023 года после тщательной подготовки и проверки полеты Ил-76ТД-90ВД из Кейптауна в Антарктиду на ПП «Зенит» были возобновлены. Проведенная проверка состояния ПП «Зенит» показала, что твердость снежного материала за зимний период возросла почти на 20 %, что соответствует полученным ранее результатам об увеличении прочностных свойств уплотненного снега со временем. За один перелет Ил-76 из Кейптауна на ПП «Зенит» и обратно иногда перевозилось до 90 человек сотрудников, так или иначе участвующих в строительстве НЗК Восток. Кроме того, в феврале 2024 года на Ил-76 был осуществлен санитарный рейс Кейптаун — ПП «Зенит» — Кейптаун по спасению больного сотрудника станции Бхарати индийской антарктической экспедиции, которая расположена в 10 км от станции Прогресс. Всего в сезон 2023/24 года было совершено 7 полетов Ил-76. Наличие ПП «Зенит» позволило значительно ускорить процесс строительства НЗК Восток.

На сегодняшний день посадочная площадка «Зенит» — единственная в Антарктиде, расположенная на леднике, на глубоком снегу с толщиной снежного покрова на поверхности льда свыше 5 м, пригодная для работы на ней тяжелой авиации на колесном шасси.

*С.П. Поляков, П.И. Лунёв (РАЭ, АНИИ).
Фото С.П. Полякова*

Первое приземление Ил-76ТД-90ВД на посадочную площадку «Зенит». 7 ноября 2022 года



II ФОРУМ «АРКТИКА — РЕГИОНЫ»: СПЕЦИАЛИСТЫ ОБСУДИЛИ НАВИГАЦИЮ НА СМП И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА НА МЕРЗЛОТЕ

В Архангельске 8–9 августа 2024 года состоялся II форум «Арктика — регионы». Организатором мероприятия выступило Правительство Архангельской области, соорганизатором — компания «НЕВА-Интернэшнл». На форуме ведущие эксперты органов государственной власти, бизнеса и научных организаций (всего — свыше 1300 делегатов из более чем 40 регионов страны, а также делегаты из дружественных стран: Китая, Казахстана, ОАЭ и Индии) обсудили ключевые вопросы развития Арктической зоны Российской Федерации. В деловой программе принял участие директор Арктического и антарктического научно-исследовательского института Александр Сергеевич Макаров.

Одной из ключевых дискуссий на форуме стала сессия Госкорпорации «Росатом» «Безопасность в Арктике — приоритеты», где обсуждались эффективные меры обеспечения безопасности при перевозках по Северному морскому пути.

Глобальное потепление климата несет в себе ряд преимуществ для навигации. Вместе с тем ледовая обстановка в арктических морях изменчива и непредсказуема, что представляет риски для судоходства.

«Потепление климата, с одной стороны, открывает перед нами новые возможности по развитию Северного морского пути, с другой стороны, усложняет задачи. Количество льда уменьшается, но в то же время в связи с увеличением динамики льда растет интенсивность торособразования, а в районах интенсивного судоходства, таких как Обская губа и Енисейский залив, формируются большие зоны ледяной каши, которые препятствуют движению ледоколов и судов», — рассказал директор ААНИИ А.С. Макаров в ходе деловой сессии форума «Безопасность в Арктике — приоритеты».

Ученый отметил, что в этом году в отдельных районах арктических морей аномалия ледовитости была

выше нормы. В юго-западной части Карского моря и юго-западной части Чукотского моря, районах, где традиционно наблюдаются быстрое разрушение ледяного покрова и раннее очищение трассы, сложились сложные ледовые условия, каких не наблюдалось 30 лет.

Руководитель ААНИИ подчеркнул, что оправданность ледовых прогнозов остается на очень высоком уровне и достигает для долгосрочных прогнозов 80–85 %, а для краткосрочных — 90–95 %.

По словам генерального директора ФГБУ «Главсевморпуть» Сергея Николаевича Зыбко, для обеспечения безопасности мореплавания по Северному морскому пути действует четкий алгоритм. Желающие подадут заявку, при соблюдении предъявляемых требований получают разрешение на плавание и с учетом рекомендаций штаба морских операций осуществляют прохождение по маршруту. При этом, по его словам, с каждым годом количество заявок растет. Так, в 2023 году объем перевозок по Севморпути составил более 36 млн тонн, что в шесть раз больше, чем в лучшие годы советского периода.

«Интенсивность судоходства увеличивается, мы реагируем на это. Например, создается цифровая экосистема СМП, включающая в себя четыре основных элемента: единую платформу цифровых сервисов, комплексы беспилотных летательных аппаратов, а также бортовые измерительные комплексы, которые будут собирать и передавать сведения о ледовой обстановке, метеоусловиях. Еще одна важная часть платформы — фонд данных. Первый этап работ по созданию системы завершен, «Главсевморпуть» проводит ее тестирование», — рассказал С.Н. Зыбко.

К обработке большого массива данных привлекается искусственный интеллект, но окончательное решение будет за человеком — экспертом штаба морских операций. Применение современных технологий позволит

В зале заседания форума. Фото из архива ААНИИ



решить важнейшие задачи для развития Северного морского пути — повысить безопасность и предсказуемость судоходства. Оператор, грузоотправитель, грузополучатель будут иметь четкое представление о том, сколько времени займет прохождение по маршруту.

Говоря о безопасной навигации, эксперты отмечали, что речь идет не только о безопасности людей, судоходства, но и о предупреждении происшествий, которые могут нанести ущерб хрупкой экосистеме высоких широт.

Как рассказал заместитель директора, начальник отдела развития обеспечения безопасности Арктического региона департамента образовательной и научно-технической деятельности МЧС России Тимофей Геннадьевич Сулима, на всем протяжении Северного морского пути Россия создает в Арктике сеть комплексных аварийно-спасательных центров (АСЦ). Первый из них был открыт в марте 2024 года в Певеке на Чукотке. Аналогичный центр в рамках государственно-частного партнерства сейчас строится в Сабетте (ЯНАО), также они появятся в Диксоне и Тикси.

«Строительство в Арктике — это не быстро и дорого. Год назад с этой трибуны в Архангельске я озвучил проблему отсутствия механизмов взаимодействия трех заинтересованных ведомств — МЧС, Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) и Морского спасательного центра, и мы видим, что форум работает. Заместитель Председателя Правительства РФ Юрий Петрович Трутнев нас поддержал. На своих площадях в Сабетте мы уже предложили 300 квадратных метров для ФМБА и 163 квадратных метра для Минтранса. Таким образом, один объект и три оперативно-спасательных ведомства взаимодействуют и работают вместе», — пояснил Т.Г. Сулима.

Помимо аварийно-спасательных центров прикрытие территории спасательными подразделениями на всем протяжении Севморпути обеспечат авиационные звенья МЧС. Одно из них дислоцируется в Архангельске. В этом году подразделение получило вертолет Ми-8 в арктическом исполнении. В следующем году в Архангельской области пройдут масштабные учения «Арктика-2025».

В ходе дискуссии представитель МЧС обратился с предложением к директору ААНИИ провести совместную тренировочную операцию. «Мы хотим в рамках учения отработать спасательную операцию на вашей станции, чтобы ученые в Арктике чувствовали себя спокойно и понимали, что мы сможем до них долететь, добраться, дойти и так далее, имея авиацию в высоких широтах», — сказал Т.Г. Сулима, обращаясь к директору ААНИИ А.С. Макарову.

Вопросы строительства и эксплуатации зданий в условиях многолетней мерзлоты обсудили во время сессии, организованной при поддержке Министерства РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики. Общая площадь районов распространения вечной мерзлоты равна примерно 65 процентам всей территории России. Изменение климата выражается, в частности, в повышении температуры воздуха, что влечет за собой таяние вечной мерзлоты. Сейчас этот процесс затрагивает все аспекты жизнедеятельности, включая безопасность проживания 2 млн людей. По словам А.С. Макарова, разрушение мерзлоты повлечет за собой серьезные последствия, а именно — трудности в строительстве и обслуживании как линейных, так и площадных объектов, что будет сказываться на комфорте и безопасности жизни в арктических условиях: «Деградация мерзлоты никаких позитивных аспектов, в отличие от уменьшения

ледовитости морей в Арктике, не несет. Будет сложнее эксплуатировать инфраструктуру, будет сложнее строить, сложнее изучать мерзлоту».

Для контроля и прогнозирования таяния в институте на протяжении двух лет активно разрабатывается система фоновый мониторинга многолетнемерзлых пород: по словам директора ААНИИ, за три года будет создано 140 пунктов контроля, на 40 объектах уже ведутся работы.

Создание системы фоновый мониторинга многолетнемерзлых пород — инновация мирового масштаба. При использовании прорывных практик российских и мировых ученых, инфраструктуры наблюдательной сети Росгидромета удалось разработать систему, аналогов которой не существует.

Важным вопросом на текущий момент, как отметили выступающие, является биохимический мониторинг, поскольку норм для его регулирования сейчас нет. По мнению А.С. Макарова, необходимо разработать законодательную базу, которая позволит углубить картину мониторинга и точнее наблюдать за мерзлотой, планируя развитие страны в соответствии с этими данными.

Как рассказал директор Федерального автономного научного учреждения (ФАНУ) «Восточный центр государственного планирования» Михаил Евгеньевич Кузнецов, в Министерстве по развитию Дальнего Востока и Арктики на протяжении долгого времени разрабатывается идея законопроекта, который будет регулировать особенности строительства на арктических территориях с учетом изменения климата, мониторинга и адаптации к климатическим изменениям на территориях вечной мерзлоты.

«Происходящие климатические изменения имеют позитивные следствия, но также есть и значительные риски для инфраструктуры в Арктической зоне. Сейчас у нас есть время для реагирования, чтобы придумать, как мы этот риск оценим и как будем с ним работать. На это наши усилия сегодня направлены», — подчеркнул М.Е. Кузнецов.

Вопрос разработки нормативных документов прокомментировал член Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Владимир Александрович Пушкарев. Он отметил, что в верхней палате парламента уже собрана рабочая группа, которая состоит из представителей профильного министерства, Росгидромета, регионов, где обсуждается создание Федерального закона, направленного на формирование комплексной системы мониторинга многолетней мерзлоты и определения полномочий органов государственной власти в этом вопросе.

Участники сессии пришли к мнению, что единый закон, регулирующий особенности строительства в условиях многолетнемерзлых территорий, необходим. Он должен включать не только положения о мониторинге изменений, но и о режиме эксплуатации зданий, предусматривать нормативы строительства, и в этой работе стоит опираться на опыт регионов, которые уже занимаются регулированием этой сферы.

II форум «Арктика — регионы» стал эффективной дискуссионной площадкой для выработки совместных решений по устойчивому развитию судоходства и морской логистики в акватории Северного морского пути, строительству и ремонту арктического флота, модернизации портовой инфраструктуры и кадрового обеспечения.

Медиагруппа ААНИИ

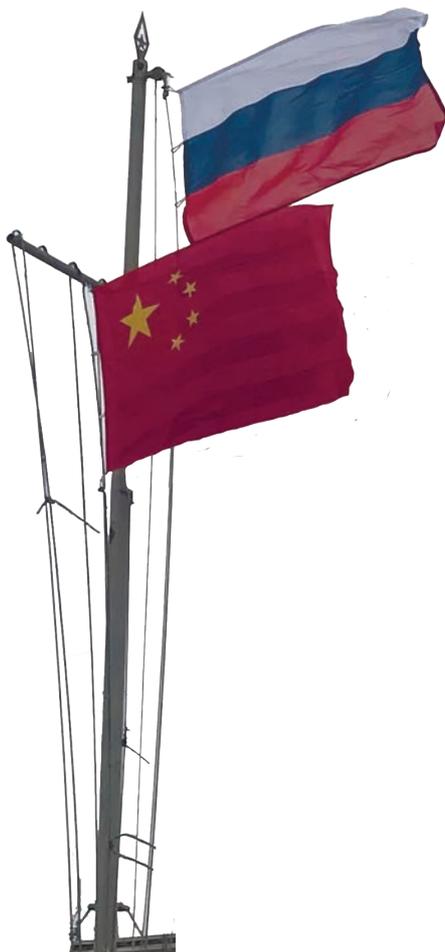
ААНИИ ПОСЕТИЛА ДЕЛЕГАЦИЯ ГЕНКОНСУЛЬСТВА КНР

Делегация Генерального консульства Китайской Народной Республики в Санкт-Петербурге во главе с Генеральным консулом господином Ло Чжаньхуэйем посетила Арктический и антарктический научно-исследовательский институт. В ходе визита официальный представитель КНР и директор ААНИИ А.С. Макаров обсудили возможности стратегического сотрудничества между Россией и Китаем в области изучения Арктики.

Делегация Поднебесной прибыла в ведущий российский научный центр по изучению полярных областей Земли с целью «рассмотрения предложений по развитию дальнейшего взаимодействия между КНР и РФ».

Ученые России и Китайской Народной Республики многие годы плодотворно сотрудничают в высоких широтах, подчеркнул в ходе встречи А.С. Макаров.

«В Антарктике наши научные станции расположены в непосредственной близости. Китайские и российские полярники вместе работают и отдыхают, поддерживают друг друга в трудные минуты, совместно отмечают международные и национальные праздники своих стран, проводят спортивные соревнования. Мы прикладываем также много усилий к расширению сотрудничества в Арктике. В ближайшее время представители ведущих научных полярных организаций КНР — Китайской арктической и антарктической администрации и Полярного исследовательского института



Китая посетят Российский научный центр на архипелаге Шпицберген. Мы планируем обсудить с коллегами возможность реализации совместных научных проектов, в том числе на базе дрейфующей станции «Северный полюс-42», работа которой начнется осенью этого года при поддержке научного судна «Северный полюс», — рассказал А.С. Макаров.

