



РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК



ISSN 2618-6705



В НОМЕРЕ:

ОФИЦИАЛЬНАЯ ХРОНИКА

Новый зимовочный комплекс станции Восток отправился из Петербурга в Антарктиду	3
Министр природных ресурсов и экологии РФ и руководитель Росгидромета осмотрели платформу «Северный полюс» и посетили ААНИИ	4
А.В. Клепиков. Утвержден план мероприятий по реализации Стратегии развития деятельности России в Антарктике до 2030 года	5

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В.Л. Мартыанов. Работы 66-й сезонной Российской антарктической экспедиции	7
Н.Н. Антипов, С.В. Кашин, М.С. Молчанов. Глубоководные океанологические исследования Южного океана с борта НЭС «Академик Трёшников» в сезонный период 66-й РАЭ	9
С.Д. Григорьева, Э.Р. Киньябаева, М.Р. Кузнецова. Программа комплексного мониторинга опасных природных объектов района станции Прогресс: основные результаты работ 2017–2021 годов	13
А.М. Безгрешнов, С.Ю. Малиновский, Н.Э. Демидов, Е.В. Зотова. Научные исследования ААНИИ в ходе рейса «Арктический плавучий университет 2021» на НЭС «Михаил Сомов» в июне–июле 2021 года	15
Е.С. Егорова, Т.А. Алексеева, С.С. Сероветников, В.Т. Соколов. Специальные ледовые наблюдения на борту атомного ледокола «50 лет Победы» во время экспедиций к Северному полюсу в 2021 году	18

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

В.А. Лихоманов, Н.А. Крупина, А.В. Савицкая, А.В. Чернов, И.А. Свистунов. Натурные ледовые испытания крупнотоннажных судов в 2021 году	21
--	----

СООБЩЕНИЯ

В.Е. Кораблев. Применение оборудования связи GSM в РАЭ	24
Д.В. Ершова, Н.Э. Демидов. В ледяных буграх на Северной Земле в Арктике обнаружен незамерзший газонасыщенный рассол	25
Завершена международная экспедиция «Арктика-2021»	26
М.Н. Ямохина. Арктическая научная станция мирового уровня в Нефритовой долине Ямала	27

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

С.М. Прямыков. Арктический совет и его роль в мониторинге климатических изменений в экосистемах и реакции социума в Арктике	29
---	----

НАУКА НА ПОЛЮСАХ ЗА КРУЖКОЙ ЧАЯ

А.Ю. Косарева, А.Н. Усова, Д.А. Емельянов. Астрономические наблюдения на станции Новолазаревская	34
--	----

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ААНИИ

М.А. Емелина. Арктический институт в дни блокады Ленинграда	36
---	----

ДАТЫ

М.А. Емелина. К 120-летию со дня рождения Якова Яковлевича Гаккеля	40
Илье Михайловичу Ягубову — 75!	43
К 70-летию Евгения Уаровича Миронова	44

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@aari.ru

А.С. Филиппова (ответственный секретарь редакции)

С.Б. Балясников, А.А. Быстромович, М.В. Гаврило, М.А. Гусакова,
М.В. Дукальская, В.П. Журавель, А.В. Клепиков, С.Б. Лесенков,
С.Ю. Лукьянов, А.С. Макаров, В.Л. Мартыанов, А.А. Меркулов,
В.Т. Соколов, А.Н. Усова

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

Редакционная почта: grg@aari.ru

РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 3 2021 г.

ISSN 2618-6705

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 — остров Земля Вильчека (фото Й. Бьёргвинссона);

внизу — НЭС «Академик Федоров» в бухте Тала (фото А.С. Курило).

На 4-й странице обложки: астроном на станции Новолазаревская на фоне полярного сияния (фото Д.А. Емельянова).

НОВЫЙ ЗИМОВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС СТАНЦИИ ВОСТОК ОТПРАВИЛСЯ ИЗ ПЕТЕРБУРГА В АНТАРКТИДУ

7 сентября из Санкт-Петербурга вышел первый из двух контейнеровозов, которые доставят новый зимовочный комплекс станции Восток в Антарктиду. Старт отправке контейнеровоза «Мыс Дежнев» по радиосвязи дал министр природных ресурсов и экологии РФ А.А. Козлов. В мероприятии также приняли участие руководитель Росгидромета И.А. Шумаков, директор ААНИИ А.С. Макаров и генеральный директор ОАО «Запсибгазпром» Ю.Л. Водопьянов.

Весь экипаж теплохода «Мыс Дежнева» последние несколько дней не покидал судно в связи с карантинными мерами. Поэтому все напутственные слова были сказаны по радиосвязи.

«Товарищ министр, экипаж здоров, судно экипировано, полностью загружено, готово к выходу в море», — сказал капитан теплохода «Мыс Дежнева» А.И. Шекева.

«Тогда начать поход, отдать швартовы», — скомандовал А.А. Козлов.

На «Мыс Дежнева» погружено порядка 80 % от общей массы груза. Остальное отправится на контейнеровозе «Андрей Осипов», который выходит из Петербурга 15 сентября. Общая масса груза — 6,78 тыс. тонн.

В Антарктике суда будут сопровождать ледокол «Капитан Хлебников». Доставку дизельного топлива объемом 6 тыс. тонн обеспечит танкер «Ярослав Мудрый» (специальное топливо «Арктик плюс» гарантирует работу машинных механизмов при температурах до -55°C). Ледокол «Капитан Хлебников» отправится из Владивостока 20 сентября, танкер «Ярослав Мудрый» — из Находки 28 сентября.

25 октября четыре судна встречаются в водах Антарктики и отправляются в район прибрежной станции Прогресс.

Министр природных ресурсов и экологии РФ А.А. Козлов
и Руководитель Росгидромета И.А. Шумаков



1 ноября суда достигают места разгрузки в Антарктиде, а именно — припая в бухте Тала. Еще во время разгрузки судов со станции Прогресс выйдет первый транспортный поход с грузом на станцию Восток.

«Любые операции в Антарктике — это риск. Схема грузовых работ в этом месте нам хорошо известна, но операция с таким объемом и массой груза будет проводиться впервые. Контейнеры с новым зимовочным комплексом будут выгружаться прямо на припайный, то есть прикрепленный к берегу, лед. Сейчас наши зимовщики готовят площадку для приема груза — уже убран полуметровый слой снега, расчищается двенадцатикилометровая снежная трасса до места хранения. Нашими сотрудниками проведена тяжелейшая работа», — добавил директор ААНИИ А.С. Макаров.

Планируется, что модели нового зимовочного комплекса доставят по Антарктиде тремя санно-гусеничными походами. Для этих целей будут задействованы 45 тягачей, 7 вездеходов «Бурлак» и 28 саней разной грузоподъемности.

«Этой зимой на станцию Восток получится доставить только треть грузов, две трети останутся на площадке временного хранения в районе станции Прогресс, потому что работы можно проводить только в благоприятный сезон, это буквально до февраля. Полностью монтаж нового зимовочного комплекса завершится через четыре года», — подчеркнул руководитель Росгидромета И.А. Шумаков.

Всего в грузовых и монтажных работах будет участвовать 160 человек. Первый поход планируется в районе 1 декабря.

Медиагруппа ААНИИ.
Фото из архива ААНИИ

Теплоход «Мыс Дежнева»



МИНИСТР ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РФ И РУКОВОДИТЕЛЬ РОСГИДРОМЕТА ОСМОТРЕЛИ ПЛАТФОРМУ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС» И ПОСЕТИЛИ ААНИИ

7 сентября в рамках рабочего визита министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации А.А. Козлов провел осмотр ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс» (ЛСП), посетил ледовый опытовый бассейн ААНИИ и Лабораторию изменений климата и окружающей среды. В мероприятии также приняли участие руководитель Росгидромета И.А. Шумаков и директор Арктического и антарктического научно-исследовательского института А.С. Макаров.



Ледостойкая самодвижущаяся платформа «Северный полюс»

генераторов; идет подготовка к сдаче на конструкцию помещений верхней палубы, передаче их на окраску и изоляцию.

В ледовом опытовом бассейне Арктического и антарктического научно-исследовательского института А. А. Козлову продемонстрировали эксперимент модельных испытаний ледостойкой платформы «Северный полюс». Министр отметил важность взаимодействия науки и бизнеса, в особенности в таких прикладных вопросах,



В ледовом опытовом бассейне ААНИИ

Во время осмотра судна на АО «Адмиралтейские верфи» А.А. Козлову доложили о ходе достроечных работ на ЛСП «Северный полюс» и подготовке судна к швартовным испытаниям, а также обозначили планируемые даты выхода судна на заводские ходовые испытания и передачи заказчику.

Сегодня на судне проходят работы по центровке и окончательному монтажу главного дизеля; изготовлению и монтажу систем, обеспечивающих пуск дизель-

как исследования процессов и сценариев разрушения ледяного покрова при взаимодействии с судами и инженерными сооружениями.

Затем делегация отправилась в Лабораторию изменений климата и окружающей среды, где основной темой обсуждения стала климатическая повестка.

*Медиагруппа ААНИИ.
Фото из архива ААНИИ*

Директор ААНИИ А.С. Макаров, министр природных ресурсов и экологии РФ А.А. Козлов и руководитель Росгидромета И.А. Шумаков в Лаборатории изменений климата и окружающей среды



УТВЕРЖДЕН ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИИ В АНТАРКТИКЕ ДО 2030 ГОДА

Правительство Российской Федерации своим распоряжением от 30.06.2021 № 1767-р утвердило План мероприятий по реализации «Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 года» (принята распоряжением Правительства РФ от 21.08.2020 № 2143-р). Всего план включает 54 мероприятия по восьми направлениям:

I. Всестороннее содействие сохранению и прогрессивному развитию системы Договора об Антарктике.

II. Модернизация экспедиционной инфраструктуры и приборной базы Российской Федерации в Антарктике, обеспечение безопасности жизнедеятельности сотрудников Российской антарктической экспедиции.

III. Проведение комплексных экспедиционных исследований Антарктики в рамках Российской антарктической экспедиции.

IV. Охрана окружающей среды Антарктики.

V. Развитие комплексных фундаментальных и прикладных научных исследований в Антарктике.

VI. Разработка рекомендаций и повышение квалификации участников Российской антарктической экспедиции.

VII. Содействие развитию образования и организованного туризма в антарктическом регионе.

VIII. Сохранение исторического наследия, связанного с ролью России в открытии Антарктиды и ее освоении.

В Плате отражены мероприятия, направленные на выполнение задачи по обеспечению присутствия Российской Федерации в Антарктике на ближайшие 10 лет.

Целями Стратегии являются реализация национальных интересов Российской Федерации в Антарктике в соответствии с нормами и принципами международного права, основными направлениями внешней и внутренней политики Российской Федерации и предотвращение последствий возможных угроз национальным интересам России в Антарктике, что будет способствовать усилению международного престижа Российской Федерации за счет масштабных политических, социальных, научных, природоохранных акций и достижений и укреплению экономического и научного потенциала России за счет комплексного изучения и использования имеющихся водных биологических ресурсов Южного океана, а также комплексного изучения минеральных, углеводородных и других видов природных ресурсов Антарктики.

В рамках Стратегии государство создаст условия для обеспечения эффективного присутствия в Антарктике, организации деятельности Российской антарктической экспедиции, проведения комплексных научных исследований, обеспечения безопасности жизнедеятельности участников Российской антарктической экспедиции, развития инфраструктуры и научно-технологического обеспечения рыболовства, туризма и другой коммерческой деятельности, а также информирования населения о роли и деятельности Российской Федерации в Антарктике.

Планом предусмотрена реализация ряда мероприятий, направленных на модернизацию инфраструктуры российских антарктических станций и сезонных баз, в том числе:

– создание нового зимовочного комплекса на антарктической станции Восток (2020–2025 годы), это мероприятие уже реализуется с участием средств частного инвестора и федерального бюджета;

– строительство нового зимовочного комплекса на станции Мирный (2022–2027 годы);

– реконструкция объектов инфраструктуры полевой базы Русская (2022–2026 годы);

– реконструкция объектов инфраструктуры станции Новолазаревская (2026–2030 годы);

– проектирование и строительство нового научно-экспедиционного судна взамен научно-экспедиционного судна «Академик Федоров» для обеспечения деятельности Российской антарктической экспедиции (2022–2027 годы);

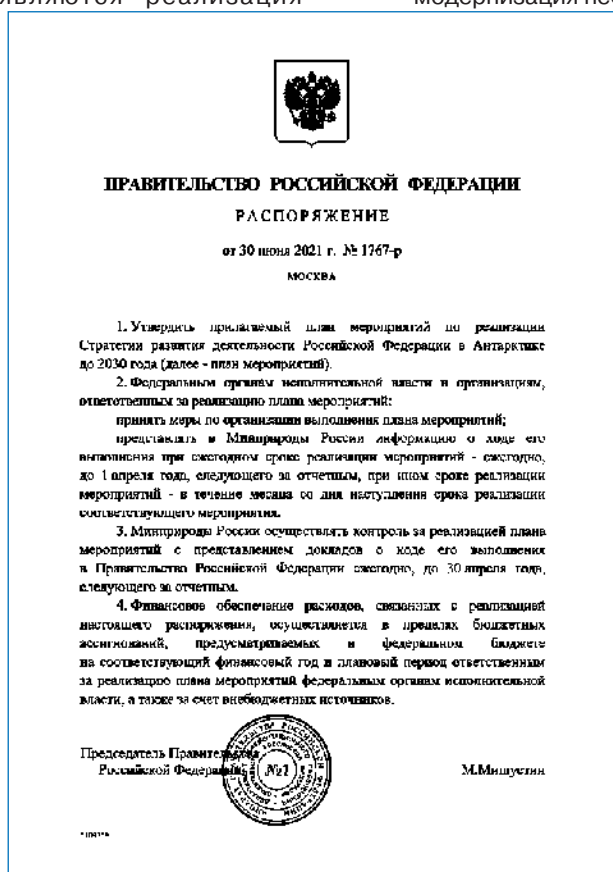
– модернизация нефтебазы станции Беллинсгаузен (2022–2025 годы);

– очистка района сезонной базы Молодежная от отходов (2023–2030 годы).

Реализация перечисленных мероприятий возможна при соответствующем финансировании из средств федерального бюджета.

Среди приоритетов стоит особо выделить национальные научные исследования Антарктики, что является необходимым условием для сохранения за нашей страной статуса Консультативной стороны Договора об Антарктике и основанием для участия в подготовке и принятии всех решений, касающихся управления этим регионом планеты и реализации существующего там особого международно-правового режима.

В качестве особо значимого можно выделить крупное мероприятие «Ком-



плексные исследования подледникового озера Восток и палеоклимата Земли в районе российской антарктической станции Восток» (2021–2030 годы и далее). Выполнение этого проекта предусмотрено поручением Президента Российской Федерации от 09.04.2020 № Пр-634 и тесно связано с созданием нового зимовочного комплекса на антарктической станции Восток. Все научные исследования России в Антарктике — метеорологические, ионосферные, магнитосферные, океанологические, гидрологические, гляциологические, геокриологические, медицинские, биологические и геолого-геофизические — являются важными и должны получать надлежащее финансирование. Научные работы должны проводиться с использованием современной научной инфраструктуры, оборудования и приборов. В противном случае отсутствие современных высокотехнологичных научных исследований приведет к существенному отставанию от ведущих зарубежных стран, которые вкладывают в антарктическую науку большие средства.

Важными являются работы Госкорпорации «Роскосмос» по установке на российских антарктических станциях аппаратуры нового поколения для мониторинга параметров орбит спутников навигационной космической системы ГЛОНАСС.

Для повышения эффективности использования космических средств дистанционного зондирования Земли, обеспечения деятельности Российской антарктической экспедиции планом мероприятий предусмотрено поддержание работоспособности Антарктического регионального центра дистанционного зондирования Земли Госкорпорации «Роскосмос», созданного на антарктической станции Прогресс в 2019 году.