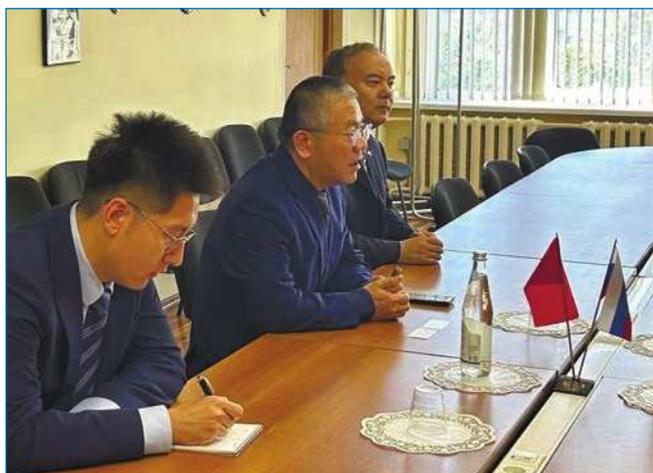
По словам ученого, международная кооперация и объединение лучших практик позволяют получить по-настоящему значимые результаты не только для фундаментальной науки, но и для промышленной и экономической деятельности. В частности, научные изыскания в Арктике направлены на обеспечение безопасной и эффективной навигации на трассе Северного морского пути, которая в ближайшее время станет важной транспортно-логистической магистралью, в том числе для грузоперевозок из Китая.

Партнерство в области изучения Арктики является важнейшей частью стратегического сотрудничества в области науки и техники между Россией и Китаем, отметил господин Ло Чжаньхуэй. Генеральный консул выразил заинтересованность в расширении взаимодействия и предложил содействие

в установлении контактов с китайскими научными организациями и решении организационных вопросов.

*Медиагруппа ААНИИ
Фото С.А. Шацковой*

Генеральный консул КНР Ло Чжаньхуэй и директор ААНИИ А.С. Макаров во время переговоров



ВЕДУЩИЕ РОССИЙСКИЕ И КИТАЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОГОВОРИЛИСЬ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

Ученые Арктического и антарктического научно-исследовательского института, Китайской арктической и антарктической администрации и Полярного исследовательского института Китая договорились о начале подготовки совместных научных проектов в Арктике. Встреча ведущих полярных организаций России и Китая состоялась в Российском научном центре на архипелаге Шпицберген.

Коллеги из Китайской Народной Республики осмотрели лаборатории и оборудование Российского научного центра на архипелаге Шпицберген и достопримечательности Баренцбурга.

Китайские ученые заинтересованы в развитии сотрудничества и проведении совместных научных работ с коллегами из России, подчеркнул заместитель директора Китайской арктической и антарктической администрации господин Лин Тайюн (Ling Tiejun). «У нас есть общие интересы и пути для развития дальнейшего сотрудничества. Мы должны разработать систему, по которой российские и китайские ученые смогут посещать научные станции наших стран. Полярные регионы — это огромный кластер для междисциплинарных исследований и решения общих задач в науке», — сказал господин Лин Тайюн.

Россия накопила обширный и во многом уникальный опыт работы в высоких широтах. По словам директора Арктического и антарктического научно-исследовательского института А.С. Макарова, китайские и российские ученые успешно взаимодействуют в Антарктике, и сегодня назрела необходимость расширить это сотрудничество в северной полярной области. «Важно не только развивать действующие научные проекты и обмениваться опытом, но и смотреть в будущее — решать масштабные научные задачи, внедрять передовые технологии, готовить молодых специалистов. Каждая из наших стран имеет свои сильные стороны, объединив усилия, мы сможем достичь больших успехов», — сказал А.С. Макаров.

В ходе встречи ученые обменялись взаимными приглашениями. Китайским коллегам предложили присоединиться к работе Российской научной арктической экспедиции на архипелаге Шпицберген и дрейфующих станций, организованных при поддержке уникального научного судна «Северный полюс». Российских ученых пригласили в экспедиции на китайском исследовательском ледокольном судне «Сяолонг 2» (Xuelong 2).

«Мы открыты для сотрудничества и будем рады, если вы сможете отправить своих ученых на наш ледокол», — отметил заместитель директора по вопросам полярного развития и международного сотрудничества Полярного исследовательского института Китая господин Чен Лиулин (Chen Liulin).

Согласно достигнутым договоренностям, первые консультационные совещания между научными организациями о совместных научных проектах в Арктике начнутся уже осенью этого года.

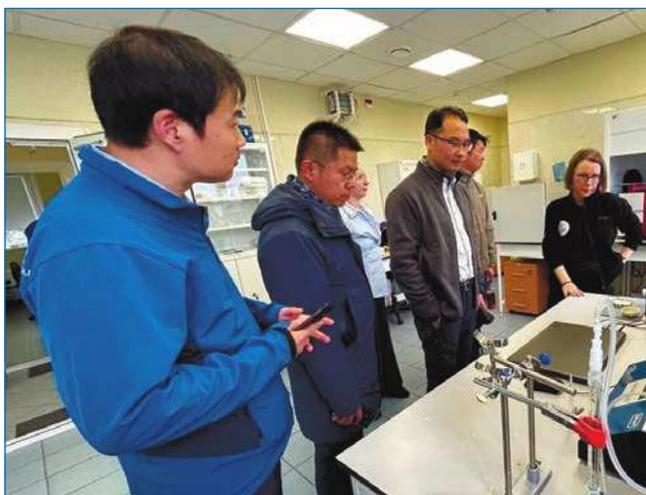
*Медиагруппа ААНИИ.
Фото С.А. Шацковой*



А.С. Макаров (справа) и глава китайской делегации Лин Тайюн (в центре) встретились в Баренцбурге



Заместитель начальника РАЭ-Ш А.Л. Никулина (в центре) показывает членам китайской делегации выносной комплекс приема спутниковой информации



Китайские ученые под руководством А.Л. Никулиной (справа) осматривают лаборатории Российского научного центра на архипелаге Шпицберген

РАСКАЗ О ДРЕЙФУЮЩЕЙ СТАНЦИИ СП-41 В ШКОЛЕ ИМ. А.А. ПОЛЯНСКОГО



Выступление О.Ю. Стрибного перед школьниками



Учащиеся на встрече с полярником



Передача гюйса воспитанникам Детского морского центра «Меридиан»

В канун летних каникул 30 мая 2024 года в средней школе № 18 Вологды, носящей имя Героя Советского Союза А.А. Полянского, радиста дрейфующей станции на ледокольном пароходе «Г. Седов» (1937–1940), состоялась встреча учащихся с руководителем группы геофизических исследований в составе экспедиции «Северный полюс-41» О.Ю. Стрибным. Большую роль в организации встречи сыграл М.С. Кутюмов, член Российского географического общества, почетный радист России.

Надо отметить, что в период работы экспедиции ребята из этой школы принимали участие в большом конкурсе под названием «Северный полюс-41», в разные номинации которого представляли свои рисунки и сочинения. Работы были переданы на станцию в виде электронных копий. «На этот Новый год к нам дошли даже оригиналы рисунков участников детского конкурса. Это было очень приятно. Все рисунки просто прекрасны!» — рассказал Олег Юрьевич на встрече. Добавим, что 17 марта 2023 года вологодские школьники участвовали в радиомосте со станцией (см: Ковалев С.М., Стрибный О.Ю. На связи с СП-41. Популяризация исследований в Арктике участниками экспедиции // Российские полярные исследования. 2023. № 4. С. 30–31, 35).

Приезд исследователя, только что возвратившегося из высоких широт после 20-месячной экспедиции, стал знаковым событием. На встрече с Олегом Юрьевичем ребята смогли задать все интересующие их вопросы, узнать о научных исследованиях, проводившихся на СП-41, о рыбалке на Северном полюсе и даже о том, как отмечали праздники на ледостойкой самодвижущейся платформе. О.Ю. Стрибный привез ребятам-участникам конкурсов и их педагогам-наставникам подарки с символикой экспедиции и Арктического и антарктического научно-исследовательского института. Специальными дипломами ААНИИ за организацию взаимодействия учащихся школы с полярниками дрейфующей станции «Северный полюс-41» были награждены Л.С. Серкова, директор средней школы № 18, и Е.Г. Коряковская, заместитель по воспитательной работе той же школы.

В музей школы О.Ю. Стрибный передал с СП-41 Андреевский флаг с автографами участников экспедиции. «Все участники научного состава станции и капитан нашего судна расписались на флаге и написали свои пожелания», — пояснил, развернув флаг перед ребятами, полярник. А ребята из Детского морского центра «Меридиан» имени адмирала флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова получили в подарок гюйс с автографами экипажа НЭС «Северный полюс».

«Эта экспедиция — большой шаг вперед», — подчеркнул исследователь. И очень важно, что он поделился с ребятами своими впечатлениями, рассказал о работах в приполюсном районе. Надеемся, что на встрече зажглись сердца многих будущих исследователей Арктики!

*М.А. Емелина, О.Ю. Стрибный (ААНИИ).
Фото М.Ю. Кутюмова, О.Ю. Стрибного*

ПОЛЯРНАЯ ФАЛЕРИСТИКА АНИИ: РОССИЙСКАЯ ЭПОХА¹

Значки и знаки, связанные с исследованиями в Антарктике

В российский период инициатором выпуска памятных значков, связанных с изучением шестого континента, выступала Российская антарктическая экспедиция ААНИИ (РАЭ) или ее сотрудники. К 40-летию отечественных исследований Антарктиды (1996 год) руководство РАЭ решило заказать выпуск значков на Санкт-Петербургском монетном дворе. Как вспоминает В.В. Евсеев, курировавший заказ, работа была поручена художнику предприятия С.А. Корнилову, который исполнил ее, взяв за основу свой же эскиз миниатюры «25 лет Договору об Антарктике». Форма значка — ромб со скругленными углами — осталась прежней. Изменилась только надпись: «40 [лет] исследований в Антарктиде». Значки (1000 экз., томпак; штамповка; 1,8 1,8 см; на булавке) вручались участникам антарктических экспедиций во время торжественной встречи, которая состоялась в институте 29 февраля 1996 года (в комплект сувенирной продукции, изготовленной к этому дню, также вошли памятный конверт, брошюра и галстук с изображением императорского пингвина).



Значок «40 лет исследований в Антарктиде». 1996 год

Спустя десятилетие отмечалось 50-летие отечественных исследований Антарктиды. Это событие праздновалось в Москве (Колонный зал Дома Союзов) и в Санкт-Петербурге (ААНИИ). Издавались книги, проходили конференции, ООО «Марка» выпустило серию из трех марок (художник А. Федулов) и сувенирный конверт. Ученые ААНИИ подготовили два издания, предназначенных для широкого круга читателей: Л.М. Саватюгин выпустил книгу «Российская наука в Антарктике» (2004), а В.В. Лукин, Н.А. Корнилов и Н.К. Дмитриев издали справочник «Советские и российские антарктические экспедиции в цифрах и фактах (1955–2005 гг.)» (2006). По инициативе начальника РАЭ Валерия Владимировича Лукина и Вячеслава Леонидовича Мартынова на ЗАО «Феодоровский завод АВ» заказали выпуск памятной настольной медали «50 лет антарктических исследований России (1956–2006)» и наградной медали с надписью на колодке «Ветеран антарктических исследований». Их эскизы выполнил художник Н.В. Ребницкий. На наградной медали он изобразил профили первооткрывателей шестого континента Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева. На заводе над выполнением этого заказа (металл, холодная эмаль; чеканка, гальваническое покрытие под цвет; d — 3,2 см, h — 6,0 см; цанга) трудились гравер А.Ф. Шамаев и скульптор Е. Изосимов.

Также на «Феодоровском заводе» по заказу РАЭ изготовили иной вариант награды — орден для вручения ветерану антарктических исследований — в виде



Н.В. Ребницкий. Эскиз наградной медали. 2005 год (слева). Орден «Ветерану антарктических исследований». 2006 год (справа)

белого креста (металл, эмаль; чеканка; размер креста 4,5×4,5 см), сходного с георгиевским, для ношения на шейной ленте. В центре креста — круглая накладка с изображением континента и санно-гусеничного поезда в кольце красного цвета с надписью «За заслуги в Антарктиде». Также на миниатюре указывалось «50 лет». К наградной медали и ордену прилагались удостоверения. При этом в документах фигурировало общее название — «Ветерану антарктических исследований», хотя на медали указывалось слово «ветеран», а на ордене шла другая надпись. Предполагалось, что знаки станут официальными ведомственными наградами Росгидромета, но идея не получила поддержки. Поэтому тираж этих наградных знаков был очень небольшим.



Вклейки в удостоверение к ордену «Ветерану антарктических исследований» с изображением наградных знаков. 2005 год

¹ Окончание. Начало публикации см.: Российские полярные исследования. 2024. № 2. С. 39–43.

На том же самом заводе в это же время изготовили два варианта сувенирных значков. Они в целом повторяют центральную часть ордена (без красного кольца с надписью). Один из них круглой формы (металл, эмаль, штамповка; d — 1,5 см; цанга), другой с обрамлением в виде восьмиконечной звезды с лучами-штралами (металл, эмаль, штамповка, гальваническое покрытие для звезды; 3,0×3,0 см; цанга).



Значки «50 лет антарктических исследований». 2006 год

В том же 2006 году были изготовлены памятные значки с надписью «50 лет Российской антарктической экспедиции». На миниатюре (металл, штамповка; 2,5×1,9 см; цанга) надпись расположена справа от фигуры императорского пингвина. Значки вручались участникам торжественных мероприятий.



Значок «50 лет Российской антарктической экспедиции». 2006 год

Последним значком (на момент подготовки статьи), посвященным юбилейной дате, связанной с исследованиями шестого материка, стала миниатюра «200 лет открытию Антарктиды», изготовленная ООО «Таргет гифтс» (2019). О ней упоминалось в первой части статьи.

В 1990–2000-х годах было несколько попыток создания эмблемы РАЭ. Традиционно символами антарктических исследований становились изображения шестого континента, экспедиционных судов, пингвинов. Над эмблемой РАЭ работал, в частности, участник многих экспедиций в Антарктиду А.М. Козловский, о чем свидетельствуют эскизы в его блокнотах. К сожалению, творческий поиск прервала безвременная кончина исследователя. К разработке эмблемы обращался и С.Ю. Лукьянов (малое предприятие (МП) «Гео Графика» — затем издательство «ГеоГраф»). Его рисунок шестого континента и пингвина на фоне российского флага использовался на сувенирных почтовых конвертах с 1994 года. Этот рисунок с некоторыми изменениями был принят в качестве эскиза для значка (металл, эмаль, штамповка; 2,4×2,9 см; цанга), выпущенного в конце 2000-х годов малым тиражом для сотрудников подразделения по инициативе главного



Значок РАЭ. Конец 2000-х годов

специалиста логистического центра РАЭ Юрия Владимировича Львова. На фоне развевающегося триколора помещены изображения Антарктиды, взрослого пингвина и птенцов, лавровая ветвь и дано название РАЭ.