После перевода полевой базы Русская в разряд круглогодично действующих станций аналогичная аппаратура планируется к установке и в этом пункте, что значительно улучшит определение географических координат морскими и воздушными транспортными средствами, оборудованными приемоиндикаторами системы ГЛОНАСС. Для установки наземных технических средств ГК «Роскосмос» на полевой базе Русская необходима реконструкция объектов инфраструктуры.

Важным аспектом деятельности Российской антарктической экспедиции является выполнение обязательств Российской Федерации по международным актам системы Договора об Антарктике. Прежде всего речь идет о необходимости соблюдения положений Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике, предусматривающих необходимость минимизации воздействия на антарктическую экосистему при организации деятельности станций, регулярное выполнение наблюдений за флорой и фауной, микробиологические и химические исследования воздуха, снега, льда, грунтов, морской и озерной воды, оснащение антарктических станций и полевых баз РАЭ современным технологическим природоохранным оборудованием, внедрение безотходных и экологически чистых технологий, проведение работ по сбору, обработке, сортировке, организации хранения и регулярному вывозу отходов прошлой и текущей деятельности из Антарктики, а также усиление контроля за планированием и осуществлением любой деятельности на предмет ее соответствия природоохранным требованиям в рамках реализации полномочий по выдаче российским гражданам и российским юридическим

лицам разрешения на осуществление деятельности в Антарктике.

На внешнеполитическом уровне необходимо продолжать работу по обеспечению активного участия Российской Федерации в принятии отвечающих российским интересам решений на Консультативных совещаниях по Договору об Антарктике, сессиях Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики, мероприятиях других органов Системы Договора; противодействию попыткам политизации работы органов Системы Договора об Антарктике; развитию взаимовыгодного двустороннего и многостороннего взаимодействия с государствами — участниками Договора об Антарктике.

Не менее важным направлением работы России в Антарктике является популяризация достижений российских ученых в Антарктике, проведение образовательных мероприятий, создание и расширение музейных экспозиций, сохранение объектов исторического наследия нашей страны в Антарктике и активизация работы по внесению российских географических названий в международные справочники. Эти мероприятия также планируется выполнять в последующие годы.

Выполнение мероприятий Плана и соответствующее финансовое обеспечение позволят достигнуть предусмотренных Стратегией результатов.

К 2030 году ожидается:

- всестороннее укрепление позиций Российской Федерации в системе Договора об Антарктике как инструмента активного влияния нашей страны на развитие международных отношений в мировом сообществе;
- проведение современных комплексных российских научных исследований, мониторинга природной среды и природоохранных мероприятий в Антарктике и их логистическое обеспечение на уровне ведущих антарктических держав мира;
- перевод существующей экспедиционной инфраструктуры Российской антарктической экспедиции на современные формы обеспечения деятельности Российской Федерации в Антарктике, отвечающие лучшим мировым стандартам;
- укрепление международного престижа Российской Федерации в Антарктике за счет проведения уникальных научных исследований и экспериментов, внедрения современных транспортных, энергетических, навигационных средств, отвечающих высшим мировым стандартам;
- комплексное обеспечение безопасности деятельности персонала, морских, воздушных и наземных транспортных операций Российской антарктической экспедиции;
- обеспечение лидирующих позиций Российской Федерации по приоритетным направлениям научного и технологического освоения и использования биоресурсов Антарктики;
- создание научно-производственной базы и формирование ее кадрового потенциала для рыбохозяйственной отрасли в целях эффективного освоения Российской Федерацией водных биологических ресурсов Антарктики;
- укрепление экономического потенциала России за счет использования имеющихся водных биологических ресурсов Южного океана.

А.В. Клепиков (начальник РАЭ, ААНИИ)

РАБОТЫ 66-Й СЕЗОННОЙ РОССИЙСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Работы очередной 66-й Российской антарктической экспедиции (РАЭ) существенно отличались от традиционных, поскольку эта экспедиция стартовала в период пандемии коронавируса COVID-19. С целью недопущения проникновения этого заболевания на континент Антарктиды всеми странами — участниками антарктических исследований были приняты максимально возможные меры ограничения. В частности, практически все экспедиции минимизировали свои сезонные научные исследования, оставив только те из них, которые выполнялись на научно-экспедиционных судах, а на станциях проводились только неотложные ремонтно-восстановительные работы и транспортные операции. Все участники экспедиций, включая экипажи морских и воздушных судов, прошли необходимые карантинные меры.

В транспортных операциях по реализации Программы 66-й РАЭ были задействованы НЭС «Академик Трёшников» и НЭС «Академик Федоров» Росгидромета, НИС «Академик Александр Карпинский» АО «Росгеология» и четыре вертолета типа Ка-32С.

В период 66-й РАЭ должны были начаться работы по строительству нового зимовочного комплекса на станции Восток. ОАО «Запсибгазпром», единственный исполнитель работ, направило в Антарктику для доставки грузов и персонала три судна. Головное судно, атомный лихтеровоз-контейнеровоз (АЛК) «Севморпуть», вышло из Санкт-Петербурга 5 октября 2020 года, судно везло строительные модули для новой станции, транспортные средства и другие грузы, а также 45 водителей тягачей и монтажников. Ледокол «Капитан Драницын» вышел из Мурманска 25 сентября, на его борту были 98 монтажников и водителей тягачей. Третьим судном стал танкер «Андрей Первозванный», который вышел из порта Владивосток 9 октября для доставки на станцию Прогресс 5550 тонн дизельного топлива для санно-гусеничных по-

ходов и обеспечения строительно-монтажных работ. Однако 18 октября АЛК «Севморпуть», находясь в южной части Атлантики, потерял одну из лопастей гребного винта и был вынужден вернуться в порт Санкт-Петербурга, также в Россию вернулись оба других судна. Таким образом, начало работ по строительству нового зимовочного комплекса станции Восток было перенесено на следующий сезон.

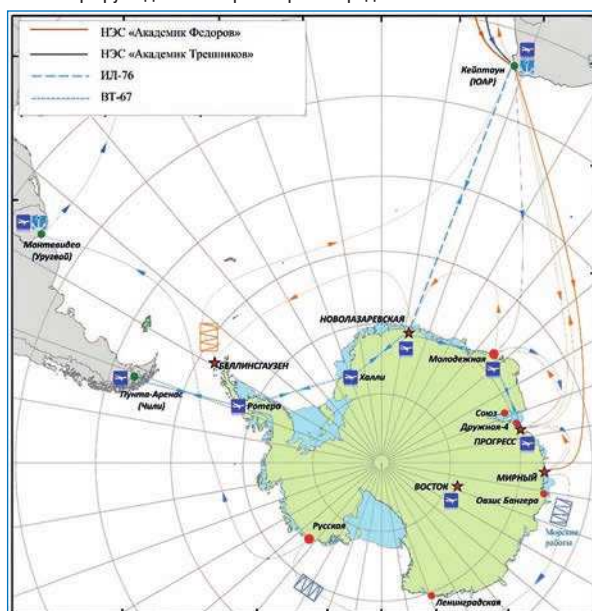


НЭС «Академик Трёшников» в припайном льду на подходе к станции Прогресс

Работы 66-й РАЭ начались с выхода в 16-й рейс 15 ноября 2020 года НЭС «Академик Трёшников» из Санкт-Петербурга. Рейс прошел по маршруту Санкт-Петербург — Кейптаун (ЮАР) — Молодежная — Прогресс — Мирный — морские работы в море Дейвиса — Русская — Беллинсгаузен — морские работы в проливе Дрейка — Пунта-Аренас (Чили) — Бремерхафен — Санкт-Петербург. За период работы 66-й РАЭ судно прошло 30699 морских миль, в том числе в антарктических льдах — 1700 морских миль. 21 апреля 2021 года судно вернулось в родной порт. Основные работы судна были связаны с материально-техническим обеспечением зимовочных станций и сезонных полевых баз, а также с выполнением обширного комплекса работ по океанографии в море Дейвиса, в тихоокеанском секторе Южного океана и в проливе Брансфилд. Наиболее сложная ледовая обстановка ждала судно на подходах к станции Прогресс, где пришлось проходить сильно заснеженный припай с высотой снега до 1,5–2 м и с полосами восторженных участков. Из-за большого количества снега канал местами приходилось делать шириной в два, а то и в три корпуса, так как судно вязло в снежной «каше», которая мешала сделать следующий удар.

20 января 2021 года по программе 66-й РАЭ из Санкт-Петербурга в Антарктику вышло НЭС «Академик Федоров». Маршрут судна, как обычно, проходил через порт Бремерхафен, где пришлось задержаться более чем на неделю, по причине задержки прибытия на автомобильном

Маршруты движения транспортных средств 66-й сезонной РАЭ



транспорте двух экспедиционных вертолетов, которые в силу пандемических ограничений застряли на границах европейских государств.

Далее судно прошло через порт Кейптаун, где с 26 февраля по 2 марта на его борт были погружены продукты питания для экспедиции и авиационное топливо для полетов самолетов на аэродром станции Новолазаревская по программе ДРОМЛАН в следующий антарктический сезон. В Антарктике судно прошло по обычному для него маршруту от станции Мирный через станцию Прогресс, сезонную полевую базу Молодежная к станциям Новолазаревская и Беллинсгаузен. Было выполнено снабжение этих станций, завершена смена зимовочного состава экспедиции, а также вывезено около 200 т отходов деятельности станций за пределы Антарктики.

Сложным оказался подход НЭС «Академик Федоров» к станции Новолазаревская. После безуспешных попыток на полной мощности пробить канал в остаточном припайном льду толщиной до 2,5 м было принято решение вывозить зимовочный состав вертолетами и проводить перекачку топлива с использованием шлангов. В результате после окончания штормовой погоды судну удалось углубиться в припай. Параллельно с этим сезонный состав экспедиции выполнял запланированные работы на станции, в том числе георадарные работы на трассе транспортных походов от станции к базе на ледяном барьере.

Непростым оказался и путь от Новолазаревской до Беллинсгаузена. «Академик Федоров» попал в сильный шторм при сложных ледовых условиях. В течение всего перехода за бортом стояли отрицательные температуры вплоть до -20°C , что привело к сильному обледенению судна. Только в районе станции Беллинсгаузен температура поднялась до нуля, и команда судна смогла очистить палубы ото льда.

За период своего 47-го рейса НЭС «Академик Федоров» прошло 28444,7 морских миль, из которых 1240 миль в течение 35 суток судно двигалось в антарктических льдах. 13 июня судно вернулось в Санкт-Петербург.

В рамках экспедиции был выполнен рейс НИС «Академик Александр Карпинский», которое вышло в антарктический рейс из порта Кейптаун 4 февраля 2021 года и вернулось в порт Кейптаун 1 апреля. Рейс этого судна был направлен на продолжение геолого-геофизического изучения и оценки минерально-сырьевого потенциала недр в окраинных морях Антарктики.

Как отмечалось выше, пандемия наложила отпечаток на все работы в Антарктике. Так, аэродром станции Новолазаревская в рамках программы DROMLAN принял только пять рейсов самолета Ил-76 ТД 90ВД из Кейптауна, вместо обычных 18–20 рейсов. Этими рейсами в Антарктику прибыли всего десять сотрудников РАЭ, три специалиста выполнили программу по коррекции параметров взлетно-посадочной полосы, один обеспечивал медицинскую безопасность на территории аэродрома, остальные выполняли работы по сооружению системы мобильной связи на станции Новолазаревская.

В полном объеме была выполнена серия внутри-континентальных санно-гусеничных походов по трассе Прогресс — Восток для обеспечения круглогодичного функционирования станции Восток и проведения подготовительных работ для начала строительства нового зимовочного комплекса.

Одной из важных задач экспедиции было продолжение работ по ремонту и восстановлению инфраструктуры базы Русская, которые были выполнены с помощью НЭС «Академик Трёшников» в период со 2 по 26 февраля 2021 года. За этот период в машинном зале дизельной электростанции (ДЭС) были установлены два дизель-генератора 100 кВт, на изготовленную эстакаду установлены три походных жилых модуля с ДЭС для размещения сезонных специалистов, установлен контейнер со станцией биологической очистки и крематор для утилизации отходов, проведена санитарная обработка банно-прачечного блока в здании ДЭС и помещений служебно-жилого здания.

Публичное акционерное общество «Мобильные теле-

лесистемы» (ПАО «МТС») в рамках мероприятий, посвященных 200-летию открытия Антарктиды русскими мореплавателями, провело на станции Прогресс экспериментальные работы по определению возможности использования сотовой связи в Антарктике с целью повышения безопасности личного состава экспедиции. ПАО «МТС», со своей стороны, было заинтересовано в тестировании своей аппаратуры в экстремальных климатических условиях. Испытание данной системы сотовой связи в районе станции Прогресс в период 65-й РАЭ показало исключительно положительный результат, поэтому ПАО «МТС» и РАЭ было решено продолжить сотрудни-

чество, установив подобный комплекс оборудования на станции Новолазаревская, что и было успешно реализовано в период 66-й РАЭ. Отныне все сотрудники экспедиции на станциях Прогресс и Новолазаревская могут использовать свои сотовые телефоны с сим-картами компании МТС, как будто они в Санкт-Петербурге. Кроме того, теперь сотовая связь охватывает и окрестности станций, любого полярника можно вызвать по телефону, что усиливает безопасность проведения операций.

В 66-й зимовочной экспедиции принимали участие 107 человек, а в сезонной экспедиции — 50 человек без учета численности экипажей морских и воздушных экспедиционных судов. Начальником сезонной экспедиции являлся А.С. Курило, заместителем начальника сезонной экспедиции и руководителем работ на борту НЭС «Академик Трёшников» — А.Н. Николаев, начальником зимовочного состава 66-й РАЭ — Д.Г. Серов.

В целом, несмотря на объективные трудности вследствие пандемии и поломки АЛК «Севморпуть» на пути в Антарктику, все основные программы научно-прикладных исследований и экспедиционно-логистических работ 66-й сезонной РАЭ были выполнены. Научно-технические отчеты по работам и исследованиям сданы в государственные фонды хранения данных очередных российских антарктических экспедиций.

*В.Л. Мартынов (ААНИИ).
Фото А.С. Курило*



Выгрузка и транспортировка 20-футовых контейнеров от борта НЭС «Академик Трёшников» в бухте Тала, район станции Прогресс

ГЛУБОКОВОДНЫЕ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮЖНОГО ОКЕАНА С БОРТА НЭС «АКАДЕМИК ТРЁШНИКОВ» В СЕЗОННЫЙ ПЕРИОД 66-й РАЭ

Основная часть программы глубоководных океанологических наблюдений в сезонный период 66-й РАЭ была реализована с борта НЭС «Академик Трёшников», которое вышло в свой 16-й рейс 10 ноября 2020 года. Как всегда, основной задачей судна было логистическое обеспечение российских антарктических станций. За прошедший с момента спуска на воду в 2012 году период его экипаж приобрел большой опыт в проведении океанологических исследований, что в сложных ледовых и погодных условиях стало важной составляющей успешного решения поставленных научных задач.

Для выполнения глубоководных океанологических наблюдений на НЭС «Академик Трёшников» используются зондирующий комплекс “Sea Bird 911+”, оборудованный рамой для крепления батометров, и автономный зонд-профилограф “Sea Cat 19+”. Всего за 16-й рейс судовым зондом “Sea Bird 911+” было выполнено 50 океанографических станций на запланированных разрезах и 24 эпизодические станции. Автономным зондом “Sea Cat 19+” было выполнено 6 эпизодических станций.

Работы выполнялись силами судовой научно-технической службы в соответствии с Программой, разработанной в Лаборатории Южного океана отдела океанологии ААНИИ в рамках работ по Проекту 5.2 «Комплексные океанологические, климатические, гляциологические и геофизические исследования Антарктики и Южного океана (план НИТР/ОПР Росгидромета (2020–2024 гг.))». Расположение разрезов и точек зондирования на них определялось оперативно, исходя из рекомендаций, изложенных в Программе, и с учетом погодных и ледовых условий. Районы проведения глубоководных океанологических наблюдений в значительной степени определялись запланированным маршрутом и местоположением обслуживаемых антарктических станций.