Для участников РАЭ по инициативе ее руководства в 2008 году был выпущен нагрудный знак «Участник антарктической экспедиции». За основу был взят знак «Участнику антарктической экспедиции СССР», но вместо надписи «СССР» в нижней части миниатюры теперь значилось «Россия». Были и другие отличия. Прежде всего это размеры миниатюры, так как новый знак стал чуть больше. В верхней части миниатюры появился триколор, а вместо дизель-электрохода «Обь» изображалась носовая часть НЭС «Академик Федоров». К знаку выдавалось удостоверение. На гладком реверсе и в удостоверении указывался номер. Знак № 1 был вручен 7 апреля 2008 года потомкам начальника 1-й Комплексной антарктической экспедиции М.М. Сомова во время мероприятия в АНИИ, посвященного 100-летию ученого.

В отличие от советских, эти знаки не получили широкого распространения и вручались не всем участникам экспедиции. Сейчас традиция их вручения практически прервалась. Знаки (тяжелый металл, эмаль; штамповка; 3,5×2,7 см; на винте) изготавливались на одном из предприятий Санкт-Петербурга. Известно, что их тираж составлял не менее 3000 экземпляров. В последующем миниатюры выпускались из легкого металла, на реверсе с контррельефом отсутствовал номер. Встречаются значки, на которых корпус судна окрашен в черный цвет. Данные о дополнительных тиражах установить не удалось.



Знак «Участник антарктической экспедиции». 2008 год

В сентябре 2020 года по инициативе сотрудников РАЭ Валерия Иосифовича Геллера и Валерия Анатольевича Фёдорова, а также Михаила Абдурахмановича Мухаметжанова, участника двух экспедиций в Антарктиду, в петербургском ООО «Горизонт» был изготовлен памятный знак «Участник Антарктической экспедиции» (том-пак, эмаль, литье; 4,0×3,0 см; на винте). Он представляет собой изображение двуглавого орла с круглой эгидой, на которой помещен силуэт Антарктиды. Форма миниатюры стремится к овалу за счет размещения в нижней части лавровых ветвей и синей ленты с надписью. На реверсе



Знак «Участник Антарктической экспедиции». 2020 год

выбивался номер. На гайке расположены надписи «Горизонт» и «Gorizont-znaki.ru». В 2022 году последовал дополнительный тираж. Всего был выпущен 351 знак. К нему прилагается удостоверение.

М.А. Мухаметжанов стал инициатором создания целого ряда значков, знаков и медалей, посвященных полярным исследованиям. Для большинства миниатюр он сам предлагал эскиз и выполнял дизайн. Назовем еще один значок его работы, так как заказ осуществлялся во взаимодействии с В.И. Геллером. Нагрудный знак «Участник перелета в Антарктиду» (200 экз., металл, эмаль, штамповка; d — 2,8 см; цанга) изготовили специалисты ООО «Горизонт» в 2015 году. В центре миниатюры расположен силуэт транспортного самолета Ил-76 над шестым континентом; по краю на красном фоне золотыми буквами дана надпись «Участник авиaperелета в Антарктиду». К знаку прилагается удостоверение.



Нагрудный знак «Участник авиaperелета в Антарктиду». 2015 год.

В 2016–2018 годах отмечались 60-летие станций Мирный и Восток, 50-летие станции Беллинсгаузен и 30-летие станции Прогресс. По инициативе В.И. Геллера, В.А. Фёдорова и М.А. Мухамеджанова в ООО «Горизонт» были изготовлены четыре нагрудных знака на колодке (по 150 экз.; металл, штамповка; d — 3,2 см, h — 6,5 см; булавка). В центре каждой миниатюры — изображение шестого континента, а на переднем плане — строения или техника, характерные для той или иной станции, животные; на аверсе также приводятся название станции, период с начала ее работы (1956–2016, 1957–2017, 1968–2018, 1988–2018) и юбилейная дата. Ко всем



Нагрудные знаки к юбилеям антарктических станций. 2016–2018 годы



Удостоверение к нагрудному знаку «Антарктическая станция Беллинсгаузен 50 лет»

знакам прилагались удостоверения. На обороте знака выбивался номер.

Несколько ранее, в 2008 году, был выпущен значок «40 лет станции Полюс недоступности». Он очень похож на миниатюру, которую изготовили по заказу ААНИИ в 1978 году к 20-летию станции, но меньше по своим размерам. Также имеются отличия в цветовой гамме эмалей и датировке (вместо 1978 года указан 2008-й), а самое главное в том, что тираж новых значков не заказывался.

Знаковым событием для антарктических исследований стала организация единственной дрейфующей станции в Южном океане «Уэдделл-1». На ней работали ученые двух стран — СССР и США. Ледовый лагерь официально был открыт 12 февраля 1992 года, начальником станции являлся В.В. Лукин. Фактически дрейф станции выполнялся в постсоветское время, но на ее эмблеме, разработанной американской стороной в 1991 году, фигурировало прежнее название нашей страны. Эта эмблема стала основой для создания памятного значка (дизайн С.Ю. Лукьянова, МП «Гео Графика»). На нем изображена часть Антарктиды, район дрейфующих льдов близ материка в море Уэдделла, в котором обозначена условным знаком дрейфующая станция. По краю дана надпись на двух языках: «U.S. — U.S.S.R. ICE STATION WEDDELL-1 УЭДДЕЛЛ». Заказ курировал В.В. Лукин. Миниатюры изготовили на Казанском оптико-механическом заводе в 1992 году (500 экз., ситалл, штамповка; d — 3,0 см; на булавке). Значки крепились на подложки из плотной бумаги с символикой дрейфующей станции (5×18 см). Для экспедиции МП «Гео Графика», согласно договору от 1 ноября 1991 года, были также подго-



Российский (слева) и американский (справа) значки для участников дрейфующей станции «Уэдделл-1». 1992 год

товлены и выпущены сувенирные конверты и открытки, штемпеля и штампы, визитки (к 10 января 1992 года).

Следует упомянуть, что американской стороной также был выпущен значок с эмблемой экспедиции (ла-

тунь, эмаль, штамповка; d — 2,5 см; цанга). На реверсе указывался номер и шла надпись «Union made».

Спустя 10 лет, в 2002 году, по заказу В.В. Лукина был изготовлен небольшой тираж закатных значков с надписью «U.S. — C.C.C.P. ICE STATION WEDDELL 1 УЭДДЕЛЛ. X. 1992–2002». Их дизайн также выполнил С.Ю. Лукьянов (издательство «ГеоГраф»). Значки (50 экз.; d — 3,8 см; на булавке) изготовили в петербургском производственном объединении «Контакт». Для участников торжественного мероприятия, посвященного 10-летию дрейфа и проходившего в Российском государственном музее Арктики и Антарктики, в издательстве «ГеоГраф» помимо значков выпустили сувенирные конверты и штамп для памятного гашения.



Значок «10 лет станции “Уэдделл-1”». 2002 год

Значки, посвященные флоту ААНИИ

1990-е годы стали периодом, когда в связи с экономическими трудностями в стране из состава флота ААНИИ были выведены НИС «Профессор Визе», «Профессор Зубов», «Академик Шулейкин» и «Профессор Мультановский», НЭС «Михаил Сомов» (НИС «Рудольф Самойлович» передали Управлению по гидрометеорологии Литовской ССР в 1989 году). Только в 2012 году флот института пополнился новым судном — НЭС «Академик Трешников». Спустя еще десять лет было введено в эксплуатацию НЭС «Северный полюс».

Первые значки с изображением судов ААНИИ были выпущены в 2003 году по заказу совместного предприятия «ИНТААРИ», занимавшегося логистическим обеспечением полярных экспедиций. Это предприятие было учреждено на базе института в 1991 году и работало до начала 2010 года. ЗАО «ИНТААРИ» в лице своего руководителя А.В. Турчина заказало тираж сувенирных пластиковых (закатных) значков в связи с рейсом НЭС «Академик Федоров» в Антарктику с участием туристов в год 300-летия Санкт-Петербурга. Оригинал-макет выполнил С.Ю. Лукьянов, производство — ООО «Кон-

такт». Было изготовлено три варианта значков (300 экз.; d — 3,8 см; на булавке). В центре всех миниатюр — изображение научно-экспедиционного судна, над которым развевается триколор; над ним — название судна. Отличия имелись в нижней части значков: посвящение 300-летию Петербурга, ААНИИ или ИНТААРИ. Все надписи на них были выполнены на английском языке (название судна, города или предприятия). Для экспедиции в издательстве «ГеоГраф» также были подготовлены и выпущены сувенирные конверты, штамп и дипломы.

В 2023 году по инициативе Владимира Николаевича Зайцева (отдел флота) были заказаны три значка с изображением действующих судов ААНИИ: НЭС «Академик Федоров», НЭС «Академик Трешников» и НЭС «Северный полюс». Дизайн выполнил С.Ю. Лукьянов, взяв за основу стилистику серии миниатюр советского периода. Таким образом, новые значки очень гармонично продолжают ряд, в котором представлены НИС «Профессор Визе» и «Профессор Зубов», НЭС «Михаил Сомов». Накладки с силуэтами новых судов изображены на фоне полярных областей, цветовое решение заливки вокруг области земного шара разное для каждого судна. Значки (по 200 экз.; латунь, эмаль, штамповка, накладка; $4,0 \times 2,0$ см, 1 накладка — 3,0 см; крепление — на 2 цангах) выпустило петербургское ООО «ОПП Спортивной индустрии».



Значки, посвященные судам ААНИИ. 2023 год

Значки конференций и мероприятий, организованных в ААНИИ

9–20 июля 2001 года в Санкт-Петербурге проходило 24-е консультативное совещание по Договору об Антарктике (КСДА). Россия впервые принимала у себя КСДА. Это стало важным событием, ведь на этом главном международном форуме обсуждаются наиболее актуальные проблемы шестого континента. Проведение



Значки с изображением НЭС «Академик Федоров». 2003 год



Значок 24-го КСДА. 2001 год

24-го КСДА совпало с 40-летним юбилеем вступления в силу Договора об Антарктике. По заказу В.В. Лукина была подготовлена сувенирная продукция (дизайн С.Ю. Лукьянова): значки, конверты и штамп. Закатные значки изготовило ООО «Контакт» (300 экз.; $d = 3,8$ см; на булавке). На миниатюре по кругу была пущена надпись «XXIV ANTARCTIC TREATY CONSULTATIVE MEETING», в нижней части — «ST. PETERSBURG. RUSSIA. JULY 9–20 2001». В центре значка изображен шестой материк, на переднем плане — силуэт Петропавловской крепости.

XXX совещание Научного комитета по антарктическим исследованиям (SCAR) и Открытая научная конференция Международного арктического научного комитета (IASC) «Полярные исследования — перспективы Арктики и Антарктики в рамках Международного полярного года» состоялись в Санкт-Петербурге 4–11 июля 2008 года. В ААНИИ проходили научные секции конференции. Для участников форума выпускалась сувенирная продукция, в том числе пластиковые закатные значки «XXX SCAR» с эмблемой мероприятия ($d = 5,0$ см; на булавке). Автор ее эскиза — сотрудник Института географии РАН Роберт Анатольевич Чернов. Миниатюры по заказу оргкомитета, основу которого составляли сотрудники ААНИИ, были изготовлены в июне 2008 года.



Значок «XXX SCAR». 2008 год

Крупным международным научным мероприятием стал Международный полярный год (МПГ) 2007/08. Одним из активных организаторов проведения программы с российской стороны являлся Сергей Михайлович Пряников, руководитель отдела внешних связей ААНИИ. Им была разработана российская эмблема мероприятия, и он же курировал выпуск пластиковых значков ($d = 3,0$ см; цанга) с ее изображением. В центре миниатюры изображена стилизованная фигура человека в цветах российского флага на фоне земного шара из сетки меридианов и параллелей; слева направо вверх к полюсу взмывает стрела; по верхнему краю идет название «Международный полярный год», по нижнему — указание на годы проведения исследовательской программы «2007–2008». Эту же эмблему можно было увидеть на сувенирных конвертах и буклетах.



Значок МПГ 2007–2008. 2007 год

25–27 октября 2007 года в ААНИИ состоялась научная конференция «Моря высоких широт и морская криосфера», организованная при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям. Она проходила в рамках Дней Арктики в России и посвящалась 70-летию начала работы станций «Северный полюс». Для участников конференции были выпущены пластиковые значки ($d = 6,0$ см; на булавке). Автором эскиза миниатюры является О.И. Панасенкова.



Значок «Моря высоких широт и морская криосфера». 2007 год

В сентябре 2016 года для участников международной летней школы-семинара, проходившей на полевой базе института «Ладoga», был изготовлен пластиковый закатный значок с неофициальной эмблемой школы (тюлень, выглядывающий из полыньи). На аверсе были размещены надписи на английском языке: в верхней части, над рисунком — о мероприятии, в нижней — название молодежного образовательного форума «Field research methods on elements of the carbon cycle in Polar Regions». Дизайн эмблемы и значка выполнила О.И. Панасенкова, инициатива выпуска миниатюры и разработка макета принадлежит И.В. Фёдоровой и Р.Е. Власенкову, они же курировали исполнение заказа компанией «Значки СПб» (35 экз.; $d = 3,7$ см; на булавке).



Эскиз значка международной летней школы-семинара ААНИИ. Автор — О.И. Панасенкова. 2016 год

16–18 октября 2018 года в ААНИИ прошла юбилейная научная конференция «Дельта Лены — 20 лет российско-германских исследований», посвященная подведению итогов совместной работы в дельте р. Лены и на побережье моря Лаптевых, начавшейся в 1998 году. Специально к этому событию было выпущено подарочное издание «20 лет наземных исследований в сибирской Арктике. История экспедиций «Лена»». Трехтомник на русском, английском и немецком языках получили на память все участники конференции. Для участников исследований и гостей научного форума выпускалась и сувенирная продукция, в том числе памятные значки. Их

тираж (тяжелый металл, эмаль, штамповка; 3,5×2,0 см; цанга) был выполнен по эскизу О.И. Панасенковой специалистами ООО «Госзнак России».