В восточном секторе Антарктики основным объектом исследований стала шельфовая область моря Дейвиса (залив Трёшникова), где располагается станция Мирный. В Западной Антарктике основной задачей стало исследование структуры вод, слабо изученной, как с океанографической, так и с гидрографической точек зрения, шельфовой области в районе расположения станции Русская. Наконец, третьим районом работ стал пролив Брансфилд, место расположения станции Беллинсгаузен, ставший в последние годы объектом регулярных наблюдений судами ААНИИ.

В район станции Мирный судно подошло с небольшим опозданием, однако успешное и досрочное выполнение всех необходимых логистических операций, а также благоприятная ледовая обстановка позволили выполнить достаточно протяженный разрез через шельф и континентальный склон моря Дейвиса.

На выполнение разреза, расположенного в восточной части моря, между островом Дригальского и шельфовым ледником Шеклтона (рис. 1), ушло около 1,5 суток в период 20–21 января. Всего на разрезе длиной 205 км была выполнена 21 станция, глубина зондирования менялась от 257 м на шельфе до 2360 м у подножия склона. Разрез такой протяженности и дискретности расположения станций (среднее расстояние между точками зондирования составило около 10 км) был выполнен в данном регионе впервые. Результаты исследования дали возможность получить достаточно подробное представление о структуре основных водных масс, определить их термохалинные характеристики.

Выполненный при движении по разрезу эхолотный промер позволил получить подробное представление о рельефе дна в этой области моря Дейвиса. Начинаясь на относительно мелком участке шельфа в районе станции Мирный, разрез пересекает глубоководную котловину в юго-восточной части залива Трёшникова, максимальные глубины в центре которой превышают 1200 м. Южный склон котловины имеет большой уклон, с северной стороны наблюдается плавный подъем дна от 800 м в котловине до 300–400 м в районе бровки шельфа, глубина на которой в данном районе моря Дейвиса составляет 330 м. Континентальный склон в районе разреза достаточно крутой, здесь на участке разреза длиной 25 км глубина дна увеличивается от 330 до 2500 м. В целом такой рельеф дна типичен для шельфа прибрежных антарктических морей. Глубокие котловины внутри шельфа могут быть естественными резервуарами для накопления холодных и плотных шельфовых вод, а мелководный порог в районе бровки

препятствует проникновению теплых циркумполярных вод на шельф. Обращает на себя внимание значительный уклон дна шельфа от его бровки в сторону берега, отличающий этот район от соседних морей Содружества и Моусона.

Как и для любого прибрежного района Восточной Антарктиды, основной интерес с точки зрения океанологического режима представляют циркумполярная глубинная и антарктическая шельфовая вода и их модификации.

Рис. 1. Море Дейвиса и расположение разреза, выполненного в 2021 году (красные значки), и разрезов, выполненных в 2017 году (синие значки)



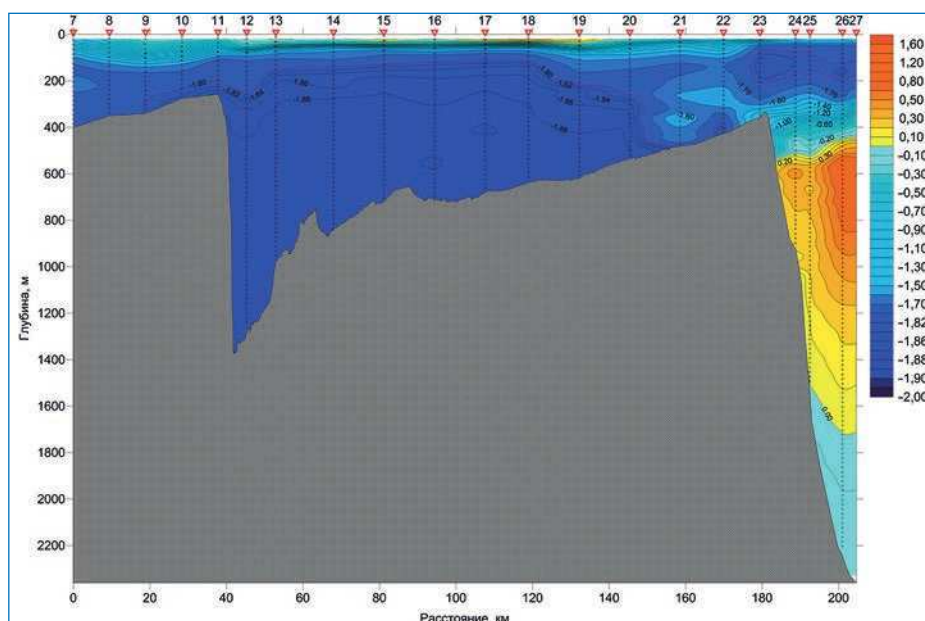


Рис. 2. Потенциальная температура на разрезе в море Дейвиса, выполненном НЭС «Академик Трёшников» в январе 2021 года

Циркумполярная глубинная вода (ЦГВ) на данном разрезе (рис. 2) вплотную примыкает к континентальному склону, что связано с отсутствием у дна материкового склона в этом районе холодных и плотных шельфовых вод, находящихся в процессе каскадинга, т. е. в процессе опускания в придонном слое под действием силы тяжести (как это имеет место на некоторых участках материкового склона в сопредельных морях Моусона и Содружества). Ядро теплых ЦГВ (потенциальная температура в области склона 0,5–1,5 °C) располагается на глубинах 600–650 м, то есть значительно глубже бровки шельфа, поэтому проникновение теплых ЦГВ на шельф в данном районе затруднено. При этом на станциях, расположенных в непосредственной близости от бровки (до 30 км в сторону берега), на глубинах 250–460 м обнаружена относительно теплая вода (температура от –1,5 °C до –1,6 °C), что, очевидно, связано с поступлением на шельф модифицированных ЦГВ (МЦГВ, воды верхнего слоя ЦГВ в глубоководной части разреза) через мелководный порог. Между МЦГВ и наблюдаемой южнее холодной антарктической шельфовой водой (АШВ) наблюдается термохалинный фронт. Видимо, процессы, связанные с неустойчивостью в области фронта, в совокупности с влиянием неровностей дна создают условия для формирования сложной мезомасштабной структуры вод, наблюдаемой на разрезе в области между фронтом и бровкой шельфа и проявляющейся в виде теплых и холодных образований. Обнаружение такой сложной структуры вод в районе внешней части шельфа (а не в области верхней части материкового склона, где обычно наблюдается Антарктический склоновый фронт) является интересным результатом этих наблюдений и нуждается в дальнейшем анализе и проведении новых наблюдений в данном районе.

Южнее фронта на шельфе практически всю толщу глубже 200 м занимает АШВ (вода с температурой около точки замерзания, т. е. ниже –1,8 °C). Соленость обнаруженной АШВ находится в диапазоне от 34,4 psu вблизи горизонта 200 м до 34,47 psu в придонном слое. Отметим, что от глубоководной впадины до описанного выше фронта температура и соленость придонного слоя АШВ характеризуются удивительной однородностью (температура от –1,882 до –1,885 °C, соленость

34,471–34,474 psu), что может говорить о едином источнике и слабой трансформации в процессе их перемещения. Заметим, что выполненные в 2017 году наблюдения в этой впадине показали соленость придонного слоя 34,51 psu. Это, видимо, отражает заметную межгодовую изменчивость в характеристиках АШВ и, соответственно, изменчивость в интенсивности их формирования. Очевидно, целесообразно продолжить исследования для изучения изменчивости процессов формирования и распространения АШВ и возможной их роли (наряду с другими факторами) в образовании антарктической донной воды (АДВ) в районе моря Дейвиса.

Тем не менее рассчитанные для этой водной массы значения нейтральной плотности показывают, что в самой глубокой части котловины, на глубинах более 700 м, она достигает 28,27 единиц условной плотности и более, что, учитывая выполненные ранее в других регионах Южного океана исследования, позволяет рассматривать ее как потенциально способную участвовать в формировании АДВ. Учитывая значительную расчлененность рельефа дна в море Дейвиса, нельзя исключать, что наиболее плотная АШВ из котловины может распространяться по глубоководным желобам до самой бровки и выходить на склон, а следовательно, участвовать в формировании АДВ. Однако на сегодняшний день данных, подтверждающих этот факт, не обнаружено. Кажется целесообразным проведение экспедиционных исследований западнее данного разреза с целью определения роли моря Дейвиса как еще одного источника антарктической донной воды.

В районе станции Русская в период с 9 по 11 февраля был выполнен разрез по меридиану 138° 30' з. д. (рис. 3а). С целью выявления возможной межгодовой изменчивости его положение было запланировано совпадающим с выполненным в 2020 году. При этом в южной части, за счет добавления четырех станций, разрез был продлен до береговой линии, а на севере, за счет добавления одной станции, достиг изобаты 3000 м (основание материкового склона). Длина разреза составила 141 км (в 2020 году она составляла 87 км), а количество точек зондирования увеличилось до 18 с расстояниями между ними на шельфе не более 5 км.

Район между морями Росса и Амундсена, где располагается станция Русская, практически не обеспечен данными натурных наблюдений, но при этом весьма интересен с океанографической точки зрения, поскольку находится в области, разграничивающей принципиально отличные по процессам на шельфе и материковом склоне части Южного океана. Как известно, для Восточной Антарктики характерно образование на шельфе холодной и плотной антарктической шельфовой воды, которая является

основной компонентой в процессах смешения водных масс при образовании АДВ. На шельфах Западной Антарктиды образования АШВ не происходит, там шельф заполняет относительно теплая и соленая ЦГВ, поступающая сюда с антарктическим циркумполярным течением, что приводит к таянию шельфовых и выводных ледников. В районе между морями Росса и Амундсена происходит смена структур вод шельфа и материкового склона с холодных для Восточной Антарктиды к более теплым, характерным для прибрежной области Западной Антарктиды. Это определяет как важность получения данных натурных наблюдений для этого района, так и сложность в определении конкретного места проведения зондирований и последующей интерпретации результатов.

Участок от восточной границы моря Росса (мыс Колбек) до мыса Беркс, где расположена станция Русская, отличается узким шельфом и имеет самый большой уклон материкового склона в западном секторе Антарктики. В районе станции Русская и районе западнее полуострова Эдуарда VII выявлены глубокие (более 1000 м) депрессии, связанные с материковым склоном заглублениями в районе бровки шельфа, переходящими в каньоны. Такая структура дна шельфа и склона создает условия для проникновения на шельф теплых ЦГВ и усложняет картину их распространения в регионе. Океанографические работы, выполненные в сезонный период 59-й и 65-й РАЭ, показали отсутствие антарктической шельфовой воды и наличие мощного (до 400 м) слоя антарктической поверхностной воды, чьи характеристики ($T < -1,6^{\circ}\text{C}$, в ядре до $-1,8^{\circ}\text{C}$ и $S \leq 34,2$ psu) позволяют связать существенную глубину перемешивания с сильными длительными ветрами, характерными для данного региона, а не с длительной интенсивной достигающей дна термохалинной конвекцией, возникающей в процессе осенне-зимнего ледообразования. В итоге данные наблюдений прошлых лет не показали присутствия в районе достаточно плотной холодной воды, которая могла бы быть идентифицирована как АШВ, а регион — местом формирования АДВ. Наибольший интерес в данном

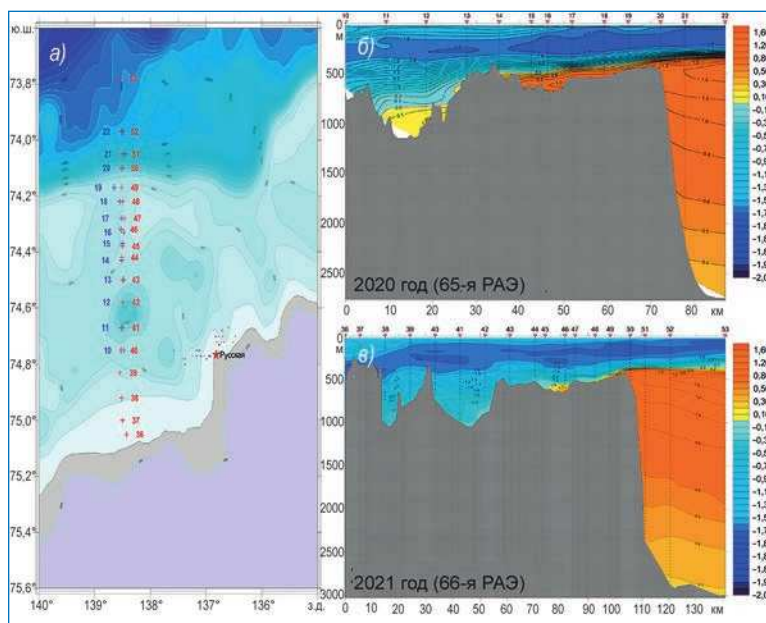


Рис. 3. Схема работ в районе станции Русская: а) расположение станций в 2020 (синие значки) и в 2021 (красные значки) годах; потенциальная температура на разрезе $138^{\circ}30'$ з. д. в 2020 (б) и 2021 (в) годах

районе представляет модифицированная циркумполярная глубинная вода, которая проникает глубоко на шельф. Разрез по меридиану $138^{\circ}30'$ з. д., который в 2021 году был продлен до береговой линии, показал не только масштабы распространения МЦГВ на шельфе, но и их межгодовую изменчивость (рис. 3б).

Строение водной толщи в районе бровки шельфа оказалось схожим с данными 65-й РАЭ — температурный максимум над склоном у бровки обнаруживается на глубинах около 430 м, а глубина дна на бровке около

500 м. Таким образом, подтверждается тот факт, что ЦГВ в данном районе поступает на шельф не только через депрессию восточнее разреза (максимальная на разрезе температура и соленость у дна наблюдаются на расстоянии около 25 км от бровки, на глубине 671 м и составили $0,68^{\circ}\text{C}$ и 34,58 psu). Она входит на шельф и непосредственно в створе разреза (температура и соленость на бровке $1,35^{\circ}\text{C}$ и 34,72 psu при глубине дна 540 м) и смещается далее на юго-восток. В южной части разреза, в глубокой части депрессии на глубинах более 1000 м, обнаружена вода с температурой $-0,3...-0,5^{\circ}\text{C}$ и соленостью около 34,4 psu. Предположение, что ЦГВ в значительно модифицированном виде по глубоководным котловинам могут достигать практически самого берега, удалось подтвердить — дополнительные станции в южной части разреза показали, что даже в 10–15 км от береговой линии на глубине более 500 м залегают воды с температурой до $-0,33^{\circ}\text{C}$ и соленостью 34,40 psu.

В части межгодовой изменчивости видны существенные отличия от разреза, выполненного в 2020 году: отмечено ощутимое ослабление затoka ЦГВ на шельф, что отразилось на характеристиках придонного слоя. Изотерма 0°C сместилась к северу, ближе к бровке шельфа на 30–35 км. Соответственно, понизилась температура придонного слоя в южной части разреза (для совпадающих станций — на $0,5^{\circ}\text{C}$), а его соленость уменьшилась в среднем на 0,05 psu. Отметим, что на разрезе 2014 года, в депрессии, расположенной на 15 миль к востоку от разреза $138^{\circ}30'$ з. д., вода в придонном горизонте на подобных глубинах была значительно теплее и солонее ($0,6–0,8^{\circ}\text{C}$, около 34,50 psu). Можно предполагать, что охлаждение теплой воды связано также и с взаимодействием с расположенным южнее ледником. Таким образом, выполненные наблюдения позволили расширить наше представление о некоторых особенностях режима вод шельфа и материкового склона этого практически неизученного района. Перспектива возобновления работы станции Русская станет поводом для дальнейших исследований океанографического режима региона, и по-

лученная в 65-й и 66-й РАЭ информация будет важной основой для планирования этих исследований.

Завершающие выполнение программы глубоководных океанологических исследований в 16-м рейсе НЭС «Академик Трёшников» работы были проведены в проливе Брансфилд, расположенном между Южными Шетландскими островами и северной оконечностью Антарктического полуострова.