Значок «Дельта Лены — 20 лет российско-германских исследований». 2018 год

Значки в честь Дня полярника

Новый праздник — День полярника — был учрежден по указу Президента РФ В.В. Путина в 2013 году. 21 мая в ААНИИ состоялось торжественное собрание, на котором присутствовало более 400 человек. Главной задачей мероприятия стали встреча ветеранов полярных исследований с молодым поколением полярников, а также подведение итогов работ и обозначение актуальных задач в деле исследования Арктики и Антарктики на ближайшее время (Первое празднование Дня полярника в ААНИИ // Российские полярные исследования. 2013. № 2 (12). С. 3–4). К мероприятию был выпущен тираж сувенирных (закатных) значков с оригинальной эмблемой праздника. На значках были изображены полярники с развевающимся триколором, на втором плане — льды, белый медведь и пингвин, научно-экспедиционное судно, самолет. По краю на синем фоне шла надпись: «21 мая. День полярника». Значки изготовило ООО «Комус» (1000 экз.; d — 3,8 см; на булавке).

В 2014–2016 годах для городских мероприятий в рамках Дня полярника по договору с институтом автономная некоммерческая организация «Духовное наследие» заказывала выпуск похожих закатных значков. Их раздавали сотрудникам ААНИИ в институте и горожанам на ярмарке фермерских и монастырских хозяйств «Хлебо-соль», которая в преддверии 21 мая разворачивалась на Наличной улице. Гулянья проходили несколько дней, сопровождались выступлением музыкальных коллективов.



Значки «День полярника». 2013–2016 годы

На миниатюре 2014 года изображался пингвин, 2015 года — белый медведь; в верхней части шла надпись «День полярника», в нижней — «Праздник. Концерт. Ярмарка» и указывался год. Значок 2016 года в целом повторял миниатюру 2013 года, но с небольшими отличиями: фигуры полярников стали чуть крупнее, изображения на втором плане отсутствовали, в нижней части добавилось указание года. Все значки были выполнены в одном размере и в одинаковой технике (d — 3,8 см; на булавке).

Традиция районного праздника не прижилась, а сама ярмарка, история которой насчитывает 13 лет, регулярно проходит в конце июня и в сентябре в Александро-Невской Лавре.

В мае 2018 года по инициативе сотрудников ААНИИ С.Ю. Мельникова и Р.Е. Власенкова (они же — авторы макета) был выпущен пластиковый закатной значок к очередному Дню полярника. В основе его композиции — эмблема института 1996 года с наложением римской цифры «V». Вверху — дата мероприятия, внизу — его название. Значок предназначался для ряда заинтересованных сотрудников. Производитель — компания «Значки СПб» (20 экз.; d — 3,7 см; на булавке).

В 2019 году ко Дню полярника снова были выпущены пластиковые закатные значки. Инициатива принадлежала сотрудникам ААНИИ С.Ю. Мельникову, Р.Е. Власенкову и С.В. Фролову. Они же разработали макет. На миниатюре, разделенной на две части, изображены Арктика со схематичной линией трассы Северного морского пути и основными портами, а также Антарктида с действующими российскими антарктическими станциями. Производство также было осуществлено компанией «Значки СПб» (25 экз.; d — 3,7 см; на булавке). В ковидный период традиция выпуска подобных значков прервалась.



Значок «5-й День полярника». 2018 год (слева).
Значок «День полярника». 2019 год (справа)

Изучение полярных областей планеты продолжается, организуются новые арктические и антарктические экспедиции, создаются новые суда для исследования высоких широт. Это означает, что в скором времени появятся и новые предметы полярной фалеристики, которые будут изготовлены по заказу ААНИИ или его подразделений.

Авторы статьи выражают признательность Е.Р. Березиной, Д.Ю. Большинову, Р.Е. Власенкову, В.И. Геллеру, А.В. Клепикову, В.А. Кучину, В.В. Лукину, С.Ю. Лукьянову, М.А. Мухамеджанову, С.Ю. Мельникову, А.А. Меркулову, О.И. Панасенковой, В.Н. Помелову, Н.В. Ребницкому, А.С. Рудяеву, С.Ю. Тарасенко, В.А. Фёдорову за помощь в написании данной статьи.

В.В. Евсеев, М.А. Емелина, В.Ю. Замятин (ААНИИ)

ПОСЛЕДНИЙ АДРЕС РУДОЛЬФА ЛАЗАРЕВИЧА САМОЙЛОВИЧА

На доме по адресу Кронверкская улица, 29/37 (доходный дом Первого Российского страхового общества, архитекторы Ю.Ю. Бенуа и Л.Н. Бенуа) фондом «Последний адрес» 14 июля 2024 года установлена мемориальная табличка в честь Рудольфа Лазаревича Самойловича, известного полярного исследователя и основателя ныне Арктического и антарктического научно-исследовательского института. Он был инициатором создания и руководителем Северной научно-промысловой экспедиции (1920–1924), директором Института по изучению Севера (1925–1929) и Всесоюзного арктического института (1932–1938).

Рудольф Лазаревич проживал в этом доме, в квартире № 5, с семьей с 1924 года и до своего ареста летом 1938 года.

Ученый был вице-президентом Географического общества СССР, членом географических обществ многих зарубежных стран и международного морского арбитража, руководил советской группой международного общества «Аэроарктика». Именно он возглавлял спасательную экспедицию на ледоколе «Красин» в 1928 году, осуществлял научное руководство международной высокоширотной воздушной экспедицией на дирижабле «Граф Цеппелин» в 1931 году. Р.Л. Самойлович организовал и провел множество полярных экспедиций, занимался геологическим изучением Шпицбергена и Новой Земли, Земли Франца-Иосифа. Он стал автором многих научных книг и статей, популяризатором науки и знаний об Арктике.

Рудольф Лазаревич был награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени.

В 1937–1938 годах Р.Л. Самойлович возглавлял 3-ю высокоширотную экспедицию на ледокольном пароходе «Садко». Судно попало в дрейф и осталось на полярную зимовку. Рядом с ним дрейфовали и другие суда — ледокольные пароходы «Малыгин» и «Г. Седов». В 1938 году «Садко» и «Малыгин» удалось вывести из дрейфа, а подвиг «Г. Седова» по беспримерному изучению Арктики в дрейфе продолжался до начала 1940 года. Именно Самойлович организовал осенью 1937 года научную работу на дрейфующих судах, в том числе работу научной школы для практикантов-гидрографов, которые участвовали в плавании. Благодаря этому были получены уникальные научные материалы об Арктике.

После долгой арктической зимовки руководство Главсевморпути направило Р.Л. Самойловича для восстановления в санаторий им. М. Горького в Кисловодск. Там 24 июля 1938 года он был аресто-

ван Кисловодским городским отделением УНКВД по Орджоникидзевскому району и отправлен в Москву. Его обвинили в измене Родине, шпионаже в пользу Германии и Франции, создании в институте «вредительской группы», с которой он якобы «проводил подрывную работу в области освоения Севморпути» (статьи 58-1а, 58-7, 58-11 и 17-58-8 УК РСФСР). А ведь именно благодаря Рудольфу Лазаревичу в институте на благо Родины продолжали плодотворно работать Н.Н. Урванцев, С.В. Обручев, М.М. Ермолаев, В.Ю. Визе и другие ученые, сделавшие так много для изучения высоких широт. Он отстаивал их во время партийных «чисток», когда многих исследователей освобождали от работ только за их дворянское происхождение или участие в событиях Первой мировой.

4 марта 1939 года Военная коллегия Верховного суда СССР приговорила Р.Л. Самойловича к высшей мере наказания. Он был расстрелян в тот же день. Самойловичу на момент гибели было 58 лет.

В 1957 году Военная коллегия Верховного суда СССР реабилитировала Р.Л. Самойловича «за отсутствием состава преступления».

В 1981 году, в год 100-летия со дня рождения Рудольфа Лазаревича, в Азове был открыт мемориальный музей, его именем названо научно-исследовательское судно, входившее в состав научно-исследовательского флота ААНИИ. Теперь есть и книги о нем (З.М. Каневский, 1977,

1982; В.С. Корякин, 2007) и о созданном им институте, снят фильм, посвященный его жизни (2022, режиссер В.И. Стругацкий).

Табличка в память о Р.Л. Самойловиче установлена по инициативе его троюродной внучатой племянницы Полины Трояновской.

В этот же день на доме появилась еще одна табличка — в честь Павла Васильевича Рыбакова, старшего эксперта Экспертного бюро изобретений Наркомата тяжелой промышленности.

Всего на доме (подъезд № 4) установлено три таблички «Последнего адреса» (сайт проекта: <https://www.poslednyadres.ru>). Первая была открыта в январе 2019 года в память об Андрее Ивановиче Аро, который работал доцентом Высшей коммунистической сельскохозяйственной школы им. С.М. Кирова.

Адрес Кронверкская улица, 29/37 стал последним для 39 его жителей.

*М.А. Емелина (ААНИИ).
Фото Н.А. Порцеля*



Табличка «Последнего адреса»
Р.Л. Самойловича

Вид на двор и фасад дома по Кронверкской улице. 1936 год.
ЦГАКФФД СПб



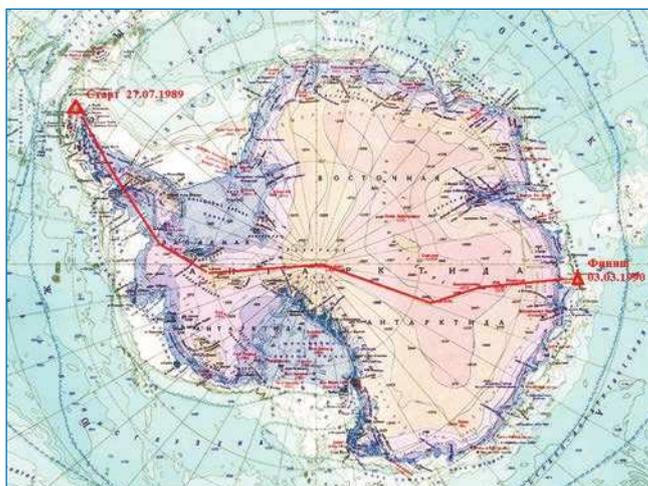
К 35-ЛЕТИЮ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «ТРАНСАНТАРКТИКА»

Международная экспедиция «Трансантарктика» — первое и, наверное, единственное пересечение Антарктиды на лыжах и собачьих упряжках по наиболее протяженному маршруту — стартовала 27 июля 1989 года в самой северной точке шельфового ледника Ларсена, протянувшегося вдоль всего восточного побережья Антарктического полуострова, 11 декабря прошла через Южный полюс, 18 января 1990 года успешно миновала Полюс холода — станцию Восток и финишировала через 221 день, 3 марта 1990 года в районе советской полярной обсерватории Мирный. В экспедиции приняли участие 6 человек — представителей шести государств: Англии (Джеф Сомерс), Китая (Чин Дахо), США (Уилл Стигер), СССР (Виктор Ильич Боярский), Франции (Жан Луи Этьенн), Японии (Кейзо Фунатсу) — и 42 собаки, представлявшие воистину разношерстное сообщество, объединенное указанным в графе «Национальность» в их паспортах лаконичным и в то же время емким словосочетанием «Гражданин мира».

Готовясь к этой экспедиции и готовя ее в течение без малого трех лет, мы, ее участники, вполне отчетливо представляли себе, что она может стать действительно первой экспедицией такого масштаба в истории исследования и освоения Антарктиды, несмотря на то что эта история насчитывала почти 170 лет. Вплоть до начала XX века, то есть в течение 80 лет после открытия Антарктиды в 1820 году Первой русской Южнополярной экспедицией под руководством Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева, нога человека не ступала на антарктический лед. Перед исследователями того времени Уэдделлом, Уилксом, Россом стояли иные задачи — собственно доказательство существования антарктического материка и нанесение на карты его береговой линии. Несмотря на то, что каждая из этих экспедиций требовала от участников максимальной самоотдачи и недюжинного мужества, «героическим периодом» в истории исследований Антарктиды принято считать первую четверть XX века. Именно в течение этого периода норвежец К. Борхгревинк стал первым человеком, проведшим зимовку в Антарктиде. Предпринимаются попытки достижения Южного полюса, наиболее удачной из них становится экспедиция Э. Шеклтона в 1909 году, достигшая широты 88 градусов 23 минуты и вынужденная из-за нехватки продовольствия повернуть обратно, когда до цели оставалось только 180 км. И если эти попытки в конце концов 14 декабря 1911 года увенчались триумфом экспедиции Р. Амундсена, первой в истории достигшей Южного полюса, и трагедией экспедиции Р. Скотта, пришедшей к полюсу спустя 33 дня и трагически погибшей на обратном пути в нескольких

десятках километров от склада продовольствия, то попытки пересечения Антарктиды даже по наиболее короткому маршруту между побережьями моря Уэдделла и моря Росса не увенчались успехом. Более того, ни одной из них — ни экспедиции В. Фильхнера в 1911 году, ни экспедиции Э. Шеклтона в 1914 году — даже не удалось высадиться на берег из-за тяжелых ледовых условий в море Уэдделла. Важно отметить, что в большинстве экспедиций этого периода в качестве средств передвижения по ледникам Антарктиды использовались ездовые собаки. Именно этот фактор сыграл решающую роль в успехе Р. Амундсена, и именно отказ от собак стал фатальным для экспедиции Р. Скотта. И В. Фильхнер, и Э. Шеклтон также планировали использовать собак для перехода через Антарктиду.