Район Южного океана у северной оконечности Антарктического полуострова является весьма сложным с точки зрения формирования структуры и циркуляции вод. Здесь взаимодействуют воды, переносимые собственно АЦТ, воды из морей Беллинсгаузена и Уэдделла. Водные массы из этих регионов имеют существенно разные характеристики, и их взаимодействие формирует сложную картину распределения термохалинных параметров, а наличие большого количества островов, сложная картина топографии дна приводят к не очень понятной на сегодняшний день схеме

циркуляции вод. Кроме того, изменение свойств и структуры вод в котловине пролива Брансфилд может служить индикатором процессов климатического масштаба. Поэтому задумана и реализуется программа регулярных наблюдений на разрезе поперек пролива. Наблюдения на разрезе в проливе Брансфилд отображали сложную структуру водных масс, характерных для этого района, а также их существенную межгодовую изменчивость.

К выполнению разреза в проливе Брансфилд судно приступило сразу после завершения логистических операций на станции Беллинсгаузен. За двое суток (10–11 марта) был выполнен разрез из 11 станций общей протяженностью 119 км. Положение станций на разрезе совпадало с разрезами 2016–2020 годов (рис. 4).

В северной части разреза традиционно преобладают теплые и со-

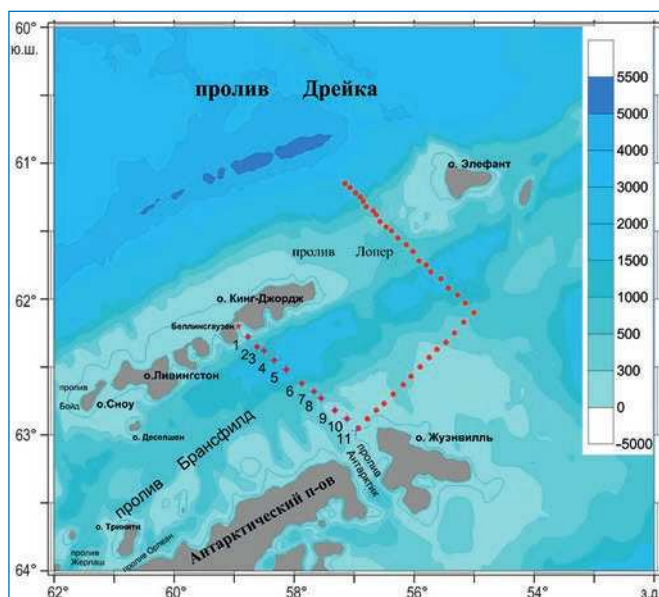
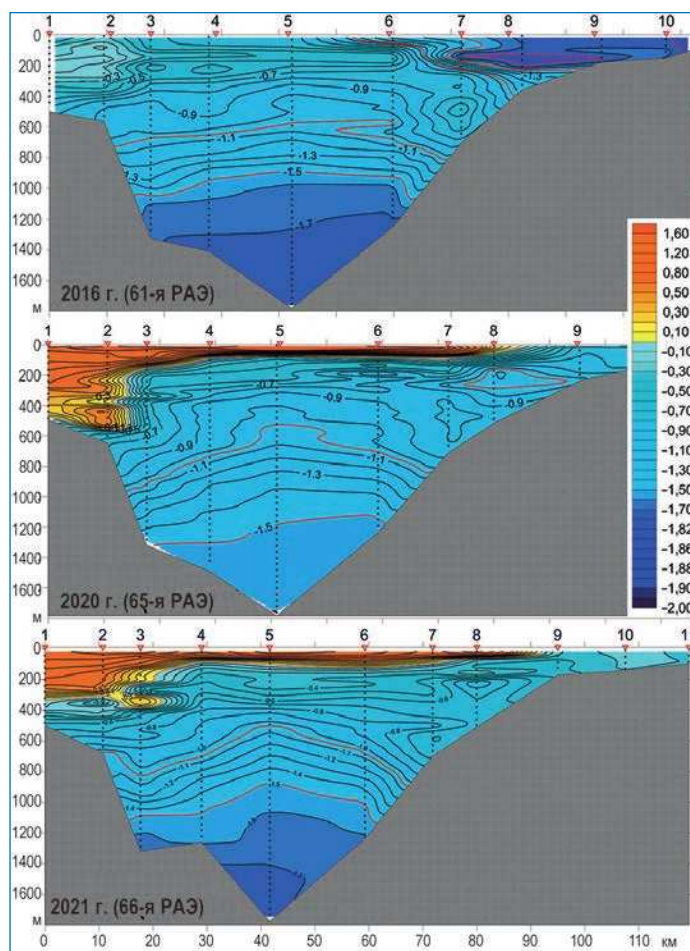


Рис. 4. Положение станций в проливе Брансфилд, выполненных в период 61–66-й РАЭ. Крестиками и номерами показаны станции, выполненные в марте 2021 года

кающей к Антарктическому полуострову, преобладает влияние холодных вод из моря Уэдделла. Наиболее интересным результатом можно считать значительное изменение характеристик водной массы, которую принято именовать водой пролива Брансфилд (ВПБ). Данная водная масса, заполняющая глубоководную изолированную впадину пролива, в 2021 году была значительно холоднее, чем за год до этого, практически вернувшись к характе-

росткам, наблюдаемым в 2016 году (рис. 5). В части пролива, примы-

Рис. 5. Потенциальная температура на разрезе в проливе Брансфилд в период работ 61-й, 65-й и 66-й РАЭ



ристикам, наблюдаемым в 2016 году (рис. 5).

Минимальная температура в придонном слое составила $-1,747^{\circ}\text{C}$, соленость выросла до 34,593 psu, в то время как в 2020 году были получены значения $-1,578^{\circ}\text{C}$ и 34,556 psu соответственно. Таким образом, ранее намечавшаяся тенденция к потеплению вод глубинных слоев пролива в 2021 году оказалась нарушенной. Это может быть вызвано как усилением притока холодных вод из моря Уэдделла, так и ослаблением поступления теплых вод из моря Беллинсгаузена. В любом случае, обнаруженный факт требует более глубокого анализа, а также подтверждает необходимость и перспективность продолжения наблюдений в данном регионе Южного океана.

Океанографические наблюдения, проведенные с борта НЭС «Академик Трёшников» в период

66-й РАЭ, дополнили наши знания о море Дейвиса, позволили заметно расширить представления о структуре и характеристиках водных масс на шельфе малоисследованного района станции Русская, в том числе определить пути распространения теплых глубинных вод, оказывающих определяющее влияние на таяние шельфовых ледников. Полученные данные станут хорошей базой для планирования дальнейших исследований океанографи-

ческого режима региона, особенно в связи с предполагаемым восстановлением работы станции Русская.

Выражаем благодарность экипажу судна «Академик Трёшников» во главе с капитаном Д.А. Карпенко и начальнику рейса А.Н. Николаеву за заинтересованное и ответственное отношение к выполнению Программы.

Н.Н. Антипов, С.В. Кашин, М.С. Молчанов (АНИИ)

ПРОГРАММА КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЙОНА СТАНЦИИ ПРОГРЕСС: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ 2017–2021 ГОДОВ

Российская антарктическая станция Прогресс, расположенная в пределах оазиса Холмы Ларсеманн (Восточная Антарктида), является как крупной научной базой, обеспечивающей реализацию множества круглогодичных и сезонных исследовательских программ, так и важнейшим логистическим пунктом Российской Федерации в этом секторе Антарктики. В частности, она ключевое звено в цепи снабжения внутриконтинентальной станции Восток. Объем транспортных операций в этом районе, и без того значительный, в ближайшие годы возрастет до беспрецедентных значений благодаря мероприятиям, связанным с возведением на станции Восток нового зимовочного комплекса, в рамках которых в глубь материка необходимо будет доставить санно-гусеничными походами не только модули нового здания, но и строительную технику, топливо, сопутствующие вспомогательные грузы.

Важным аспектом своевременного выполнения сложнейших логистических задач за короткий период антарктического лета является обеспечение безопасности транспортных операций. Район станции Прогресс можно в целом считать сравнительно благоприятным с точки зрения природных источников угроз: так, здесь неизвестны зоны пугающе крупных трещин, по ширине значительно превосходящих корпус гусеничного тягача и представляющих серьезные риски для жизни участников походов, которыми, к примеру, печально известна станция Мирный. Однако, учитывая уровень сложности, ответственности и интенсивности грузовых и транспортных операций, выполняющихся в этом районе, нельзя недооценивать и менее опасные объекты: ведь любая незапланированная задержка, влекущая за собой от-

клонение от графика работ, может привести к срыву последующих мероприятий.

Среди объектов, представляющих риски для безаварийного выполнения транспортных операций, можно в первую очередь назвать ледниковые трещины — даже те из них, ширина которых у поверхности достигает не десятков метров, а всего 1–1,5 м, во-первых, способны привести к инцидентам, нарушающим график работ, а во-вторых, остаются чрезвычайно опасными для пешего перемещения по леднику. Помимо трещин, в целом типичных для большей части ледников, оазис Холмы Ларсеманн характеризуется и другим, достаточно специфическим, источником природных угроз — это широкий спектр опасных гидрологических объектов и явлений. К ним относятся скрытые внутрiledниковые водоемы, временные сезонные водотоки, а также озера, для которых характерны периодические прорывные паводки. Они сопровождаются выработкой в теле плотины, подпруживающей водоем, канала стока и стремительной разгрузкой водных масс. Опасность в этом случае представляет как разрушительная сила потока, так и формирование в ледниках и снежниках скрытых каналов стока, зачастую незаметных с поверхности. Кроме того, при прорывах внутрiledниковых водоемов не исключена последующая просадка целых участков ледника — яркий пример такого явления наблюдался в январе 2017 года, когда за считанные часы в леднике Долк образовался обширный провал, разрушивший участок интенсивно эксплуатируемой трассы.

Дополнительная сложность, возникающая при взаимодействии с опасными природными объектами, за-

Рис. 1. Панорама окрестностей станции Прогресс. Фото А.В. Миракина



ключается в том, что в ряде случаев невозможно полностью исключить работы вблизи них: так, маршруты по леднику, проложенные полностью в обход зон трещин, могут стать избыточно протяженными, а варианты организации трасс в пределах оазиса зачастую ограничены прихотливым рельефом местности. Следовательно, недостаточно только уметь выявлять и картировать источники угроз — важно находить пути безопасного взаимодействия с ними в случае, если нет способа их избежать.

В 2017/18 году (сезон 63-й Российской антарктической экспедиции) в районе станции Прогресс были начаты работы по программе комплексного обследования опасных природных объектов, успешно продолжавшиеся на протяжении последующих полевых сезонов и направленные на минимизацию рисков, связанных с выполнением транспортных операций на ледниках. Концепция программы предполагает всестороннее изучение природных угроз и может быть представлена двумя условными уровнями — оперативное обследование и долгосрочный мониторинг.

Основные задачи оперативного обследования — выявление и картирование опасных объектов, определение их ключевых характеристик (для зон трещин — такими характеристиками являются ширина, направление удлинения, мощность снежных мостов, форма трещины в разрезе; для ледниковых водоемов — их границы, глубина, а также мощность и вещественный состав толщи, перекрывающей озеро). На этом этапе основными являются полевые методы работ, в число которых входят георадиолокация, гидрологические наблюдения, аэрофотосъемка и вспомогательные работы (бурение, геодезические съемки, визуальное обследование).

Долгосрочный мониторинг необходим для установления основных тенденций жизненного цикла и объясне-

ния закономерностей и механизмов развития опасных явлений. Так, в рамках программы с 2017 года выполняется ежегодный гидрологический мониторинг прорывоопасных озер полуострова Брокнес. Часть из них расположена вблизи объектов инфраструктуры Российской антарктической экспедиции, представляя в общем случае угрозу для выполнения логистических операций, и постоянные наблюдения на таких озерах необходимы для исключения аварийных ситуаций. Некоторые озера расположены на удалении от участков, где интенсивно ведутся транспортные работы, тем не менее наблюдения на них позволяют комплексно подойти к изучению процессов прорывных паводков в целом, получать ряд данных, необходимых для разработки и верификации математических моделей, необходимых для того, чтобы в будущем перейти к задачам прогнозирования.

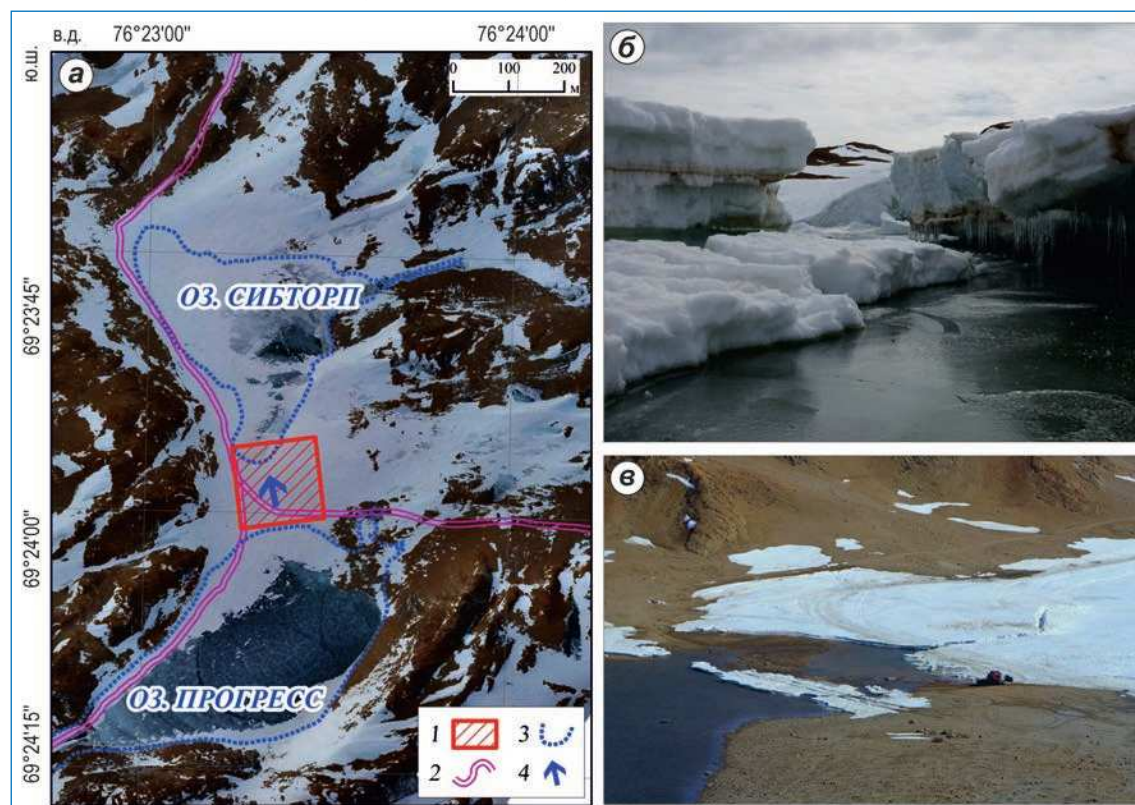
Ярким примером объекта, на котором успешно внедрен комплекс мониторинговых мероприятий, является озеро Прогресс. Для него характерны ежегодные прорывы, сопровождающиеся разрушением снежно-ледяной перемычки и перетоком водных масс в расположенное севернее озеро Сибторп и далее в океан (рис. 2).

Поскольку прорывные паводки происходят на этом каскаде водоемов ежегодно, объект удобно рассматривать в качестве эталонного для изучения процесса в целом. Кроме того, по снежно-ледяной перемычке, подпруживающей озеро Прогресс, проходит трасса движения транспортной техники, и актуальным вопросом является оценка безопасности этого участка в течение летнего периода. При обследовании этого объекта были поставлены следующие основные задачи:

– мониторинг уровня водной поверхности озера Прогресс и сопоставление его с уровнями, при которых наблюдались паводки ранее;

Рис. 2. Участок работ в районе озера Прогресс.