Исторически первым пересечением Антарктиды по этому маршруту стала англо-новозеландская экспедиция под руководством первого покорителя Эвереста Э. Хиллари и английского полярника Р. Фукса в 1957–1958 годах. В ней использовались ездовые собаки, но только в роли... разведчиков трещин! Сами путешественники двигались на гусеничных тягачах. Поэтому мы с полным основанием могли в случае успеха претендовать на первенство в этом вопросе, тем более что мы намеревались пересечь Антарктиду по наиболее протяженному маршруту и без использования меха-



Маршрут экспедиции

нических средств для передвижения. Но нам не приходило и никак не могло в то время прийти в голову, что она станет последней экспедицией такого рода в Антарктиде, причем в силу как объективных, так и субъективных причин, обусловленных событиями, произошедшими на этом континенте и вокруг него в последние 30 лет. Субъективной причиной стало решение о запрете ввоза и использования в Антарктиде «неэндемичных видов фауны», к которым, безусловно, относятся ездовые и все прочие собаки. Решение принял в начале 1990-х годов Комитет по охране окружающей среды, образованный в системе Международного Договора об Антарктике — замечательного документа, подписанного 12 странами в 1959 году и на долгие годы определившего статус Антарктиды как континента мира и научного сотрудничества. Примечательно, что и наша экспедиция была посвящена 30-летию этого Договора и, к счастью для нас и, возможно, и наших собак, завершилась до вступления в силу упомянутого документа. Решение это, с моей точки зрения, весьма спорное, хотя его и можно было бы считать правомерным при условии исключения из запретного списка ездовых собак, которые продолжали весьма эффективно использоваться, особенно Британской Антарктической

службой, в качестве наиболее надежного и экологичного вида транспорта, обслуживавшего многочисленные полевые отряды во время сезонных геологических и геофизических исследований.

Справедливости ради надо отметить, что наша экспедиция стала последней экспедицией такого масштаба с использованием собачьих упряжек в Антарктиде. После нас в 1992–1993 годах состоялись две экспедиции на собачьих упряжках с участием легендарного американского полярника Нормана Вогана, который в 85-летнем возрасте решил покорить вершину в горах Элсуэрт. Таким образом, в Антарктиде не осталось ни одной собаки, а наша экспедиция стала второй после экспедиции Амундсена и последней, которая достигла Южного полюса на собачьих упряжках!

Что касается объективных причин, то они обусловлены климатическими изменениями и связанным с ними ускорившимся процессом деградации ледников. Особенно этот процесс проявляется в Западной Антарктиде в течение последних 20 лет. В результате потепления гигантский шельфовый ледник Ларсена, по которому пролегла начальная часть маршрута нашей экспедиции, фактически перестал существовать. От него с интервалом в несколько лет откололись два гигантских, площадью несколько сотен квадратных километров, айсберга, и теперь на его месте дрейфующие льды и открытая вода моря Уэдделла. Так что и с собаками, и без них в точности наш маршрут уже не повторить, и это обстоятельство вызывает скорее грусть, чем гордость.

Это было рискованное путешествие. При всей нашей подготовке и опыте (нам всем в то время было под 40 лет, и у всех за плечами были полярные экспедиции) всегда могло что-то пойти не так. Поэтому я много размышлял, переживал и сомневался. Это нормально для любого человека — всем есть что терять. Внешне мы все старались сохранять спокойствие, но что творилось в душе у каждого — загадка. При этом страха особо не было. Страх и переживание — разные вещи. Тем более до этого я уже четыре раза был в Антарктиде, даже зимовал там. Я знал, какие в белой стране морозы и ветра. Поэтому морально я был готов ко всему. В том числе к тому, что экспедиция продлится долго. Кроме того, до нашей непростой экспедиции мы совершили переход через Гренландию, которая во многом сходна с Антарктидой.

Самое главное в длительных экспедициях — терпение и определенный жизненный опыт. И это не обязательно опыт полярных походов. Это обычный бытовой, коммуникационный опыт, навыки общения с незнакомыми людьми. Если возникает какая-то нестандартная ситуация, то, имея такой опыт, ты быстрее и правильнее

ее «разрулишь». И этот опыт даже ценнее профессиональных навыков: в экстремальных условиях, к коим относится Антарктида, опыт человеческого общения в команде важнее того, как ты ходишь на лыжах. Хотя, бесспорно, чем лучше ты подготовлен физически, тем проще тебе в экспедиции. Я, например, в повседневной жизни привык к купанию в холодной воде и разным пробежкам. И это, конечно, здорово помогло мне в Антарктиде. Но в принципе всю физическую работу я бы отнес к средней тяжести: груз у нас тащили собаки, а мы шли на лыжах, что не так уж и сложно. У нас вообще был участник, который раньше и на лыжах-то не стоял. Ничего, через месяц побежал, как все. Самая большая проблема в таких экспедициях — это холод. Постоянный, повсеместный. А к физическим нагрузкам привыкаешь.

Важнее ментальная и психологическая подготовка к экспедиции. Когда ты в экстремальных условиях, ты должен четко понимать, зачем ты здесь, и не задавать себе лишних вопросов. И вот морально наша команда была прекрасно подготовлена — у нас была высокая степень мобилизации внутренних ресурсов, чтобы пережить сложную ситуацию. Хотя были такие моменты, когда все шло не так: то собаки отказывались идти дальше, то погода была нечеловеческой, то еще что-нибудь случалось. У нас возникали мысли сократить путь в два раза. Но тогда бы мы не прошли самым длинным путем, которым изначально планировали пройти. Поэтому сообща было принято решение идти до конца.

А вообще, когда меня спрашивали, как я готовлюсь к экспедициям, я всегда в шутку отвечал: «Жизнь в Советском Союзе — это лучшая тренировка. Вот она закаляет». Мы действительно быстрее других находим выход из нестандартных ситуаций, придумываем нетривиальные решения, и нам действительно надо меньше времени на раздумья.

Когда идешь в такого рода экспедиции, выполнить полноценные научные программы просто невозможно. В Антарктиде каждый день одна наука — выживание. Тем более с собой и приборы-то приличные взять невозможно. Поэтому нельзя говорить о том, что научные исследования были главной целью экспедиции. На примере этой экспедиции мы хотели показать, как люди из разных стран (США, Франция, СССР, Великобритания, Китай и Япония) даже в суровых условиях вполне могут жить и работать в согласии. Не зря наш поход был приурочен к юбилею Договора об Антарктике, который определяет, что Антарктида — континент мира.

Помимо этого была, конечно, и чисто спортивная цель — мы заявили свою экспедицию как первое в истории пересечение Антарктиды по наиболее про-

Вся команда в сборе. Миннесота



Короткий привал



тяжелому маршруту без использования механических средств. Именно собаки были главными героями нашей экспедиции. Поэтому за каждую из собак мы переживали, как за самих себя. И спасали их из самых разных ситуаций. Например, во время ЧП на леднике Ларсена три собаки в одной из упряжек провалились в трещину и повисли на веревках. Слава богу, нам удалось их вытащить. Предательские трещины во льдах сопровождали нас на протяжении всей экспедиции, и только чудом ни одна из собак в них не погибла. Собакам приходилось так же тяжело, как и нам. Они покрывались тяжелыми снежными панцирями, от которых освобождались вместе с шерстью, их израненные лапы оставляли на снегу кровавые следы, и много раз после пурги мы выкапывали их из-под снега, боясь не застать в живых...

Значительную часть пути я шел первым, прокладывая маршрут для других. При встречном ветре на усах и бороде у меня образовывалась настолько крепкая ледяная корка, что зачастую просто открыть рот было для меня подвигом. Ледяные сосульки с усов я обкусывал или, как в Гренландии, размачивал в чае из термоса. Однажды я сбрил бороду, но понял, что совершил ужасную ошибку: несмотря на все эти ледяные неудобства, она защищала меня от обморожения.

Кстати, сбрить бороду в палатке в Антарктиде — то еще приключение. При свете свечи и отсутствии зеркала одному сделать это никак не представлялось возможным. Поэтому избавиться от густой растительности на лице в импровизированном салоне красоты (температура в котором была около минус 20, потому что оператор (он был с нами в начале пути) снимал все через открытую дверь) мне помог американец Уилл... В благоприятную погоду настроение было на высоте, что позволяло наслаждаться процессом: идешь себе на лыжах, солнце светит, и на душе как-то уютно. Да и собаки в солнечную морозную погоду не чувствуют, что им тяжело, — радуются, быстро бегут. А если дул сумасшедший ветер, было пасмурно и мрачно — то, конечно, хотелось, чтобы все это быстрее закончилось. Пейзажи вокруг тоже не баловали разнообразием — постоянные снежные барханы и голубые льды немного угнетающе действовали на психику, а летняя температура в 35 градусов мороза не добавляла позитива. Тем не менее на финише вспоминаются только хорошие моменты. И появляется какое-то опустошение, грусть, ведь еще один сложный, но интересный этап твоей жизни остался позади. Пик эмоционального подъема происходит за день-два до финиша. Сам финиш — это перегорание. А собаки вообще не понимали после финиша, почему они никуда не идут. У них ведь основной инстинкт — тянуть за собой, бежать.

Снег шел и шел, он был повсюду приправою к любому блюду...



Что касается монотонности экспедиции и наличия одних и тех же лиц рядом, то у нас было все очень грамотно организовано в этом плане. В палатках мы жили по два человека, меняясь каждые полтора-два месяца. У нас не было такого, чтобы все семь месяцев мы были в тесном кругу и постоянно друг на друга смотрели. Это на подводной лодке замкнутое пространство, а в Антарктиде — простор. Каждый идет со своими санями и думает о своем. Все вместе мы собирались, когда праздновали дни рождения или обсуждали какие-то моменты. Так что надоесть друг другу мы не успевали. Тем более у нас были собаки. Какими бы уставшими они ни были, они всегда радовались нам, понимая нас с полуслова и полужеста. И это давало большую разрядку. Подошел, погладил собаку, пообщался с ней — и стресса как не бывало. Сложнее было занять свою голову, когда идешь по 9 часов в день. Мне помогало то, что я шел впереди, нужно было держать направление, не удаляться от своих и смотреть за трещинами. А еще я сочинял стихи. Кто-то из наших ребят вспоминал счастливые моменты жизни и потом ими делился, кто-то строил планы на будущее. Но сильно в свои мысли уходить было нельзя — под ноги нужно было смотреть всем.

Напряжение и усталость, конечно, тоже были. Один раз это сопровождалось даже слезами. На то время мы жили в палатке с американцем Уиллом Стигером. На его беду, он очень чутко спал: его будили не только мой храп, но и лай собак по ночам. В один из вечеров он должен был готовить ужин в палатке, а я занимался собаками. Прихожу, в палатке холодно, никого нет, а Стигер устанавливает рядом свою палатку — плачет, говорит, что ему надо выспаться. Накопилось. Но больше такого не повторялось.

Не Антарктида, а работа в международной команде и общение с такими разными людьми подарили мне опыт, о котором я мечтал. Я стал лучше понимать других. Мне кажется, у меня даже характер улучшился. И вообще я чувствовал себя героем книг Джека Лондона.

По возвращении из экспедиции мы были приняты президентами Франции и США — в Елисейском дворце Франсуа Миттераном и в Белом доме Джорджем Бушем-старшим. В Советском Союзе меня встречали только мои родные и друзья.

У нас и сегодня замечательные теплые отношения со всеми участниками экспедиции. После антарктического похода один раз мы встречались в Америке, второй — в Японии. Столько лет прошло, а до сих пор дружим.

*Участник экспедиции «Трансантарктика»
В.И. Боярский (Полярная комиссия СПб РГО)*

Долгожданный финиш. 220 дней и 6500 км позади...



РОЖДЕНИЕ СОВЕТСКОЙ ПОЛЯРНОЙ АВИАЦИИ: 100 ЛЕТ ПЕРВЫМ ПОЛЕТАМ Б.Г. ЧУХНОВСКОГО НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ

В августе – сентябре 2024 года исполнилось 100 лет первым полетам советской авиации в Арктике, которые совершил первый советский полярный летчик — Борис Григорьевич Чухновский.

В начале XX века наступила эра авиации, и довольно быстро самолеты начали использоваться в Арктике. Первая такая попытка была совершена 2 августа (по новому стилю) 1914 года (110 лет назад) в ходе работ Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана (1910–1915). Летчик Д.Н. Александров на гидроплане «Фарман» дважды поднимался в воздух в районе бухты Провидения над бухтой Хед, но лишь невысоко отрывался от водной поверхности. После пробных попыток самолет, по причине поломки трубки хвостовой фермы, в этой экспедиции не использовали. Практически в то же время, с 7 по 31 августа 1914 года, военный летчик поручик Я.И. Нагурский совершил пять длительных полетов в районе Новой Земли для поисков экспедиций Г.Я. Седова. В.А. Русанова и Г.Л. Брусилова. Летчику не удалось обнаружить ни одну из пропавших экспедиций, но полеты Я.И. Нагурского показали, что самолет можно эффективно применять для разведки льдов и даже для гидрографических работ, обнаруживая с высоты отмели, банки и рифы (Жданко М.Е. Первый гидроаэроплан в Северном Ледовитом океане // Записки по гидрографии. 1915. Т. 38. Вып. 5. С. 684).

С началом более активного исследования арктических широт при советской власти вновь был поднят вопрос об использовании самолетов на Севере. В 1923–1924 годах для обеспечения навигации в западном районе Арктики и закрепления суверенитета СССР над архипелагом Новая Земля была построена полярная обсерватория в проливе Маточкин Шар. Сооружение станции доверили Отдельному Северному гидрографическому отряду, специально для этого созданному Гидрографическим управлением Военно-морских сил в 1923 году. Через год отряд был преобразован в Северную гидрографическую экспедицию. Начальником отряда и экспедиции был назначен известный гидрограф Николай Николаевич Матусевич.

Морской летчик Б.Г. Чухновский предложил Гидрографическому управлению использовать самолет в составе Северной гидрографической экспедиции, чтобы выяснить эффективность воздушного судна для разведки льдов и гидрографических работ в Арктике, целесообразность строительства аэродромов на полярных станциях. Б.Г. Чухновский был зачислен в состав экспедиции и 14 августа 1924 года на судне «Юшар» вместе с самолетом Ju-20 («Юнкерс Ю-20») прибыл на Новую Землю.

Борис Григорьевич Чухновский родился в 1898 году в Петербурге в семье дворянина и ученого-лесовода, вырос в Гатчине и мечтал стать моряком. В 1911

году в Гатчине открылся авиационный отдел Офицерской воздухоплавательной школы, что оказало влияние на Бориса Чухновского, который захотел стать летчиком. 20 июля (по старому стилю) 1917 года ученик Петроградской школы морской авиации Б.Г. Чухновский совершил первый самостоятельный полет. В это время школа находилась в Ораниенбауме. Полный курс обучения в школе Б.Г. Чухновский завершил в октябре 1917 года с присвоением звания мичмана. В 1918 году на летающей лодке М-9 Б.Г. Чухновский осуществил свои первые ледовые разведки, оказывая помощь кораблям Балтийского флота во время знаменитого Ледового похода — перехода из Гельсингфорса в Кронштадт, предпринятого из-за угрозы их захвата немецкими и финскими войсками. В Гражданскую войну воевал на стороне большевиков на юге России в разных подразделениях гидроавиации. В марте 1922 года Б.Г. Чухновский вернулся в Петроград и был назначен командиром 1-го разведывательного гидроотряда Воз-

душного флота Балтийского моря, который базировался в Ораниенбауме. В 1924 году в составе Северной гидрографической экспедиции летчик впервые попал в Арктику.

Б.Г. Чухновский вместе с авиамехаником О.Д. Санаужаком совершил 21 августа первый пробный полет, который продлился 20 минут (Пинегин Н.В. Над Новой Землей // Летопись Севера. Т. 2. М., 1957. С. 60). На следующий день, 22 августа, Б.Г. Чухновский предложил поучаствовать в полете начальнику морского отряда Северной гидрографической экспедиции Н.И. Евгенову, который выступил в роли

ледового наблюдателя. В течение почти часа удалось осмотреть восточный вход в пролив Маточкин Шар, от залива Канкрин до залива Клокова. Н.И. Евгенов с непривычки начал ориентироваться не сразу, но в том же полете освоился в распознавании характеристик и степени густоты льда (Евгенов Н.И. Самолет на службе Северного морского пути // Воздушные пути Севера. М., 1933. С. 140). При этом опытный гидрограф отметил, что с воздуха можно недооценить непроходимость льда, что компенсировалось охватом больших пространств. Гидрограф Н.И. Евгенов стал одним из первых в мире ледовых наблюдателей и неоднократно совершал полеты в период Карских экспедиций, которые возглавлял с 1926 по 1931 год (Российский государственный архив экономики. Ф. 9570. Оп. 1. Д. 514. Л. 8).

24 августа Б.Г. Чухновский совершил полет вместе с гидрографом И.Е. Бялокозом. Важным отличием от полетов Я.И. Нагурского стало проведение не только визуальной авиаразведки льдов, но и инструментальных наблюдений. «Юнкерс» Б.Г. Чухновского был оснащен фотоаппаратом «Потэ», предназначенным для аэрофото съемки льдов и побережья (Чухновский Б.Г. Морская авиация в полярных странах // Морской сборник. 1925. № 2.

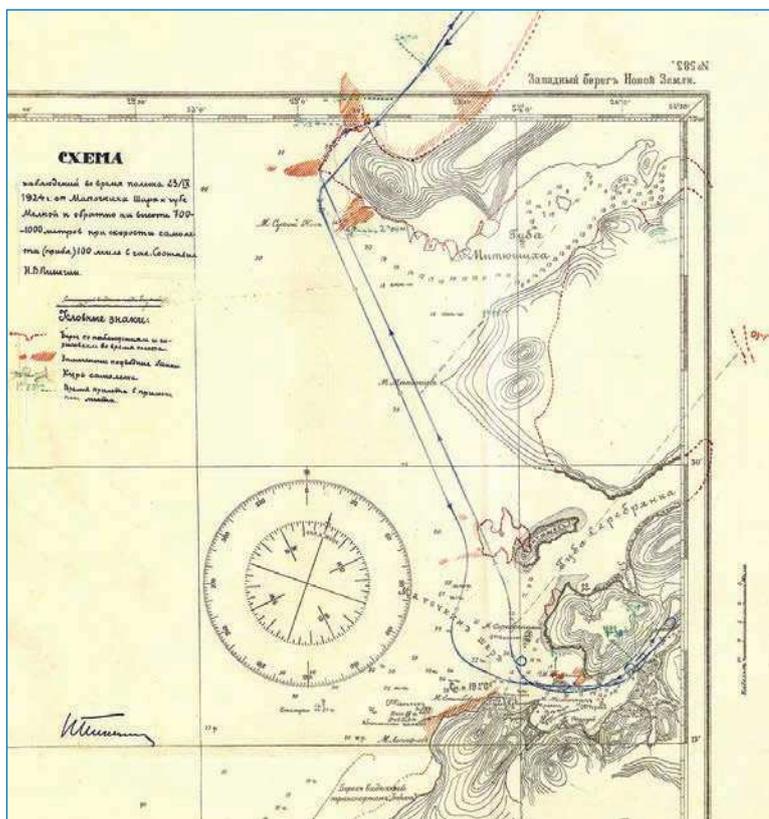


Б.Г. Чухновский (1898–1975). Сайт «Неизвестные герои Севера»



Летчик Б.Г. Чухновский и Н.В. Пинегин у самолета на Новой Земле.

Из книги Н.В. Пинегина «Записки полярника» (Архангельск, 1936)



Карта аэровизуальной съемки, выполненной во время полета 23 сентября 1924 года. РГАВМФ

С. 54). Важную роль для развития аэрофотосъемки сыграли неоднократные полеты Б. Г. Чухновского с художником и полярным исследователем Н.В. Пинегиным. Николай Васильевич располагал фото- и киноаппаратами и активно снимал панораму побережья Новой Земли с места летчика-наблюдателя, несмотря на отсутствие для этого каких-либо удобств. Для осуществления фотосъемки ему приходилось высовываться из люка почти по пояс и крепко держаться в наклонном положении. «Каждый снимок был для меня настоящим сражением», — констатировал художник, но снимки оценил как сносные. Приведем воспоминание Н.В. Пинегина о первом полете: «В это время перед глазами на повороте проходила безгранично широкая и причудливая панорама фиолетового амфитеатра гор, покрытых снегами, и бурого плоскогорья, волнистого, изрезанного у берегов оврагами и ручейками, с блестящими полосами снега и гладью озер» (Пинегин Н.В. Над Новой Землей // Летопись Севера. М., 1957. Вып. 2. С. 62). Из-за ограничений в количестве фотопластин для фотосъемки Николай Васильевич делал зарисовки побережья и нанес на карту несколько новых географических объектов (бухту, скалистый островок и др.) (Там же. С. 63).

Последний полет Б. Г. Чухновский совершил 30 сентября. Всего летчик произвел 12 вылетов общей продолжительностью 12 ч 50 мин (Чухновский Б.Г. Морская авиация в полярных странах // Морской сборник. 1925. № 2. С. 59). Полеты проходили над восточным и западным побережьем Новой Земли в районе Маточкина Шара. Б.Г. Чухновский осуществил воздушную разведку льдов в этом районе, установил возможность наблюдения морского дна на глубину до 20 м и обнаружил несколько опасных банок (Евгенов Н.И. Самолет на службе Северного морского пути // Воздушные пути Севера М., 1933. С. 140). Так наметилось обслуживание Северного морского пути сразу по двум на-

правлениям: проведение ледовой разведки и оказание помощи в гидрографических работах.

В сентябре 1924 года Б.Г. Чухновский провел авиационную ледовую разведку и впервые передал ледовую информацию с воздуха на суда Карской экспедиции под руководством Б.А. Вилькицкого. Впервые ледовая авиаразведка была применена для проводки каравана судов в Арктике — это было еще одно важное отличие от полетов Я.И. Нагурского (Емелина М.А., Савинов М.А., Филин П.А. Карские операции 1920–1930-х годов. М., 2019. С. 26). В результате полетов Б.Г. Чухновскому также удалось установить неточности в нанесении береговой черты на существующих картах Новой Земли (Чухновский Б.Г. Морская авиация в полярных странах // Морской сборник. 1925. № 2. С. 56).

Таким образом, полеты Бориса Григорьевича Чухновского в 1924 году и дальнейшие инициативы первого советского полярного летчика во многом определили роль самолета в Арктике и положили начало системному применению этого вида транспорта за полярным кругом. По его предложению и под его руководством в 1925 году в Северной гидрографической экспедиции участвовал авиаотряд из двух самолетов. Б.Г. Чухновский вместе с другим пионером полярной авиации О.А. Кальвицем тогда совершил первый в истории перелет с Большой земли на арктический архипелаг Новая Земля по маршруту Ленинград — Петрозаводск — Архангельск — Маточкин Шар. Во время самой экспедиции пилоты совместно производили ледовую разведку, что способствовало проводке в сентябре 1925 года трех судов Карской экспедиции (начальник — капитан М.Н. Николаев, начальник гидрографической партии и ледовой разведки — Н.И. Евгенов) через пролив Маточкин Шар.

И.А. Рудь (СПбФ ИИЕТ РАН)

85 ЛЕТ ВЕДУЩЕМУ РАДИОЭКОЛОГУ СТРАНЫ



11 августа исполнилось 85 лет Николаю Александровичу Бакунову. Он родился в 1939 году в городе Гаврилов Посад Ивановской области. В 1961 году закончил обучение в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева и по распределению работал пять лет в НПО «Маяк» младшим научным сотрудником, занимаясь разработкой методов радиохимических анализов различных природных сред. Затем поступил в аспирантуру Тимирязевской академии и в 1967 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Влияние почв на накопление цезия в растениях». После защиты диссертации он занимался радиоэкологическим контролем природной среды в Атлантическом океане и Каспийском море, работая в научно-исследовательских институтах АтлантиРО и КаспНИРХ. В 1974 году работал над этими же проблемами в ЦНИИАО (Центральный научно-исследовательский институт агрохимического обслуживания). В дальнейшем эта же работа была им продолжена в Агрофизическом научно-исследовательском институте в Санкт-Петербурге, откуда Николай Александрович был призван на ликвидацию катастрофы на Чернобыльской АЭС (с 1988 по 1992 год).

В трудные для науки 90-е годы прошлого столетия судьба привела Николая Александровича в Государственный научно-исследовательский институт охраны природы Арктики и Севера (ГОСНИИОПАС), а когда и этот институт лишился государственного финансирования, в 1996 году он был приглашен на работу в ААНИИ в созданную при участии И.Е. Фролова лабораторию экологии и природопользования. Бывший директор ААНИИ пытался удержать экологическое направление в институте, но это не входило в планы Росгидромета. К 1999 году лаборатория перестала существовать. Николай Александрович остался единственным представителем этого направления и начал работать в отделе географии полярных стран, постепенно развив свое направление радиоэкологии до значительных высот. Его труды пригодились в палеогеографических исследованиях, так как искусственные радионуклиды являются четкими метками в современном осадконакоплении донных отложений озер и морей, льда в ледниках. Но основное направление исследований Николая Александровича — радиоэкология. Здесь он имеет значительные

достижения. Радиоэкологические исследования проводятся в нашей стране несколькими ведомствами, в том числе и Росгидрометом. Н.А. Бакунов сконцентрировал свои усилия на арктических и северных водоемах и реках. Свою нишу в этом направлении занял, не просто исследуя концентрацию искусственных радионуклидов в различных средах, а благодаря научным исследованиям путей миграции радионуклидов в воде и биоте озер и рек, в донных отложениях морей и внутренних водоемов; механизмов и времени очищения водных объектов от искусственных радионуклидов. Это чрезвычайно важно для понимания того, как и за сколько времени очищаются и будут очищаться водоемы после испытаний ядерного оружия, ядерных катастроф, в том числе войн; как значительны и трагичны последствия этих событий.

Николай Александрович с 1991 года является членом Международного союза радиоэкологов, он был и является руководителем грантов РФФИ и РНФ. Из-под пера автора вышло более ста научных работ, ежегодно публикуются 2–3 статьи в значимых научных журналах, таких как «Радиохимия», «Водные ресурсы», «Метеорология и гидрология». Да, в ААНИИ нет экологического направления исследований, но будучи экспериментатором-одиночкой Н.А. Бакунов привлекает молодых исследователей в проекты благодаря своей истинной научной заинтересованности в раскрытии тайн природы. Окружающим его людям всегда очень важно видеть ежедневный кропотливый труд теоретика и экспериментатора, сидящего за столом в многолюдной комнате за расчетами или проводящего работу с фильтрованием воды, колющего лед в проруби и отбирающего воду в озерах и реках Ленинградской области. Благодаря результатам, воплощающимся в его научных статьях, у сотрудников отдела географии полярных стран не гаснет исследовательский дух. А в планах у Николая Александровича не только продолжение работ по уникальной водной системе Ладоги, но и Северный Ледовитый океан, из которого с борта НЭС «Северный полюс» уже отобраны пробы донных осадков для определения искусственных радионуклидов.

Коллеги и друзья юбиляра желают Николаю Александровичу здоровья и творческого долголетия.

ПАВЛУ МАКСИМОВИЧУ НИКОЛАЕВУ — 75!



1 июля 2024 года отметил свой 75-летний юбилей Павел Максимович Николаев — заместитель заведующего отделом ледовых качеств судов ААНИИ.

Павел Максимович Николаев — высококвалифицированный специалист и опытный руководитель, пользующийся заслуженным уважением и признательностью коллег и руководства. Его профессионализм, внимательность и способность находить решения даже самых сложных задач делают его ценным работником нашего института. Павел Максимович умеет выстроить не только рабочие, но и дружеские отношения с каждым сотрудником, создавая в коллективе атмосферу тепла и взаимопонимания.

Павел Максимович Николаев родился в 1949 году в Ленинграде. После окончания школы поступил в Ленинградский институт инженеров водного транспорта, где получил специальность «инженер-электромеханик». После окончания института год отслужил в Военно-морском флоте.

Продолжая семейную традицию — мама Павла Максимовича тоже была сотрудницей института, — в декабре 1972 года он пришел в ААНИИ и уже более пятидесяти лет продолжает свою вахту. За его плечами зимовка на станции Молодежная в составе 21-й САЭ, работы в морском отряде на НЭС «Михаил Сомов» в 25-й САЭ, а также зимовка на станции Ленинградская в 29-й САЭ, где он был начальником станции.

Павел Максимович был участником исторического рейса атомного ледокола «Арктика» к Северному полюсу в 1977 году, а также экспериментального высокоширотного рейса дизель-электрохода «Капитан Мышевский» под проводкой атомного ледокола «Сибирь» в 1978 году.