а — обзорная схема расположения участка (ортофотоплан от 14.11.2019): 1 — положение участка, 2 — сезонная трасса движения тяжелой техники, 3 — границы озер при максимально высоком уровне вод, 4 — направление прорыва; б, в — обзорные фотографии канала прорыва (б — вид со стороны озера Прогресс, фото М.Р. Кузнецовой, в — вид сверху, фото А.В. Миракина)



- изучение внутреннего строения плотины, подпругивающей озеро;
- выявление изменений, происходящих в теле снежно-ледяной плотины по мере развития паводка;
- фотофиксация изменений, наблюдаемых в пределах участка.

По результатам работ было установлено, что канал, формирующийся при прорыве озера, ежегодно образуется на одном и том же месте, а его положение обусловлено внутренним строением перемычки: в рельефе скальных пород и ледяной толщи в пределах дамбы наблюдается линейный прогиб, по которому и происходит преимущественный переток озерных вод. Как показали мониторинговые геофизические съемки, активная фаза паводка предваряется длительной фильтрацией через толщу снега, заполняющую прогиб и являющуюся наиболее проницаемой средой, при этом фильтрация начинается как минимум за две недели до прорыва, а метод георадиолокации позволяет не только достоверно устанавливать сам факт обводненности плотины, но и качественно оценивать постепенное повышение этого параметра. Совместный анализ геофизических материалов и данных об изменении уровня водной поверхности озера, интерпретируемых в контексте многолетних наблюдений, позволяет оценивать вероятность развития паводка. Таким образом, мы получаем возможность своевременно приостановить транспортные операции на данном участке непосредственно перед прорывом. Полученные результаты, кроме того, имеют и методическое значение — так, установив основные геолого-гляциологические особенности плотин, способствующие развитию паводков, и геофизические признаки форми-

рующегося водного потока, мы можем учитывать их при оценке безопасности новых логистических объектов.

Пример, показанный выше, наглядно иллюстрирует комплексный подход, применяемый при обследовании опасных гидрологических объектов — основных источников рисков при работах в пределах оазиса и вблизи него. При удалении на ледниковый купол большую угрозу представляют зоны трещин — и работы, связанные с их картированием и оценкой соответствующих рисков, также неизменно входят в состав мероприятий, выполняющихся согласно программе. Основным методом полевых изысканий в этом случае является метод георадиолокации, позволяющий установить координаты трещин в пределах изучаемого участка; для повышения качества и достоверности интерпретации георадарных данных также используются гляциологические методы, аэрофотосъемка, а при возможности — визуальные наблюдения. Результатом полного комплекса исследований в этом случае является схема расположения трещин в пределах изученного участка, оценка степени их опасности для выполнения транспортных операций и рекомендации к мониторинговым мероприятиям. К настоящему моменту все логистические объекты, расположенные на ледниковом куполе в районе станции Прогресс, прошли как минимум рекогносцировочное обследование, позволяющее дать принципиальное заключение о возможности безопасного выполнения работ, и в ближайший полевой сезон на всех объектах планируется завершить полный цикл изысканий.

*С.Д. Григорьева (ААНИИ, СПбГУ),
Э.Р. Киньябаева (ААНИИ, СПбГУ), М.Р. Кузнецова (СПбГУ)*

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ААНИИ В ХОДЕ РЕЙСА «АРКТИЧЕСКИЙ ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ 2021» НА НЭС «МИХАИЛ СОМОВ» В ИЮНЕ–ИЮЛЕ 2021 ГОДА

С 2012 года в Баренцевом море и на прилегающих архипелагах (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля) успешно реализуется проект «Арктический плавучий университет» (АПУ). Этот проект динамично развивается в результате сотрудничества Северного (Арктического) федерального университета (г. Архангельск) и научных организаций Российской академии наук, ведущих университетов России и Росгидромета. Проект «Арктический плавучий университет» включает в себя организацию и проведение комплексных научно-исследовательских работ в области океанологии, метеорологии, гидрохимии, гляциологии, морской биологии, геологии, почвоведения и орнитологии, а также обучение и подготовку молодых специалистов для исследования арктического региона и обеспечения его устойчивого развития.

В отличие от прошлых лет, когда в качестве транспорта экспедиции использовалось НИС «Профессор Молчанов», принадлежащее Северному УГМС (г. Архангельск), в 2021 году базой для экспедиции было выбрано легендарное судно — НЭС «Михаил Сомов», принадлежащее этому же управлению. Несмотря на свой почтенный возраст (приближается полувековой юбилей), судно находится в рабочем состоянии и неустанно трудится на протяжении последних двадцати лет, выполняя важ-

ную работу по обеспечению труднодоступных полярных станций на трассе Северного морского пути. В течение летней навигации «Михаил Сомов» обходит полярные станции, доставляя продукты и топливо, людей и оборудование.

В экспедиции 2021 года приняли участие студенты, аспиранты и научные сотрудники Северного (Арктического) федерального университета, Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного университета, Российского государственного гидрометеорологического университета, Норильского государственного индустриального института, Саратовского национального исследовательского государственного университета, Полесского аграрно-экологического института Национальной академии наук Беларуси, Института физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Одновременно с экспедицией АПУ на судне работали еще несколько научных групп. Группа «Нарвал» занималась поиском и изучением состояния популяции нарвала, в задачи группы ученых, работавших по программе «Хозяин Арктики», входили поиск и обследование белых медведей.



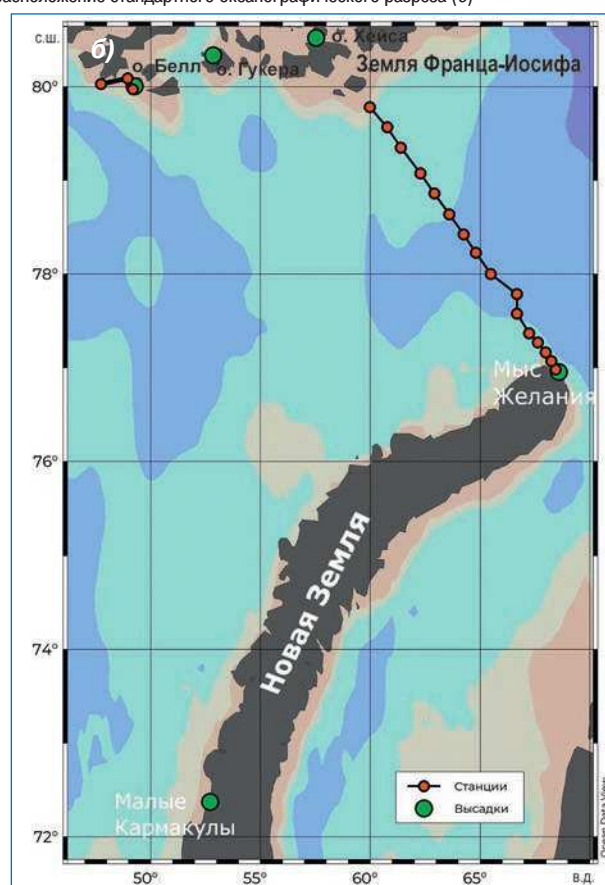
НЭС «Михаил Сомов» в Баренцевом море. 2021 год.
Фото В.С. Вакуловой

Экспедиция прошла в период с 10 июня по 1 июля 2021 года по маршруту Архангельск — Баренцево море — арх. Новая Земля — арх. Земля Франца-Иосифа — арх. Новая Земля — Баренцево море — Архангельск (см. рисунок).

Программа работ предусматривала два основных направления: образовательное и научно-исследовательское. В рамках образовательного направления сотрудниками ААНИИ были прочитаны лекции по полярной

метеорологии, изучению многолетнемерзлых грунтов и климатологии. В рамках научно-исследовательского направления были выполнены океанографические и гидрооптические измерения на стандартном океанографическом разрезе от мыса Желания (Новая Земля) до острова Сальм (арх. Земля Франца-Иосифа). Также по всему маршруту экспедиции проводились непрерывные измерения основных метеорологических величин (температура, относительная влажность воздуха, атмосферное

Маршрут НЭС «Михаил Сомов» во время рейса АПУ-2021 (а) и расположение стандартного океанографического разреза (б)



давление, скорость и направление относительного ветра), измерения содержания углекислого газа в приземном слое атмосферы и регистрация проходящей солнечной радиации в различных спектральных диапазонах. Также перед группой ААНИИ в рамках работ по гранту РНФ 19-77-10066 «Геокриологические условия архипелагов и прилегающего шельфа западного сектора Евразийской Арктики» (рук. Н.Э. Демидов) стояла задача проведения рекогносцировочных работ по подбору мест для организации будущих полигонов мониторинга многолетнемерзлых грунтов на арх. Новая Земля и Земля Франца-Иосифа.

Экспедиционную группу ААНИИ на борту судна возглавлял А.М. Безгрешнов, в нее входили океанолог С.Ю. Малиновский, метеоролог Е.В. Зотова, мерзлотовед Н.Э. Демидов.

В период экспедиции на разрезе от м. Желания до о. Сальм было выполнено 16 океанографических станций (см. рисунок), на каждой из которых определялось вертикальное распределение температуры и солености воды, производился отбор проб для различных гидрохимических и гидробиологических анализов. Для производства океанографических измерений и отбора проб воды использовались CTD-зонд SBE 32, оснащенный 12 батометрами емкостью 5 литров, и зонд SBE 19 plusV2.

Основная задача океанографических наблюдений заключалась в продолжении мониторинга состояния и изменчивости водных масс в проливе между арх. Земля Франца-Иосифа и Новой Землей. Получены новые данные о термохалинном состоянии водной толщи, прозрачности и флуоресценции морской воды. Дополнительно 3 океанографические станции были выполнены в местах стоянки судна в акватории арх. Земля Франца-Иосифа.

В ходе проведения специальных метеорологических и актинометрических наблюдений в период экспедиции были получены следующие результаты:

- собраны данные о величине потоков проходящей солнечной радиации в спектральных диапазонах 300–3000 и 400–700 нм;
- получены данные о пространственном распределении концентрации двуоксида углерода (CO_2) в приземном слое воздуха по всему маршруту следования экспедиции;
- получены оригинальные данные о перераспределении солнечной радиации



Работа с пробоотборным комплексом SBE 32.
Фото А.М. Безгрешнова

в диапазоне 400–700 нм (фото-синтетическая активная радиация — ФАР) в поверхностном слое моря;

- измерена относительная прозрачность и зафиксирован цвет морской воды.

Измерения проводились как на океанографических станциях, так и в местах стоянки судна в период высадок на сушу.

В дальнейшем планируется провести анализ полученных метеорологических данных и изменчивости потоков солнечной радиации, а также оценить изменения концентрации CO_2 , проанализировать причины пространственной изменчивости концентрации диоксида углерода в воздухе, проанализировать распределение оптических характеристик верхнего слоя моря и их соответствие гидрологическим данным.

Предварительная обработка данных о концентрации CO_2 в приземном слое атмосферы

показала, что средний уровень в ходе экспедиции не превышал обычных для этого района значений и составил около 370 ppm, при минимальных значениях и максимальных значениях 355 и 380 ppm соответственно.

По данным измерений относительной прозрачности морской воды, наибольшее значение составило 15,5 м и было зафиксировано в южной части океанографического разреза (ст. № 14 и 15). Наименьшая прозрачность воды (8,5 м) отмечена вблизи острова Белл в районе арх. Земля Франца-Иосифа и связана с разрушением припая и попаданием значительного количества взвеси в морскую воду при таянии снежного покрова на суше (материковый сток).

Для решения задач по выбору оптимальных мест для развертывания полигонов мониторинга многолетнемерзлых грунтов проводились высадки на берег группы ученых ААНИИ во главе с мерзлотоведом Н.Э. Демидовым. За период экспедиции было выполнено 5 высадок (места высадок на рисунке обозначены зеленым цветом).

Высадки проводились с помощью вертолета Ми-8, который базировался на борту НЭС «Михаил Сомов».

Одним из наиболее подходящих мест оказался район российской гидрометеорологической обсерватории им. Э.Т. Кренкеля на острове Хейса (Земля Франца-Иосифа). Здесь в 1 км от станции на второй морской террасе выявлена ненарушенная ровная горизонтальная площадка, сложенная однородными песками без при-

Сетка полигонально-жильных льдов на сложенной песками второй морской террасе о. Алджер.
Фото Н.Э. Демидова



меси крупнообломочного материала. В сентябре 2021 года здесь планируется разбить площадку мониторинга сезонно-талого слоя. Расположение данной площадки в непосредственной близости от действующей обсерватории позволит ежегодно проводить регулярный съем данных с полигона и контроль средств измерений. В качестве дополнительного варианта расположения мониторингового полигона была предложена морская терраса на соседнем острове Алджер, куда группа ученых была также доставлена на вертолете. Здесь сложенная песками терраса разбита



Выполнение электроразведочных работ с припая в районе острова Белл (арх. Земля Франца-Иосифа). Фото Н.Э. Демидова

характерной сетью полигонально-жилых льдов. В ходе исследований в экспедиции использовались геофизические методы (электроразведка) в местах двух высадок на арх. Новая земля и трех высадок на островах арх. Земля Франца-Иосифа. Было проведено профилирование в транзитной зоне суша — море с выходом на припай для установления наличия и определения мощности слоя многолетней мерзлоты. На всех высадках по данным электроразведки суша характеризуется наличием сплошной мерзлоты. Под планируемым полигоном на о. Хейса она имеет мощность порядка 80 м. Напротив, на акватории твердомерзлые породы обнаружены не были ни в одном из электроразведочных пикетов.

За время работы экспедиции в соответствии с утвержденной программой научных исследований был произведен обширный комплекс различных измерений.

В результате специальных метеорологических наблюдений накоплен значительный объем информации о текущем состоянии погоды и климата в восточной и северо-восточной части акватории Баренцева моря. Получены новые данные о пространственно-временном распределении суммарной солнечной радиации, об осо-

бенностях перераспределения солнечной радиации, поступающей в верхний слой моря, концентрации двуокиси углерода по маршруту движения судна.

В результате океанографических работ были выполнены 19 океанографических станций, на каждой из которых определялось вертикальное распределение температуры и солёности морской воды, что позволило оценить межгодовую изменчивость атлантических вод в этом районе.

Рекогносцировочные работы, выполненные в ходе исследования многолетнемерзлых грунтов в местах высадок, позволи-

ли определить положения мониторинговых площадок, подходящих для многолетних наблюдений за динамикой сезонно-талого слоя и организации термометрических скважин на арх. Земля Франца-Иосифа. По данным геофизических исследований получены первые для архипелага Земля Франца-Иосифа оценки мощности многолетнемерзлых грунтов. Показано отсутствие твердомерзлых пород на его акватории.

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

Особо хочется поблагодарить начальника рейса от Северного УГМС — Ольгу Николаевну Балакину за неоценимую помощь и участие в общей организации работ экспедиции и в выполнении океанографической программы экспедиции.

А.М. Безгрешнов, С.Ю. Малиновский, Н.Э. Демидов, Е.В. Зотова (ААНИИ)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЛЕДОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА БОРТУ АТОМНОГО ЛЕДОКОЛА «50 ЛЕТ ПОБЕДЫ» ВО ВРЕМЯ ЭКСПЕДИЦИЙ К СЕВЕРНОМУ ПОЛЮСУ В 2021 ГОДУ

История круизных рейсов в приполюсный район Арктического бассейна берет свое начало с 90-х годов прошлого столетия, когда в августе 1990 года атомный ледокол (а/л) «Россия» впервые достиг географической точки Северного полюса с туристами на борту. С тех пор в летний сезон туристические рейсы на отечественных атомоходах («Россия», «Советский Союз», «Ямал», а с 2007 года — «50 лет Победы») стали регулярными. Маршрут плавания стандартный: из порта Мурманск ледокол следует через проливы архипелага Земля Франца-Иосифа к Северному полюсу, а затем возвращается в порт через восточную или центральную части архипелага. Путь следования судна между

островами архипелага может незначительно меняться в зависимости от ледовой обстановки и выбора мест для кратковременных высадок туристов на берег. Ранее за сезон могло состояться до 5–6 рейсов: с середины июня по середину августа. Однако в 2020 году во время пандемии, вызванной распространением коронавирусной инфекции, все рейсы были отменены, а в 2021 году — были организованы только два рейса преимущественно для русских туристов.