Во второй половине 1980-х, когда институт получил новое здание, на Павла Максимовича была возложена ответственность за ввод в эксплуатацию ледового опытового бассейна. Можно с уверенностью и без преувеличения сказать, что без энергии и настойчивости П.М. Николаева институт в те перестроечные времена мог остаться без своей крупнейшей лаборатории. Под его руководством коллективу отдела ледовых качеств судов (ОЛКС) удалось запустить и наладить работу бассейна. В результате, научно-исследовательский комплекс ледовых бассейнов начал свою работу в 1990

году. На момент постройки этот комплекс по своим техническим возможностям был одним из лучших ледовых опытовых бассейнов в мире. Вот уже четвертое десятилетие П.М. Николаев возглавляет группу обеспечения экспериментов ОЛКС, а если просто — руководит нашим ледовым бассейном.

В сложные 1990-е годы, благодаря трудолюбию, творческому подходу к делу, умению общаться с людьми, Павлу Максимовичу, совместно с начальником отдела ледовых качеств судов Владимиром Алексеевичем Лихомановым, удалось сохранить коллектив и даже привлечь к работе новых высококлассных специалистов.

В 2022–2023 годах в ледовом бассейне под руководством П.М. Николаева была проведена модернизация научного оборудования комплекса ледовых бассейнов, что позволило расширить круг выполняемых в ААНИИ экспериментальных исследований.

Павел Максимович является соавтором патента «Способ и устройство для моделирования ледяного покрова в ледовом опытовом бассейне».

При этом большое внимание в своей профессиональной деятельности Павел Максимович уделяет подготовке и воспитанию молодых специалистов, ведет активную наставническую работу, обеспечивая тем самым преемственность поколений. Под его руководством выросла целая плеяда ярких и талантливых сотрудников института, нацеленных на решение важных стратегических задач, обеспечивающих успешное освоение Арктического региона.

За свою успешную трудовую деятельность Павел Максимович награжден Премией Ленинского комсомола (1978), медалью «За трудовое отличие» (1977), знаками «Почетному полярнику» (1977) и «Почетный работник гидрометеослужбы России» (1999), а также имеет многочисленные ведомственные грамоты и благодарности.

Мы от всей души поздравляем Павла Максимовича Николаева с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, семейного благополучия и мирного неба над головой!

*Коллеги по работе
и редколлегия журнала
«Российские полярные исследования»*

ПАМЯТИ ВЕРНОГО ДРУГА ААНИИ



28 июля на 95-м году жизни скончался видный советский партийный и государственный деятель, большой друг ААНИИ Владимир Яковлевич Ходырев.

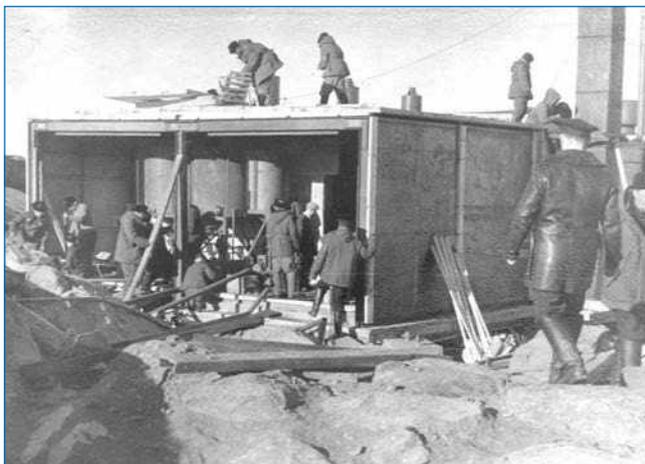
Он родился 19 мая 1930 года в Сталинграде, где в детстве познал все трудности и опасности героической обороны этого города в 1942–1943 годах. Еще в школьные годы он стал мечтать о профессии моряка, что и привело его после получения аттестата зрелости на судоводительский факультет Высшего арктического морского училища (ВАМУ) им. адмирала С.О. Макарова. Получив диплом штурмана в 1953 году, он был направлен для продолжения образования в аспирантуру, где успешно совмещал учебу с работой по специальности на транспортных судах ГУСМП Минморфлота СССР. В 1955–1956 годах В.Я. Ходырев в должности четвертого помощника капитана д/э «Лена» принял участие в работах 1-й Комплексной антарктической экспедиции АН СССР по доставке в Антарктиду ее персонала и снабжению. Во время стоянки судна у Берега Правды он принял непосредственное участие в строительстве первой отечественной антарктической станции Мирный. Во время антарктического рейса д/э «Лена» В.Я. Ходырев не только выполнял свои штурманские обязанности, но и проводил эксплуатационные испытания новой модели судового гирокомпаса в Южном полушарии.

Завершив образование в аспирантуре, он начал работать младшим научным сотрудником в Централь-

ном НИИ морского флота (ЦНИИМФ), а после успешной защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук был назначен начальником сектора этого института.

В 1954 году В.Я. Ходырев вступил в ряды членов КПСС, а в 1961 году был переведен на должность инструктора отдела транспорта и связи Ленинградского обкома КПСС, в котором проработал до 1966 года, курируя вопросы деятельности морского и речного флотов в нашем регионе. Получив хороший опыт партийной работы, он был назначен секретарем партийной организации Ленинградского института инженеров водного транспорта. В этом вузе он создал сектор по проектированию судов типа «река–море» и судоводительский факультет по подготовке специалистов управления такими судами. В 1972 году он был возвращен в ЦНИИМФ уже на должность его директора, а в 1974 году был избран первым секретарем Смольнинского райкома партии Ленинграда. Вскоре состоялось новое назначение В.Я. Ходырева, когда он стал заведующим отдела науки и учебных заведений обкома КПСС. В 1979 году он стал секретарем, а в 1980 году — вторым секретарем горкома КПСС Ленинграда, в 1982 году был избран вторым секретарем обкома КПСС. В 1983 и 1989 годах он избирался депутатом 10-го и 11-го созывов Верховного Совета СССР. С 1986 по 1990 год был членом Центрального Комитета КПСС.

Строительство станции Мирный. 1-я КАЭ. Фото из архива ААНИИ





Новое здание ААНИИ на ул. Беринга. Фото из архива ААНИИ

21 июня 1983 года В.Я. Ходырев был избран председателем Ленгорисполкома, став высокопрофессиональным главой огромного и сложного хозяйства нашего уникального и самого красивого в мире города. В период его руководства были построены восемь станций метрополитена, новый аэровокзальный комплекс «Пулково-2», сдан в эксплуатацию комплекс защиты города от наводнений и здание учебных корпусов, служебных и жилых помещений Ленинградского государственного университета в Новом Петергофе.

Особо нужно отметить завершение в 1986 году строительства нового здания ААНИИ на ул. Беринга. Во многом сдача в эксплуатацию этого здания была связана с упорством и настойчивостью В.Я. Ходырева, который добивался в высоких московских кабинетах Госплана, Минфина и Минстроя СССР целевого финансирования и включения этого объекта в перечень важнейших строек страны.

Особой благодарности заслуживает вклад Владимира Яковлевича в поддержку ленинградских блокадников и воинов-участников обороны нашего города в 1941–1944 годах. Именно старанием и усилием В.Я. Ходырева был воссоздан Музей обороны и блокады Ленинграда, а также учрежден почетный знак «Житель блокадного Ленинграда».

3 апреля 1990 года В.Я. Ходырев, не согласный с авторитарными методами управления страной, подал заявление об отставке с занимаемой должности. С этого

Губернатор Санкт-Петербурга А.Д. Беглов и председатель ЗАКСА А.Н. Бельский поздравляют В.Я. Ходырева с избранием «Почетным жителем Санкт-Петербурга». <https://cdn.spbdnevnik.ru>



В.Я. Ходырев и А.Н. Чилингаров на праздновании 85-летия Н.А. Корнилова. Фото В.Ю. Замятина

момента его жизнь была связана с активной работой в различных общественных организациях города, среди которых следует выделить «Транспортный союз Северо-Запада» и «Морское собрание Санкт-Петербурга». 25 мая 2022 года В.Я. Ходырев был избран «Почетным жителем Санкт-Петербурга».

Трудовая жизнь В.Я. Ходырева была отмечена многими государственными наградами, среди которых два ордена Трудового Красного Знамени, орден «Знак Почета», орден Октябрьской Революции, орден Дружбы народов, орден За заслуги перед Отечеством IV степени, орден Почета и многие медали.

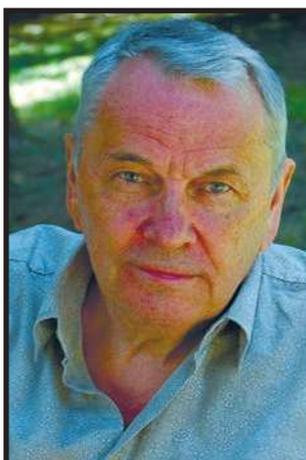
До конца своих дней В.Я. Ходырев мечтал снова попасть в Антарктику. Это осуществилось в январе 2016 года, когда он кратковременно побывал на станции Новолазаревская, перелетев на нее на самолете Ил-76 из Кейптауна в рамках участия РАЭ в международной авиационной программе «ДРОМЛАН». Так он снова вернулся в свою молодость на 60 лет назад. Это путешествие, ставшее своеобразной «машиной времени», дало ему новые силы и непроходящее желание возвращаться в этот суровый и романтический край снова и снова.

Долгая и бескомпромиссная дружба связывала В.Я. Ходырева еще с курсантских времен ВАМУ со многими бывшими руководителями и сотрудниками нашего института, а в 1990-е годы он близко сошелся и с их более молодыми преемниками. Он часто бывал в ААНИИ на различных юбилеях, проводах и встречах экспедиционных антарктических судов. Последний раз он был в нашем здании в 2020 году на праздновании 100-летия ААНИИ.

Долгая и по-настоящему яркая жизнь Владимира Яковлевича Ходырева является убедительным примером бескорыстного служения Отечеству, идеалам и принципам, которые он избрал для себя еще в молодые годы, огромной работоспособности, умения требовать достойной отдачи от своих подчиненных. Несмотря на превратности судьбы, он продолжал оставаться настоящим «капитаном дальнего плавания», уверенно прокладывающим курс своего «корабля» среди рифов и штормов, не бросающим свой экипаж в трудные моменты и разделяющим с ним радость успешного возвращения в родной порт. Светлый и мужественный образ Владимира Яковлевича Ходырева навсегда сохранится в наших сердцах.

Сотрудники ААНИИ

ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА АЛЕКСАНДРОВИЧА ВОЛКОВА



14 июля 2024 года не стало Владимира Александровича Волкова, участника многих арктических экспедиций, сотрудника ААНИИ (1970–2000) и Международного центра по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена (2000–2024).

В.А. Волков родился в Ленинграде в 1947 году в семье военнослужащих. В 1965 году поступил в Ленинградский государственный университет им. А.А. Жданова на географический факультет, в 1970 году получил диплом океанолога и по распределению поступил на работу в ААНИИ на должность младшего научного сотрудника в отдел океанологии. Здесь он специализировался на вопросах наблюдений и исследования течений. В 1976 году заочно окончил аспирантуру ААНИИ по специальности «океанология», при этом принимая активное участие в экспедиционной деятельности института. Работал на дрейфующей станции «Северный полюс-20», участвовал в высокоширотных воздушных экспедициях «Север-25», «Север-26», «Север-27» и «Север-28». В.А. Волков получил квалификацию гидролога-бортнаблюдателя 1-го класса, налетав более 2000 часов.

В 1984 году Владимир Александрович защитил кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук, имея на тот момент 29 научных трудов. В 1985 году прошел по конкурсу и был назначен на должность заведующего лабораторией динамики моря в отделе океанологии ААНИИ.

За успешную работу по исследованию Арктики и организацию комсомольско-молодежной дрейфующей научно-исследовательской станции «Северный полюс-28» награжден орденом «Знак Почета» (1987). Среди других наград Владимира Александровича — знаки «Почетному полярнику» и «Отличник Аэрофлота», почетные грамоты Госкомгидромета, Главного командующего ВМФ, Географического общества СССР и ААНИИ.

Помимо научной деятельности В.А. Волков активно участвовал в общественной и партийной жизни института, проводил большую работу по пропаганде естественно-научных знаний как член общества «Знание». Он уделял большое внимание воспитанию молодых научных кадров, в том числе являлся руководителем курсовых и дипломных работ студентов.

Владимир Александрович за время работы в ААНИИ подготовил более 40 научных публикаций и стал высококвалифицированным ученым-океанологом, получил большой и разносторонний опыт организации и проведения экспедиционных работ в Арктике и научных исследований в этом регионе.

В.А. Волков стоял у истоков российско-германского сотрудничества института. Возглавлял международное научное сотрудничество ААНИИ с Норвежским полярным институтом, неоднократно руководил совместными российско-норвежскими экспедициями по исследованию морей Западной Арктики.

В 2000 году, после 30 лет успешной работы в ААНИИ, В.А. Волков перешел в Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена (фонд «Нансен-центр», Санкт-Петербург), где руководил рядом проектов в области полярной океанографии и ледового картирования.

Владимир Александрович сохранял тесную связь с друзьями и коллегами в ААНИИ, принимая участие в научных конференциях и семинарах. Неоднократно возглавлял Государственную экзаменационную комиссию по защите дипломных работ океанологов Института наук о Земле СПбГУ.

Уход Владимира Александровича из жизни был с болью воспринят всеми, кто был с ним близко знаком, работал, дружил. Память о нем навсегда останется в наших сердцах.

Коллеги по работе

ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА ГРИШИНА



17 августа 2024 года в результате трагического несчастного случая погиб опытный полярный ледоисследователь Евгений Александрович Гришин.

Евгений Александрович родился 25 августа 1975 года в Ленинграде. В 1999 году окончил Санкт-Петербургский государственный университет, факультет географии и геоэкологии, кафедру океанологии по специальности «гидрометеорология».

Сразу после окончания университета Е.А. Гришин был принят на работу в Арктический и антарктический научно-исследовательский институт в отдел совершенствования ледовой информационной системы, а в 2011 году перешел в отдел ледового режима и прогнозов в лабораторию изучения ледового плавания на должность научного сотрудника. Он внес свой весомый вклад в уникальные исследования и проявил себя как высокопрофессиональный специалист в проводке судов в непростых условиях замерзающих морей.

Евгений Александрович был участником многочисленных высокоширотных экспедиций ААНИИ в Арктическом бассейне на ледоколах и различных судах ледового класса: участвовал в экспедициях «Кара-зима-2015», «Хатанга-зима-2017», «ВГКШ» на борту НЭС «Академик Федоров», был начальником экспедиций «Сеймика-Лаптевых-2016» и «Сеймика-Чукотское-2016», осуществлял специальные судовые ледовые наблюдения в течение полугода в 2023 году на борту НЭС «Академик Трёшников» на трассе Северного морского пути. Кроме того, Евгений Гришин был бессменным специалистом, обеспечивавшим проводку танкеров во время девяти зимних навигаций в Татарском проливе. Он, как никто другой, знал все тонкости изменения ледовой обстановки в этом районе.

Особый интерес в своей трудовой деятельности Евгений Александрович проявлял к разработке специализированного программного обеспечения. Благодаря своему уникальному опыту ледовых наблюдений он создал программное обеспечение IceTable, которое используется ледовыми наблюдателями ААНИИ для описания ледяного покрова в экспедициях и автоматической обработки полученных данных.

В 2022 году Евгений Александрович был награжден Почетной грамотой Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за многолетний добросовестный труд в системе гидрометеослужбы.

Евгений Александрович был честным, отзывчивым и преданным своему делу человеком, не представлял своей жизни без ледоколов и льдов, посвятил Арктике 25 лет своей жизни и навсегда вписал свое имя в историю полярных экспедиций.

Друзья и коллеги ААНИИ

19 июня 2024 г. ТАСС. В Дальневосточном отделении РАН создали комиссию по вопросам освоения и развития Арктики. Она будет координировать проведение научно-исследовательских работ в регионе с учетом особенностей социально-экономического развития территории, поддержит научные проекты по сохранению и защите природной среды Арктики. <https://tass.ru/arktika-segodnya/21139313>

20 июня 2024 г. Телеграм-канал Полярной комиссии СПб РГО. Исследователи представили интернет-портал, посвященный одной из наиболее важных в истории отечественной науки полярных станций — Бухта Тихая на архипелаге Земля Франца-Иосифа. Благодаря цифровому portalу, любой желающий сможет пройти интерактивную экскурсию и погрузиться в историю, познакомиться с настоящим удаленного и труднодоступного объекта Арктики. https://t.me/polarkom_RGO/264

25 июня 2024 г. Nature Geoscience. Британские ученые пришли к выводу, что даже небольшое повышение температуры Мирового океана может привести к скачкообразному ускорению таяния ледников в Антарктиде. Потепление морской воды приведет к быстрому затоплению пустот во льду и резкому росту скорости его таяния. Таким образом, они отмечают, что потепление климата имеет больший вклад в рост уровня моря. <https://ria.ru/20240626/otkrytie-1955483807.html>

1 июля 2024 г. ОСК. Специалисты Балтийского завода ОСК начали резку металла многофункционального судна атомно-технологического обслуживания (МСАТО) проекта 22770 для ФГУП «Атомфлот». Оно предназначено для технологического и технического обслуживания атомных энергетических установок морских судов. Судно введут в эксплуатацию в 2029 году, оно заменит судно атомно-технологического обслуживания «Имандра» проекта 1948, которое эксплуатируется сейчас. Основной район эксплуатации судна — арктические моря. <https://www.aosk.ru/press-center/news/osk-nachala-stroitelstvo-sudna-atomno-tehnologicheskogo-obsluzhivaniya/>

5 июля 2024 г. Пресс-центр Атомфлота. Росатомфлот установил новый рекорд грузоперевозок по Севморпути. Улучшены показатели зимне-весенней навигации за аналогичный период предыдущего года. Они составили: 438 судозаходов (против 435), общая валовая вместимость достигла 50,4 млн т (прежде — 48,6 млн т). <http://www.rosatomflot.ru/press-centr/novosti-predpriyatiya/2024/07/05/11614-rosatomflot-ustanovil-novyy-rekord-gruzoperevozok-po-severnomu-morskomu-puti/>

7 июля 2024 г. РГО. Путешественник Ф.Ф. Конохов и мастер спорта международного класса пилот И.В. Потапкин совершили рекордный полет на мотопарплане к Северному полюсу. Стартовав 7 июля в 16 ч 29 мин со льдины в районе 86° с. ш. (севернее Земли Франца-Иосифа), путешественники успешно приземлились в финальной точке маршрута спустя 10 часов 13 минут 8 июля. Протяженность беспосадочного перелета составила около 440 км. <https://rgo.ru/activity/redaction/news/est-rekord-fedor-konyukhov-i-igor-potapkin-prileteli-na-severnyy-polyus-na-motoparplane/>

9 июля 2024 г. Росгидромет. В ведомстве подготовлен Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2023 год. В документе указано (с. 167), что температура в Российской Арктике была выше нормы на 1,12 °С. Это явление отмечается с 1970-х гг. https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/42b/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%202023_010724.pdf

12 июля 2024 г. ТАСС Наука. Ученые Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина разработали новую модель гребного винта, которая может использоваться на современных двигателях морских и речных судов. Она отличается высокой эксплуатационной надежностью и повышенной поверхностной прочностью, подтверждена патентом РФ. <https://nauka.tass.ru/nauka/21351539>

22 июля 2024 г. Communications Earth & Environment. Ученые Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН и Института океанологии РАН в ходе изучения акватории Чаунской губы в Восточно-Сибирском море выяснили, что причинами аномально высокой температуры и солености этого района являются гидротермальные источники и циклонический круговорот воды. Кроме того, были обнаружены нетипичные виды животных (например, рак-отшельник *Pagurus capillatus*), которые, видимо, проникли в губу в последние десятилетия уже вследствие изменения климата. <https://www.nature.com/articles/s43247-024-01529-x>

23 июля 2024 г. ТАСС. В ближайшее время будет создан Национальный комитет по подготовке проведения в России мероприятий V Международного полярного года, намеченного на 2032–2033 годы. В качестве координирующей организации в России определен Российский государственный гидрометеорологический университет. Его специалисты подготовили концептуальную записку, которая передана заместителю главы Министерства иностранных дел Норвегии, которая председательствует в Арктическом совете. Это связано с необходимостью сохранить для РФ возможность задавать глобальную повестку в рамках Полярного года и участвовать в разработке его концепции. <https://tass.ru/obschestvo/21429363>

24 июля 2024 г. ТАСС Наука. Путешественник Федор Конохов провел 14 дней на льдине в Северном Ледовитом океане, побив свой рекорд 2021 года по пребыванию на первой в мире одиночной исследовательской полярной станции (10 дней). По программе Института океанологии РАН он изучал поведение сплошных ледяных полей на деформацию от прохождения поверхностных гравитационных и инфрагравитационных волн океана, а также выполнял регистрацию сигналов от землетрясений вдоль подводного хребта Гаккеля — зоны сейсмоактивности, удаленной от наземных сейсмостанций. <https://nauka.tass.ru/nauka/21443159>

26 июля 2024 г. ААНИИ. Под руководством ученых института в Образовательном центре «Сириус» в рамках программы «Большие вызовы» группа старшеклассников разработала проект системы энергоснабжения на основе ветрогенерации для НИС «Ледовая база Мыс Баранова». Разработка направлена на существенное сокращение затрат на энергообеспечение станции. Исходя из показаний симуляции за анализируемый период при установке ветрогенераторов затраты на дизельное топливо сократились на 75 %. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/dlya-nis-%C2%ABledovaya-baza-mys-baranova%C2%BB-sozdan-proekt-sistemy-energospazheniya-s-ispolzovaniem-silyi-vetra>

30 июля 2024 г. ААНИИ. В ходе бурения древнего льда на станции Восток специалистами 69-й РАЭ получены керны с образцами минеральных включений (февраль 2024). Теперь они доставлены в Петербург, и специалисты лаборатории изменений климата и окружающей среды ААНИИ начали анализировать минералогический, изотопный и биологический составы полученных образцов включений. Исследования помогут понять динамику движения ледника и получить представление о строении реликтового водоема — озера Восток. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/v-aanii-dostavili-unikalnye-obraztsy-iz-glubin-lednika-v-tsentralnoy-antarktide>

5 августа 2024 г. ТАСС Наука. Ученые — участники экспедиции на надувных катамаранах по маршруту лейтенанта А.В. Колчака, который в 1903 году осуществлял поиск пропавшей экспедиции барона Э.В. Толля, обнаружили шлейфы дыма, которые периодически появляются в окрестностях острова Беннета в Восточно-Сибирском море. Исследователи предполагают, что это свидетельствует о наличии действующего вулкана и угрозе цунами для арктических поселков в Якутии. <https://nauka.tass.ru/nauka/21530581>

6 августа 2024 г. Арктический научно-исследовательский центр Республики Саха (Якутия). Специалисты Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича испытали в Тикси приемопередатчики «Алиса-с» с дальностью работы до 16 км, автоматический портативный электроэнцефалограф и бортовой прибор системы идентификации для беспилотников. Все приборы показали себя хорошо. Через год комплект приборов «Алиса-с» планируется передать в Тикси для обеспечения связью социально значимых объектов. <https://arctarch.com/?p=2919>

7 августа 2024 г. ААНИИ. Специалисты РАЭ зафиксировали максимальную зимнюю температуру за всю историю регулярных наблюдений в самой холодной точке Земли. На станции Восток в Центральной Антарктиде 6 августа 2024 года термометр показал $-34,2$ °С. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/uchenye-aanii-zafiksirovali-novyy-temperaturnyy-rekord-na-stantsii-vostok-v-antarktide>

15 августа 2024 г. Правительство России. Расширен перечень опорных населенных пунктов Арктической зоны, которые станут базой для реализации экономических и инфраструктурных проектов. В перечень добавлено два муниципальных образования: город Полярные Зори в Мурманской области и Билибинский муниципальный район Чукотского АО, т. к. пункты расположены вблизи месторождений полезных ископаемых. Они станут базой для развития минерально-сырьевых центров, обеспечивающих продвижение металлургической промышленности. <http://government.ru/news/52374/>

20 августа 2024 г. GoArctic. Международный совет по исследованию моря, основываясь на научных данных, ежегодно разрабатывает рекомендации по вылову рыбы. Но с 30 марта 2022 года участие России в его деятельности было приостановлено. Для выработки верных рекомендаций была создана российско-норвежская рабочая группа по рыболовству в Арктике. В июле она представила доклад, в котором предлагается снизить добычу рыбы в северо-восточной Атлантике в ближайшие два-три года, чтобы популяция основных видов могла восстановиться. <https://goarctic.ru/priroda/umerenno-sokratit-rybnyy-promysel-predlagaet-sovmestnyy-doklad-rossijsko-norvezhskoy-rabochey-gruppy/>

21 августа 2024 г. Правительство Мурманской области. В День Государственного флага РФ в Мурманской области на берегу Баренцева моря, в селе Териберка развернули самый большой триколор размером 30×51 м. В разворачивании 200-килограммового флага приняла участие 150 волонтеров. Эта акция продолжила традицию, начатую в 2023 году, когда самый большой триколор был развернут на арктических льдах в районе дрейфа станции «Северный полюс-41». <https://gov-murman.ru/info/news/527654/>

27 августа 2024 г. Nature Climate Change. Группа ученых из Института метеорологии Макса Планка (Германия) оценила, как разрушение арктических побережий влияет на углеродный баланс Северного Ледовитого океана. Исследователи включили в биогеохимическую модель океана потоки вымываемой из прибрежной вечной мерзлоты органики. Ученые прогнозируют, что термозрозия морских берегов снизит поглощение углерода океаном к 2100 году на 7–14 %. <https://www.nature.com/articles/s41558-024-02074-3>

6 сентября 2024 г. РГО. Завершилась экспедиция Института археологии РАН (по гранту Русского географического общества) на северо-запад Чукотского автономного округа, в ходе которой исследовались петроглифы на реке Пегтымель. Было оцифровано более 160 поверхностей с петроглифами, установлены их точные координаты, изучено место неолитической стоянки в горном массиве Анкапарат. <https://rgo.ru/activity/redaction/news/07-09-24/>

6 сентября 2024 г. Пресс-центр Атомфлота. В районе Восточно-Сибирского моря 6 сентября атомоход «Урал» провел самый большой в истории трассы Северного морского пути контейнеровоз NewNew Star (длина — 231 м, ширина — 32 м) в составе каравана из двух судов (вторым судном был балкер Smoke). Это свидетельствует как о возможностях трассы, так и о росте популярности маршрутов через СМП. <http://www.rosatomflot.ru/press-centr/novosti-predpriyatiya/2024/09/06/11624-ledokol-rosatomflota-provel-po-uchastku-sevmorputi-samy-bolshoy-v-istorii-trassy-konteynerovoz/>

6 сентября 2024 г. Издание МФТИ «За науку». Сотрудники Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН и МФТИ представили оценки наблюдаемых и вероятных изменений климата с использованием двух версий климатической модели. Обе версии при моделировании современного климата показывают примерно одинаковое потепление в Северной Евразии, прогнозы после 2040 года различаются. Одна из версий, более чувствительная к увеличению концентрации углекислого газа в атмосфере, прогнозирует рост температуры более чем на 6 градусов к концу XXI века, что приведет к сокращению площади арктических льдов и таянию вечной мерзлоты. Согласно второй версии, рост температур не будет столь высоким. <https://zanauku.mipt.ru/2024/09/06/rossijskaya-klimaticheskaya-model-prognoziruet-tayanie-ldov-arktiki-k-kontsu-xxi-veka/>

10 сентября 2024 г. ТомГУ. Специалисты Томского госуниверситета в ходе экспедиций в один из районов ЯНАО зафиксировали, что ранее вытаявшие там ледяные жилы в арктических болотах — восстанавливаются. Это позволяет сделать промежуточные выводы об устойчивости экосистем (мерзлых болот) к изменению климата. При этом в жилах стали присутствовать примеси торфа, что снижает теплопроводность. <https://news.tsu.ru/news/uchyenyev-vyasnili-chto-v-arkticheskoy-zone-vosstanavliayutsya-tayushchie-ldy/>

Подготовила М.А. Емелина (ААНИИ)