За периоды с 1991 по 1996 год, с 2006 по 2019 год и в 2021 году сотрудники Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ) принимали активное участие в туристических рейсах с целью

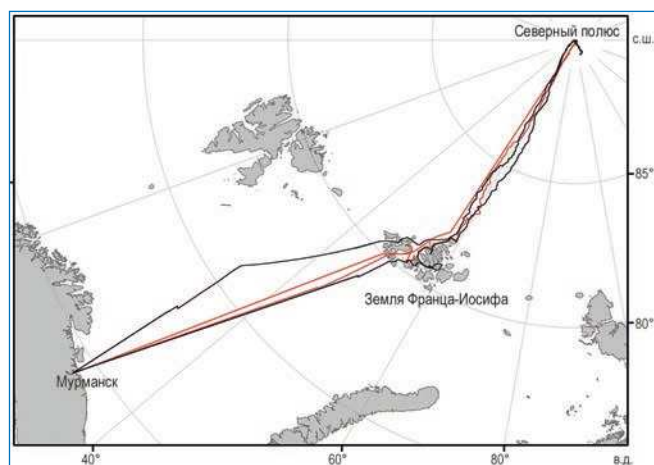


Рис. 1. Маршруты плавания а/л «50 лет Победы» в 2021 году (красным цветом обозначен 1-й рейс, 11–21 июля; черным – 2-й рейс, 21 июля – 2 августа) (слева) и а/л «50 лет Победы» в рейсе (справа). Фото из архива ВАЭ



получения уникальной информации о состоянии ледяного покрова на участке от архипелага Земля Франца-Иосифа до Северного полюса, который интересен тем, что пересекает западную часть трансарктического дрейфа — одного из главных элементов циркуляции льдов в Арктическом бассейне. Обобщение и систематизация данных судовых ледовых наблюдений, накопленных за годы круизов по традиционному маршруту в течение летнего сезона, позволяют оценить пространственные и межгодовые изменения основных параметров морских льдов в исследуемом районе.

В 2021 году а/л «50 лет Победы» совершил два туристических рейса к Северному полюсу, первый состоялся с 11 по 21 июля, второй — с 21 июля по 2 августа (рис. 1). В состав ледоисследовательских работ, выполняемых с борта судна во время экспедиции, входили визуальные судовые наблюдения за ледовой обстановкой, а также измерения толщины морских льдов и высоты снежного покрова с использованием судового телевизионного комплекса (СТК).

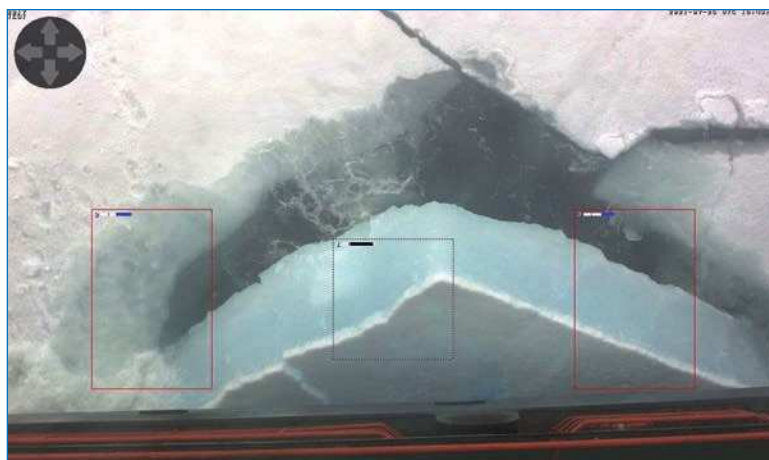
Специальные ледовые наблюдения осуществлялись визуально с ходового мостика ледокола согласно методике ААНИИ. Для каждой выделяемой однородной ледовой зоны по району плавания судна оценивались следующие параметры: общая сплоченность льдов, частная сплоченность льдов различного возраста и их преобладающие формы, а также торосистость и разрушенность ледяного покрова. По пути движения, помимо вышеперечисленных характеристик, определялись средняя и максимальная высоты торосистых образований, сжатие льдов, толщина ровного льда и высота снежного покрова, загрязненность и средняя ширина нарушений сплошности льда. Также в журнале ледовых наблюдений фиксировались показатели, отражающие функционирование системы «лед/судно»: характер автономного движения судна (непре-

рывно либо набегам); время, затраченное на работу набегам, и их количество. Попутно велись наблюдения за наличием айсбергов по маршруту следования ледокола, а также за представителями местной фауны: белыми медведями, моржами, тюленями и некоторыми видами птиц.

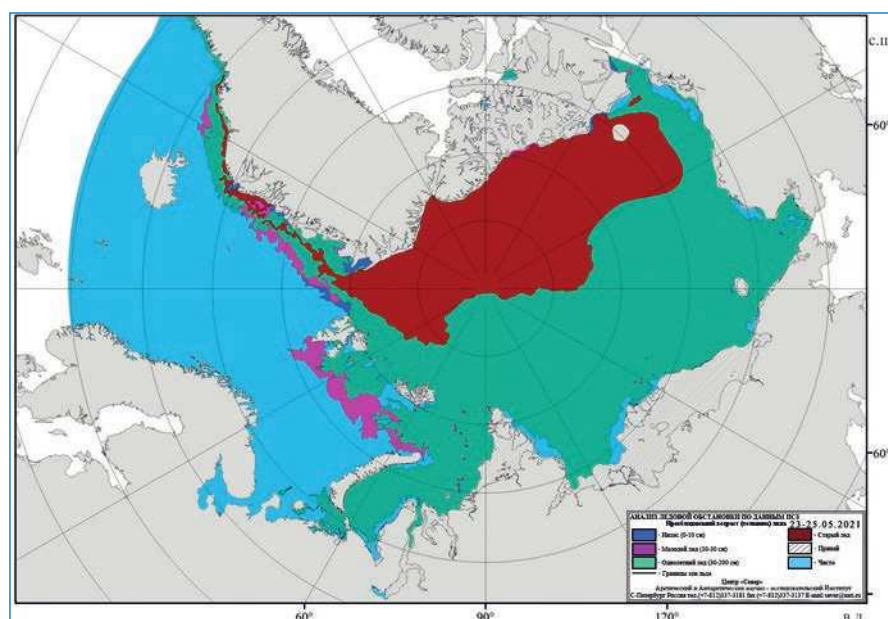
Параллельно с визуальными ледовыми наблюдениями при помощи СТК проводилась фиксация выворотов отдельных льдин вдоль борта судна во время его движения в дрейфующих льдах с целью последующего определения толщины льда и высоты снежного покрова. Данный комплекс, разработанный в 2004 году, уже 17 лет успешно применяется в ледовых наблюдениях ААНИИ. Пример изображения, полученного с судового телевизионного комплекса в ходе второго рейса, приведен на рис. 2. В настоящее время сотрудниками отдела ледового режима и прогнозов (ОЛРиП) ААНИИ производится обработка массива данных экспедиции этого года, включающего в себя порядка 687 тысяч снимков, для последующих измерений толщины ледяного покрова и высоты снега.

По данным визуальных наблюдений, ледовые условия плавания в Арктическом бассейне за летний период 2021 года на протяжении обоих рейсов можно охарактеризовать как легкие. По пути движения наблюдались преимущественно однолетние льды. В первом рейсе редкие включения старых льдов начали встречаться к северу от 83,72° с. ш., а во втором — несколько севернее, начиная с 85,05° с. ш. На протяжении всего маршрута

Рис. 2. Пример изображения, полученного посредством цифрового телевизионного комплекса в ходе 2-го рейса, 26 июля 2021 года



количество старых льдов не превышало 10–20 %, и только во втором рейсе наблюдалась ледовая зона в районе 88,99° с. ш., где количество старых льдов достигло 40 %. На сайте ААНИИ (www.aari.ru) в разделе «Обзорные ледовые карты Северного Ледовитого океана» можно проследить положение границы старых льдов в Арктическом бассейне. Поскольку с 1 июня



НАТУРНЫЕ ЛЕДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДОВ В 2021 ГОДУ

Натурные ледовые испытания судов являются одним из основных направлений деятельности отдела ледовых качеств судов (ОЛКС) ААНИИ с первых лет его существования. Десятки натурных ледовых испытаний были проведены специалистами отдела в 1960–1980 годах. Накопленный опыт был обобщен в опубликованной в 1980 году книге «Испытания судов во льдах», авторами которой являлись сотрудники ОЛКС — Д.Е. Хейсин и А.Я. Рывлин. Именно там были сформулированы основные положения методики проведения испытаний, описана технология их проведения, а также изложены принципы обработки экспериментальных данных.

проводились до сдачи судна в эксплуатацию и для этого организовывался специальный рейс, то сейчас все происходит в очень сжатые сроки: 10–14 дней, на которые судно выводится из эксплуатации. В то же время, в связи с большими размерениями современных судов и их высокой ледопроходимостью, объем работ во время испытаний существенно увеличивается.

Первой крупной серией судов-газовозов для вывоза сжиженного газа из порта Сабетта являлась серия из 16 судов, построенных в Корее на верфи DSME по проекту финской компании Aker Arctic. Судовладельцами этих газовозов являются различные компании. Головное



Танкер «Юрий Кучиев» во время натурных ледовых испытаний в апреле 2021 года

В последнее десятилетие, после длительного затишья 1990-х — начала 2000-х годов, специалисты ОЛКС ежегодно участвуют в натурных ледовых испытаниях судов. Не стал исключением и 2021 год. В начале года ОЛКС ААНИИ заключил два международных контракта на натурные ледовые испытания крупнотоннажных судов. Один — с корейской судостроительной компанией Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) на испытания газовоза «Владимир Воронин», а второй — на проведение натурных ледовых испытаний танкера «Юрий Кучиев» с финской судовой верфью Helsinki Shipyard Oy.

Сейчас строится большое количество транспортных судов для вывоза углеводородов с арктического шельфа. В основном это крупнотоннажные суда, размерения и мощность которых существенно превышают аналогичные параметры судов ледового плавания, построенных в XX веке. Основными характеристиками, подлежащими проверке в ходе натурных ледовых испытаний, являются ходкость и маневренность в ровном льду, а также способность преодолевать торосистые образования. Современные натурные ледовые испытания имеют ряд существенных отличий от проводившихся в прошлом веке. Например, если раньше испытания, как правило,

судно серии — газовоз «Кристоф де Маржери» — принадлежит российской компании Совкомфлот, еще четыре газовоза — компании Mitsui O. S. K. Lines (MOL, Япония), пять — греческой компании Dynagas, шесть — компании Teekay LNG, зарегистрированной на Багамских островах. Как правило, натурные ледовые испытания проводятся для одного судна серии. Но в данном случае каждый судовладелец инициировал проведение натурных испытаний одного из своих судов. Так, в 2017 году был испытан газовоз «Кристоф де Маржери» (Совкомфлот), в 2018 году — «Владимир Русанов» (MOL), в 2021 году — «Владимир Воронин» (Teekay).

Также весной 2021 года были проведены натурные ледовые испытания танкера «Юрий Кучиев». Судовладельцем и оператором судна является Dynacom Tankers Management Ltd. (Греция), а фрахтователем — «Ямал-СПГ» (Россия). Танкер предназначен для вывоза газового конденсата из п. Сабетта в Европу. Проект судна был разработан финской компанией Arctech. Стоит отметить, что технология постройки танкера была необычной — судно строилось одновременно на двух верфях: кормовая часть корпуса и надстройка строились в Хельсинки (Финляндия) на верфи Helsinki Shipyard Oy, а часть корпу-

са, содержащая грузовые танки, от форштевня до надстройки, была построена на хорватской верфи Brodotrogir и потом отбуксирована из Трогира вокруг Европы в Хельсинки.

Как и большинство современных транспортных судов высоких ледовых категорий, и газовоз «Владимир Воронин», и танкер «Юрий Кучиев» оборудованы винторулевыми колонками Azipod производства компании АВВ. Благодаря использованию в качестве движителей

винторулевых колонок, в ледовых условиях эти суда способны двигаться кормой вперед, что дает им большую ледопроемкость (предельная толщина льда, преодолеваемая судном с минимальной устойчивой скоростью движения, в данном случае 2 узла, при максимальной мощности энергетической установки), чем при традиционном способе движения носом вперед.

Для успешного проведения натурных ледовых испытаний в минимально короткий срок необходимо тщательное планирование рейса, включая предварительный выбор ледовых полигонов. Для испытаний ходкости судна необходимы поля ровного припайного льда с толщиной, максимально близкой к заявленной ледопроемкости судна. При этом глубина в районе испытаний должна, как минимум, вдвое превышать осадку судна, а размер поля для каждого эксперимента — превышать длину испытываемого судна примерно в 5 раз. Соответственно, грамотный выбор района испытаний существенно уменьшает потери времени на переходы между полигонами. Во всех испытаниях выполнение полного комплекса ледовых измерений, а также гидрометеорологическое обеспечение осуществлялось специалистами ААНИИ. Для испытаний обоих судов были выбраны полигоны в прибрежной части Карского моря от Диксона до Каменных островов.

Технические характеристики крупнотоннажных судов, прошедших натурные ледовые испытания весной 2021 года

Характеристика	Газовоз «Владимир Воронин»	Танкер «Юрий Кучиев»
Место постройки	Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (Корея)	Arctech Helsinki Shipyard (Финляндия)
Год постройки	2019	2019
Классификационное общество	Российский морской регистр судоходства (РС)	Российский морской регистр судоходства (РС)
Ледовый класс судна	Arc7	Arc7
Водоизмещение по КВЛ, т	143866	63786
Длина по КВЛ, м	283,1	218,0
Ширина по КВЛ, м	50,0	32,5
Осадка по КВЛ, м	13,0	12,9
Тип главной энергетической установки	Дизель-электрическая	Дизель-электрическая
Количество и тип движителя	3×ABB Azipod	2×ABB Azipod
Суммарная мощность гребных электродвигателей, кВт	45000 (3×15000)	22000 (2×11000)
Ледопроемкость кормой/носом, м	2,1/1,8	1,8/1,5

Примечание. КВЛ — конструктивная ватерлиния.

е. выполнение циркуляции в сплошном ровном льду и/или разворот методом «звезда»;

— преодоление торосистой гряды с заданной общей толщиной льда.

Каждый тест состоит из двух этапов — выполнение ледовых измерений и собственно проведение теста с выполнением судовых измерений. Продолжительность самого теста, как правило, не превышает 30–40 минут, а вот ледовые измерения могут занять от нескольких часов до нескольких рабочих дней.

Испытательные полигоны должны отвечать достаточно жестким требованиям, а поиск нового полигона

может занять длительное время, поэтому на каждом пригодном ледяном поле выполняется максимальное количество тестов. Для этого специалисты ААНИИ производили предварительные промеры толщины льда и снега на удалении 10–15 км и более. Даже при наличии снегоходов такие работы занимают несколько часов.

Все испытания в ровном льду сопровождаются промерами толщины льда и снега и плотности снега с частотой 30–50 метров, а также исследованием физико-механических свойств льда. Основной прочностной характеристикой льда, необходимой для оценки ходкости судна, является прочность льда при изгибе, которая должна быть определена либо



Газовоз «Владимир Воронин» на погрузке в п. Сабетта



Промеры толщины льда вдоль канала за газовозом «Владимир Воронин»



Выпиливание блока во льду толщиной около 180 см

по испытаниям консолей, выпиленных на всю толщину ледяного покрова, либо по испытаниям балок, подготовленных из всех слоев по толщине льда. Учитывая высокую ледопроектируемость обоих судов, проходивших натурные ледовые испытания весной 2021 года, толщина льда на полигонах, выбранных для испытаний, составляла около 1,8 м. Измерения прочности льда при изгибе по испытанию консолей на плаву при такой толщине льда заняли бы несколько дней. Поэтому выполнялись менее трудоемкие, чем консоли, но также требующие много времени и сил испытания балок при изгибе по трехточечной схеме. Для этого на полигоне каждого теста специалисты ААНИИ выпиливали блок на всю толщину льда, извлекали его из майны и далее готовили из него призматические образцы. Финские и немецкие коллеги, присутствовавшие на испытаниях, изумлялись мастерству и работоспособности российских специалистов при работе с толстым льдом.

Еще одним важным этапом проведения натурных ледовых испытаний были испытания по преодолению торосистых гряд. В соответствии со спецификацией газозов «Владимир Воронин» должен преодолевать непрерывным ходом торосистую гряду с общей толщиной льда 15 м. Возможности танкера «Юрий Кучиев» несколько

скромнее — преодоление торосистой гряды толщиной 10 м. Перед проведением тестов в торосах специалисты ААНИИ выполняли бурение каждого тороса по трем профилям, параллельным предполагаемому направлению движения судна. Целью исследования было не только измерение общей толщины льда в торосе, но и определение его внутренней структуры.

Во время тестов обязательно измеряется скорость судна, фиксируются его координаты во времени и параметры работы энергетической установки и винторулевого комплекса. Для оценки фактических ледовых качеств испытанных судов полученные данные судовых измерений анализировались совместно с характеристиками льда и снега по методике, разработанной в ААНИИ.

Оба судна достойно прошли испытания, и после обработки полученных результатов ледопроектируемость, маневренность и способность преодоления торосистых гряд были подтверждены в полном соответствии со спецификационными требованиями.

*В.А. Лихоманов, Н.А. Крупина, А.В. Савицкая,
А.В. Чернов, И.А. Свиштунов (ААНИИ).
Фото авторов*



Группа ААНИИ после завершения испытаний газозова «Владимир Воронин»

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СВЯЗИ GSM В РАЭ

Одним из важнейших направлений, которому в Российской антарктической экспедиции уделяется повышенное внимание, является обеспечение и повышение безопасности жизнедеятельности и проведения работ на российских полярных станциях и базах.

В рамках решения этих задач в июне 2019 года было подписано соглашение о научно-техническом сотрудничестве между ФГБУ «ААНИИ» и ПАО «МТС» — одним из основных российских операторов сотовой связи. В преамбуле этого документа сказано: «Целью настоящего Соглашения является проведение комплексного взаимодействия ААНИИ и МТС в сфере применения на станциях Российской антарктической экспедиции (РАЭ) систем мобильной связи для изучения возможности оказания услуг связи в климатических условиях Антарктики и повышения безопасности деятельности участников Российских экспедиций, в интересах Российской Федерации при освоении Антарктики».

За две прошедшие с момента подписания соглашения сезонные экспедиции были установлены и введены в эксплуатацию базовые станции GSM на антарктических станциях Прогресс и Новолазаревская, с привязкой по спутниковому каналу к Санкт-Петербургу, где расположен ААНИИ.

Появление на антарктических станциях оборудования GSM обеспечило:

- устойчивую сотовую связь как внутри зданий и на территории станций, так и практически на всех примыкающих к станциям территориях, на которых проводятся полевые сезонные работы (до 35 километров в зависимости от рельефа местности);
- возможность мониторинга местоположения сотрудников экспедиции на станции и окружающих территориях, где проводятся сезонные полевые работы, используя модули геолокации GPS/ГЛОНАСС, встроенные в смартфоны;
- возможность использования технологии NB-IoT (интернет вещей) на станциях и окружающих террито-

риях (до 35 километров в зависимости от рельефа местности).

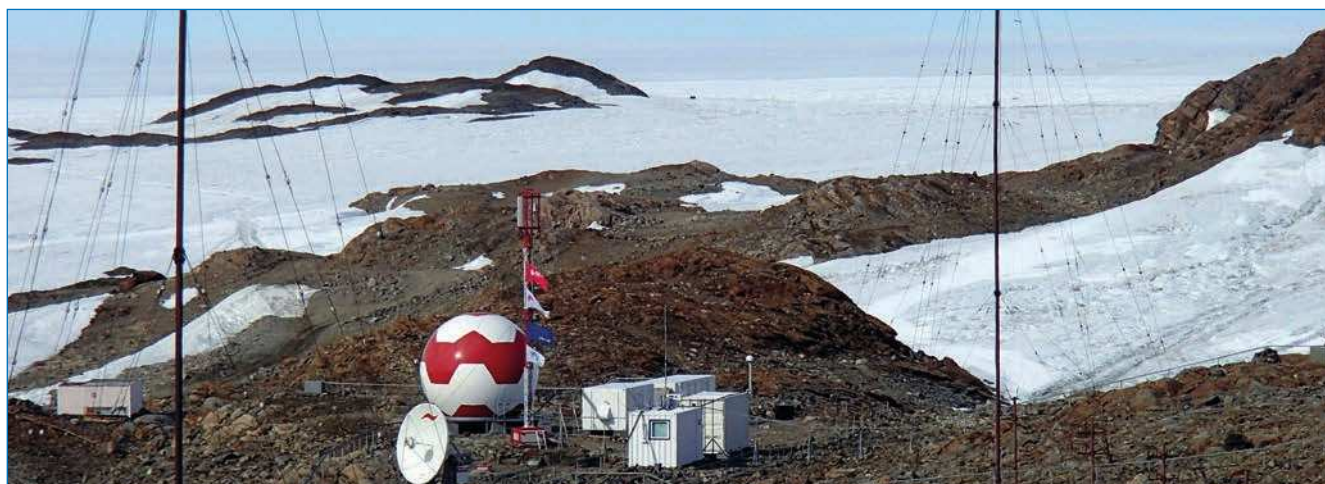
Последнее направление (NB-IoT) использования связи GSM наиболее интересно и перспективно для повышения безопасности проведения работ и обеспечения жизнедеятельности на антарктических станциях РАЭ.

МТС разработала для РАЭ специальную платформу, которая визуализирует данные с датчиков. Визуализация осуществляется на дополнительном сервере на основе микрокомпьютера Orange-Pi на самой станции. Это позволяет сократить объем передаваемого на Большую землю трафика. Также данные поступают на сервер, установленный в ААНИИ в Санкт-Петербурге.

Контроль климата в жилых помещениях станции осуществляется на основе датчика «Цельсимум», собственной разработки МТС. Датчик определяет комфортность воздуха для человека: рассчитывает интегральный показатель качества воздуха на основе данных о температуре, давлении, относительной влажности, наличии взвесей и вредных для здоровья примесей. Устройство не требует специальной установки: достаточно включить и поставить его в нужной комнате. Датчик работает от одной батарейки до двух лет.

Для контроля целостности взлетно-посадочных полос и снежно-ледовых трасс к ним, а также снежно-ледовых трасс для выхода на Антарктический купол санно-гусеничных походов на станцию Восток используются GNSS-трекеры и мультисенсоры. Датчики определяют собственные координаты, имеют встроенные акселерометры и измеряют угол наклона. Это позволяет зафиксировать смещение снега и льда, наклон ледяной плиты и появление трещин: если меняется рельеф, меняется и положение датчика. Подключение трекеров к интернету избавляет сотрудников от необходимости в любую погоду снимать данные с каждого устройства вручную: вся информация автоматически поступает на платформу.

Общий вид базовой станции GSM МТС на станции Новолазаревская.
Фото из архива РАЭ



Мультисенсоры, установленные на взлетно-посадочной полосе и снежно-ледовых трассах, позволяют измерять температуру льда и снега в десяти точках на разной глубине с шагом 10 см. Эти устройства помогают контролировать появление в нижних слоях ледяной плиты подтаивания и водяных линз, которые приводят к провалам снега и могут представлять опасность для сотрудников транспортной техники и самолетов. Дополнительно трекеры и мультисенсоры замеряют температуру воздуха.

Разработанные ПАО «МТС» датчики также планируются в дальнейшем к использованию для научной деятельности. В них особенно заинтересованы геофизики и гляциологи. Датчики позволят более эффективно исследовать подледные озера, движение ледников и откалывание айсбергов. Например, ученые планиру-

ют с вертолета забрасывать GNSS-трекеры на самые труднодоступные ледники, окружающие станции РАЭ, и удаленно следить за их показаниями.

В будущем сфера применения сети NB-IoT будет расширяться: датчики будут контролировать параметры работы дизельных электрогенераторов, климатических установок и другого оборудования, поддерживать оптимальные температуру и микроклимат в помещениях.

В планах на ближайшие годы, в рамках сотрудничества РАЭ и МТС, установить подобное оборудование на всех круглогодично действующих станциях РАЭ, включая труднодоступную внутриконтинентальную станцию Восток, где начинается строительство нового современного зимовочного комплекса.

В.Е. Кораблев (АНИИ)

В ЛЕДЯНЫХ БУГРАХ НА СЕВЕРНОЙ ЗЕМЛЕ В АРКТИКЕ ОБНАРУЖЕН НЕЗАМЕРЗШИЙ ГАЗОНАСЫЩЕННЫЙ РАССОЛ

При бурении ледяных бугров, так называемых блистеров, на архипелаге Северная Земля в Арктике получены фонтаны газирующего рассола. Ученые Арктического и антарктического научно-исследовательского института отобрали образцы рассола и доставили их в Санкт-Петербург для дальнейшего лабораторного анализа. Находка может расширить фундаментальные представления о поведении воды в зоне вечной мерзлоты.

Для архипелага Северная Земля характерен типично арктический климат. Среднегодовая температура здесь колеблется в районе -14°C , толщина слоя вечной мерзлоты превышает несколько сотен метров, основание ледников проморожено. Но, как показали работы мерзлотоведов АНИИ в районе стационара «Ледовая база Мыс Баранова», вода в жидком виде способна противостоять замерзанию и в таких экстремально холодных условиях.

«Первую группу блистеров высотой до 3 метров мы обнаружили недалеко от устья реки Новой. Сначала нужно было убедиться в том, что наличие незамерзшей воды не связано с проникновением сквозь мерзлоту морского рассола. Для этого мы у основания одного из блистеров прошли десятиметровую скважину, но не встретили даже

малейшего признака засоления пород», — рассказывает научный сотрудник АНИИ Никита Демидов.

В дальнейшем ученые обнаружили блистеры не только в самих устьях рек, но и на десятикилометровом удалении от них, где фактор морского влияния точно исключается. Например, на реке Базовой в долине Со-мнений.

«Мы нашли воду там, где ее быть не должно, — зимой, в царстве вечного холода и мерзлоты. Предварительно генезис блистеров и рассола на Северной Земле может быть связан с криогенной метаморфизацией подземных вод — т. е. с изменением их химического состава, а также концентрированием газа при всестороннем промерзании подрусловых таликов. Точнее подскажут анализы воды и льда», — говорит Никита Демидов.

Изучение блистеров также откроет новые возможности для поиска жизни в экстремальных условиях, например на Марсе.

«Микроорганизмы, обитающие в блистерах, обладают способностью выдерживать высокую соленость и низкие температуры. Проявления жидкой воды в мерзлой зоне вместе с ее обитателями могут подсказать нам,

Фонтан газирующего рассола на арх. Северная Земля.
Фото Д.В. Рейха



Блистер у реки Новой на арх. Северная Земля.
Фото Д.В. Рейха



где и как искать жизнь на Марсе. Поэтому интересной частью лабораторных работ с пробами станут микробиологические исследования», — добавил ученый.

Кроме того, учитывая особенности обитания, микроорганизмы из блистеров могут содержать ферменты

для пищевой и косметической промышленности. Сейчас пробы воды и льда отправлены на кристаллографический, химический и изотопный анализы.

Д.В. Ершова, Н.Э. Демидов (АНИИ)

ЗАВЕРШЕНА МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ «АРКТИКА-2021»

6 сентября 2021 года с прибытием научно-экспедиционного судна «Академик Трёшников» в порт Мурманска завершилась международная экспедиция «Арктика-2021» (Arctic Century). Ученые из 17 стран в ходе круглосуточных исследований собрали большой объем междисциплинарных данных для изучения последствий изменения климата в Российской Арктике.

Российско-немецко-швейцарская экспедиция «Арктика-2021» стартовала 5 августа. За месяц рейса была выполнена обширная рабочая программа на 125 участках в Баренцевом, Карском морях и море Лаптевых, а также на труднодоступных островах высокоширотной Арктики. На протяжении всего маршрута в режиме реального времени измерялись параметры атмосферы.



Геоморфологические работы на острове Грезм-Белл.
Фото Ф. Флоппа

«Изначально Arctic Century была посвящена 100-летию Арктического и антарктического научно-исследовательского института и должна была пройти еще в 2020 году. Из-за пандемии экспедицию перенесли, но триумф ААНИИ все равно состоялся. Экспедиция прошла очень продуктивно. Собранные данные, несомненно, станут основой для дальнейших исследований изменения климата в высоких широтах. Вообще, Arctic Century — отличный пример того, когда все хорошо складывается в пользу фундаментальной науки. Это очередное подтверждение важности международного сотрудничества в Арктике», — отметил директор ААНИИ А.С. Макаров.

Экспедиция объединила различные исследовательские программы: от наблюдения за биологическими организмами до инструментального изучения океана, суши и атмосферы. «В современных климатических исследованиях очень важно междисциплинарное со-

трудничество», — добавил президент Федеральной политехнической школы Лозанны (EPFL) и председатель Швейцарского полярного института (SPI) профессор Мартин Веттерли.

В последние десятилетия в Арктике особенно заметны последствия глобального изменения климата: отступают ледники, исчезает морской лед, и тает вечная мерзлота. Морские и наземные экосистемы Арктики меняются быстрее, чем ожидалось, и биоразнообразие находится под угрозой.

«Экспедиция «Арктика-2021» позволила нам сделать «моментальный снимок» последствий глобального изменения климата в евразийской Арктике. Мы сможем лучше понять механизмы и обратные связи в сложной



Василий Поважный исследует копейки.
Фото В.А. Меркулова

системе атмосфера–суша–океан, которые ведут к драматическим изменениям в окружающей среде Арктики», — отметила главный научный сотрудник экспедиции Хайдемари Кассенс, Центр исследований Мирового океана имени Гельмгольца (GEOMAR), Германия.

Экспедиция организована Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом совместно со Швейцарским полярным институтом и Центром океанографических исследований им. Гельмгольца. Идейный вдохновитель проекта — полярный исследователь, член Попечительского совета Русского географического общества Фредерик Паулсен. Научная программа включала в себя исследования атмосферы, криосферы, морской и наземной среды в быстро меняющемся арктическом климате.

Медиагруппа

АРКТИЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ МИРОВОГО УРОВНЯ В НЕФРИТОВОЙ ДОЛИНЕ ЯМАЛА

Берег Нефритового озера в предгорьях горного массива Рай-Из рядом с небольшим ямальским поселком совсем скоро станет центром притяжения людей науки со всего мира. Именно здесь построят уже успевшую стать знаменитой международную арктическую станцию (МАС) «Снежинка». Знаковым является то, что станция будет строиться в период председательства России в Арктическом совете в 2021–2023 годах.

Идея и поддержка

Идея появления на территории Ямало-Ненецкого автономного округа международной арктической станции родилась у сотрудников Московского физико-технического института (МФТИ). Ученые плотно сотрудничают с Ямалом в рамках других проектов и, как никто, знают особенности арктического региона и его возможности для развития прорывных технологий. Эталонная, не подвергавшаяся антропогенному воздействию территория для исследований и получения «чистых» натурных данных, с обилием пресных вод просто не могла остаться не замеченной ведущим федеральным научным центром. Инициативу строительства МАС поддержал губернатор Ямала Дмитрий Артюхов. Уже в июле в Москве было подписано соглашение о реализации стратегического проекта, а в августе ученые исследовали место расположения будущей станции. Специалисты МФТИ провели предварительную геодезическую съемку площадки комплекса и прилегающей территории, привязку эскизного генплана к местности, уточнили границы размещения главного комплекса и основных объектов инженерной инфраструктуры, исследовали озеро. В настоящее время разрабатывается проектно-сметная документация на строительство станции.

Развитие науки

Международная станция станет одним из самых крупных научно-исследовательских центров, где ученые всего мира смогут не только экспериментировать, тестировать, но и внедрять прорывные технологии в самых разных сферах: от систем жизнеобеспечения до телемедицины, био- и агротехнологий. «Снежинка» откроет уникальные возможности для отработки с минимальными затратами новых опытных образцов и технологий для Арктики до внедрения их в промышленность.

Для Ямала станция станет новой страницей в истории развития науки. В последние годы ямальские ученые работают над несколькими проектами, которые внесут значимый вклад в развитие региона и страны. На площадке мирового научного центра ямальцы смогут испытывать в условиях изменений климата и криолитозоны принципиально иные подходы, строить прогнозы состояния мерзлоты, работать над новыми методами и технологиями «умного» геотехнического и геокриологического мониторинга, испытывать препараты для обеспечения геоэкологической безопасности экосистем и строительных объектов, заниматься гидрологическими исследованиями. Проект позволит ямальской науке выйти на новый масштабный уровень, наработать системные международные связи по ключевым актуальным направлениям и обеспечить «умную специализацию» региона. В рамках работы станции Ямало-Ненецкий автономный округ вместе с другими регионами и странами будет работать над накоплением человечеством научных знаний, созданием передовых технологий и развитием мировой науки.

«Зеленая» энергетика

МАС «Снежинка» станет круглогодичным и полностью автономным комплексом, общей площадью 4,5 тысячи квадратных метров, работающим на базе возобновляемых источников энергии и водородной энергетики. Использование дизельного топлива здесь не предусматривается в принципе. Первичное энергообеспечение «Снежинки» — ветропарк и солнечные панели, которые будут работать только в полярный день. Вторичная система — аккумулялирование энергии в водородном цикле, а также в литий-ионных и тепловых аккумуляторах. И, наконец, аварийная система — дизель-генераторная установка на переменных в зависимости от нагрузки оборотах российской разработки. Забор воды для выработки водорода предусмотрят из ближайшего источника. Цикл водоподготовки и очистки сточных вод на «Снежинке» отвечает самым высоким экологическим требованиям. Эксперты отмечают, что качество и чистота воды в канализационных стоках станции будут выше, чем вода, поступающая из озера. Наличие специальной площадки для дополнительной грунтовой фильтрации канализационных вод позволит очистить стоки до уровня рыбохозяйственного водоема.

Место расположения будущей международной арктической станции «Снежинка». Фото Р.Р. Сафарбекова





Проект станции «Снежинка»

«Зеленый» подход отличает также и систему обращения с отходами. Органические отходы будут перерабатываться в компост и использоваться в качестве удобрений при высадке деревьев вокруг «Снежинки».

МАС позволит Ямало-Ненецкому автономному округу претендовать на создание нового вида индустрии — «зеленой» водородной энергетики, в том числе для потребностей компаний ТЭК и развития нефтегазохимии. Кроме того, на международном полигоне будут отрабатываться технологии декарбонизации на основании исследований выбросов парниковых газов от антропогенных и природных источников.

Оснащение и социальные возможности

Сам комплекс будет состоять из 7 куполообразных модулей, каждый по 600 квадратных метров, состоящих из трех функциональных этажей и технической антресоли. Если посмотреть на станцию с высоты птичьего полета, то она действительно по своей форме будет напоминать снежинку — все модули связаны специальными коридорами, которые выглядят как лучи. В них разместятся лаборатории и мастерские, зона презентаций, конференций и форумов, библиотека, обзорная площадка на 360 градусов, жилые помещения гостиничного типа, спортивный зал и кухня-столовая, медицинский кабинет, технологические и водородные системы.

Одновременно жить и работать в модулях «Снежинки» смогут около 80 человек. Недалеко от основного комплекса оборудуют технологический кластер для генерации и хранения водорода, а также арктический ветропарк, солнечную электростанцию, площадки для техники и посадки вертолетов.

Условия «Снежинки» позволяют организовывать туры для школьников и студентов, привлекать журнали-

стов, освещающих жизнь в Арктике, снимать фильмы — как научные, так и образовательные, а также развивать туризм. Комплекс станет прекрасной технологической и экономической базой, где будут внедряться в жизнь новые решения.

Сотрудничество

Проект МАС «Снежинка» открыт для сотрудничества, приветствуется любое желание исследователей, ученых и инженеров со всего мира подключиться к его реализации. Первой арктической страной, которая присоединилась к проекту, стала Норвегия в лице Экологического объединения «Беллона» (The Bellona Foundation). Норвежцы возлагают большие надежды на сотрудничество, а также реализацию всех новейших арктических энергетических технологий. Международные партнеры могут участвовать в проекте в различных форматах: командирование своих делегаций для работы на станции, использование компаниями и институтами своего оборудования для тестирования и демонстрации, участие в целевом финансировании строительства и оснащения комплекса, организация мероприятий на этой научной площадке. По словам инициаторов проекта, МАС намерена стать частью международной сети арктических исследовательских станций INTERACT, а также установить партнерские связи с крупнейшими международными арктическими центрами, такими как VTT (Финляндия) — Cold climate test site, ACEP — Alaska Center for Energy and Power (США), Wind-hydrogen-diesel energy system on Ramea Island (Ньюфаундленд, Канада) и др.

*М.Н. Ямохина (эксперт-консультант
заместителя губернатора
Ямало-Ненецкого автономного округа)*

Проект модулей станции «Снежинка»



АРКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ И ЕГО РОЛЬ В МОНИТОРИНГЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЭКОСИСТЕМАХ И РЕАКЦИИ СОЦИУМА В АРКТИКЕ



ARCTIC COUNCIL

По мере накопления данных о потеплении Арктики и сопутствующих изменениях в состоянии экосистем и социума была осознана необходимость объединения усилий арктических стран на уровне правительств по охране природной среды.

По инициативе Финляндии 19 сентября 1996 года в г. Оттаве, Канада восемью арктическими государствами: Данией, Исландией, Канадой, Норвегией, Россией, США, Финляндией и Швецией — был учрежден Арктический совет (АС) как межправительственный форум высокого уровня для расширения сотрудничества, координации и взаимодействия между арктическими государствами при активном участии коренных народов Арктики и других жителей Арктики в решении общих, и прежде всего экологических, проблем.

Помимо представителей восьми арктических государств (члены АС) в состав АС входят представители шести организаций коренных народов (постоянные участники): Циркумполярной конференции инуитов, Международной ассоциации алеутов, Совета саамов, Ассоциации коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, Арктического совета атабасков и Международного совета гвичинов.

Для неарктических стран, международных межправительственных и неправительственных организаций в АС существует статус наблюдателя. В настоящее время наблюдателями АС являются — Великобритания, Нидерланды, Польша, ФРГ, Франция, Испания, Италия, Китай, Индия, Япония, Республика Корея, Сингапур, Швейцария; 12 межправительственных организаций; одна межпарламентская организация; 12 неправительственных организаций. Наблюдатели могут присутствовать на пленарных заседаниях старших должностных лиц АС, а также иных мероприятиях — по приглашению действующего председателя АС.

Для присвоения статуса наблюдателя кандидат должен соответствовать следующим двум критериям:

- принимает и поддерживает цели АС, которые определены в Оттавской декларации;
- признает суверенитет, суверенные права и юрисдикцию арктических государств в Арктике.

Однако наблюдатели могут предлагать проекты только через члена АС или постоянного участника и вносить соответствующий вклад в работу АС посредством своего участия, прежде всего, на уровне рабочих групп.

Решения на всех уровнях в АС являются исключительным правом и ответственностью восьми арктических стран

(члены АС) с привлечением постоянных участников и принимаются на основе консенсуса всех восьми членов АС.

В 2021 году Арктический совет отметил свое 25-летие и провел уже 12-ю министерскую встречу, ставшую первой встречей в очном формате под эгидой АС начиная с 2020 года.

Основными структурными элементами АС являются базовые рабочие группы природоохранной направленности, в рамках деятельности которых могут выполняться специализированные проекты по наиболее актуальным темам Арктики, включая мониторинг* климатических изменений, состояния и сохранения природной окружающей среды.

Базовые рабочие группы также несут ответственность за выполнение программ и проектов (сейчас уже более ста), утвержденных министрами АС. Эти мандаты изложены в декларациях АС, официальных документах, принятых на министерских встречах.

Базовая рабочая группа, осуществляющая мониторинг и оценку состояния экосистем и социума (Arctic Monitoring and Assessment Programme, AMAP)
<https://www.amap.no>



AMAP уполномочена:

– Осуществлять мониторинг и оценку состояния Арктического региона в отношении проблем загрязнения и изменения климата.

– Документировать уровни и тенденции, пути и процессы, а также воздействие на экосистемы и людей и предлагать для рассмотрения правительствами меры по снижению связанных с ними угроз.

– Подготавливать научно обоснованные, имеющие отношение к политике оценки и информационно-пропагандистские продукты для информирования о политике и процессах принятия решений.

* Мониторинг — это система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, проходящими в окружающей среде и обществе, результаты которого служат для обоснования управленческих решений по обеспечению безопасности людей и объектов экономики. В рамках системы наблюдения происходят оценка, контроль объекта, управление состоянием объекта в зависимости от воздействия определенных факторов.

Работой АМАР руководят министры АС и их старшие должностные лица в Арктике.

С момента своего создания в 1991 году базовая рабочая группа АМАР подготовила серию высококачественных докладов и связанных с ними информационных продуктов, в которых подробно описывается состояние Арктики в отношении вопросов климата и загрязнения, а также даются научно обоснованные рекомендации по вопросам политики АС и правительствам.

Первым из них стал проект АСИА (Оценка воздействия арктического климата, подготовленный в 2004 году. Далее были подготовлены два отчета SWIPA (Снег, вода, лед и вечная мерзлота в Арктике), опубликованные в 2011 и 2017 годах.

В подготавливаемый в настоящее время новый доклад АМАР для обновления предыдущих отчетов будут включены: воздействие физических изменений и изменений, связанных с климатом, на арктические экосистемы, а также социальные последствия изменения климата в арктических сообществах.

Базовая рабочая группа
«Охрана арктической флоры и фауны»
(Conservation of Arctic Flora and Fauna, CAFF)
www.caff.is



CAFF была создана в 1992 году. Ее участниками являются восемь государств Арктического региона. Цели CAFF — сохранение арктической флоры и фауны, их разнообразия и условий обитания; защита арктических экосистем от угрозы негативного воздействия; улучшение законодательства, норм и практики по сохранению и управлению Арктикой; интеграция интересов Арктики в глобальном природоохранном контексте.

Основная деятельность группы состоит в сохранении арктического биоразнообразия; интеграции коренного населения и его знаний в CAFF; разработке и выполнении стратегий и планов действий по охране природы, анализе и разработке рекомендаций по предотвращению угрозы биоразнообразию в Арктике.

Базовая рабочая группа
по защите арктической морской среды
(Protection of the Arctic Marine Environment, PAME)
www.pame.is



PAME ставит задачи исследования вопросов политики, разработки мер, связанных с охраной морской среды. В июне 1991 года в г. Рованиеми, Финляндия была подписана Декларация по охране окружающей среды в Арктике (Rovaniemi Declaration) и одобрена Стратегия охраны окружающей среды в Арктике (Arctic Environment Protection Strategy, AEPS).

PAME является координационным центром деятельности АС, связанной с защитой и устойчивым использованием морской среды Арктики; рассматривает меры морской политики в ответ на изменения окружающей среды в результате деятельности как на суше, так и на море; разрабатывает и координирует стратегические планы, программы, оценки и руководящие принципы, дополняя существующие правовые механизмы, направленные на защиту морской среды Арктики.

Базовая рабочая группа
«Предотвращение чрезвычайных ситуаций,
готовность и реагирование»
(Emergency prevention preparedness and response, EPPR)
www.eppr.org



EPPR была создана в 1991 году как сеть для получения информации об авариях в Арктике и для обеспечения основы для будущего сотрудничества, координации и взаимодействия между арктическими государствами с участием коренных народов и других жителей Арктики в реагировании на угрозы чрезвычайных экологических ситуаций в Арктике.

EPPR фокусируется на организации, координации и подготовке мероприятий по предотвращению, обеспечению готовности и реагированию на чрезвычайные экологические ситуации, поисково-спасательные работы, природные и техногенные катастрофы и аварии в Арктике.

Базовая рабочая группа по устранению загрязнения
Арктики (Arctic Contaminants Action Program, ACAP)
www.arctic-council.org

Цель ACAP состоит в способствовании усилиям по снижению экологических рисков и предотвращению за-



грязнения окружающей среды Арктики.

ACAP выступает в качестве укрепляющего и поддерживающего механизма АС, поощряя национальные действия по сокращению выбросов загрязняющих веществ, а также по снижению рисков для окружающей среды, здоровья человека и социально-экономических рисков.

Отмеченные базовые рабочие группы были созданы в рамках реализации международной Стратегии защиты окружающей среды Арктики (AEPS), принятой в 1991 году, и в соответствии с мандатом организации их деятельность была связана прежде всего с охраной окружающей среды Арктики.

По мере развития хозяйственной активности в Арктике в деятельности АС появилась необходимость курировать более широкий круг вопросов, связанных с человеческим присутствием в Арктике.

В 1998 году была создана еще одна базовая рабочая группа АС широкого спектра деятельности.

Рабочая группа по устойчивому развитию
(Sustainable Development Working Group, SDWG)
www.sdwg.org



SDWG фокусируется на человеческом измерении в Арктике. Она функционирует для защиты и улучшения

окружающей среды, экономики, социальных условий и здоровья коренных общин и жителей Арктики в условиях потепления климата.

Лидирующую роль в деятельности АС играет базовая рабочая группа АМАР, которая ответственна за подготовку «Оценок состояния Арктической природной среды» с привлечением информации остальных базовых рабочих групп.

В связи с нарастающими признаками потепления климата Арктики АС предложил АМАР подготовить проект, в котором был бы выполнен анализ изменений климата Арктики и проведена оценка возможных сценариев их влияния на экосистемы и социум и ожидаемых последствий.

В результате АМАР при участии CAFF и Международного арктического научного комитета (International Arctic Science Committee, IASC, www.iasc.org) в 2004 году подготовила проект «Оценка воздействия на климат Арктики» (Arctic Climate Impact Assessment, ACIA, www.amar.no). Проект являлся продолжением предварительной оценки изменения климата в Арктике, выполненной в 1997/98 году.

Цель ACIA состояла в том, чтобы оценить и обобщить знания об изменчивости и потеплении климата и увеличении ультрафиолетового излучения, а также поддержать процессы разработки политики и работу Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, www.ipcc.ch).

ACIA также должна была оценить экологические, медицинские, социальные, культурные и экономические последствия и подготовить политические рекомендации. Эта оценка была подготовлена АМАР в сотрудничестве с базовой рабочей группой CAFF и IASC.

В подготовке отчета ACIA в течение трех лет приняли участие около 300 ученых и шесть организаций коренных народов циркумполярного региона (постоянные участники АС).

В результате ACIA стала первой комплексной междисциплинарной оценкой возможных последствий изменения климата в Арктике для экосистем и социума. Старшими должностными лицами АС на базе материалов ACIA были подготовлены оценки возможных политических последствий потепления в регионе.

Историческая роль ACIA состоит в том, что АС была впервые подготовлена комплексная оценка, которая включала как социальные, так и естественнонаучные компоненты для оценки воздействия изменения климата на социально-экономические условия в Арктике.

Результаты ACIA были включены в 4-й отчет Межправительственной группы экспертов ООН по изменению климата IPCC (www.ipcc.ch), сыграли важную роль в повышении значимости проблем изменения климата Арктики в мире и, в частности, в ООН и оказали влияние на дальнейшую работу IPCC, до этого специализировавшейся на глобальном походе к изменениям климата.

Полный отчет о результатах ACIA, насчитывающий 1042 страницы, был издан в 2005 году (Cambridge University Press).

Успешно выполненный проект ACIA инициировал ряд исследований, связанных со слежением за потеплением климата и его проявлениями, а также возможными последствиями для экосистем социума, в других организациях: Организация Объединенных Наций (ООН), Всемирная метеорологическая организация (ВМО, www.wmo.int), Национальное управление океанических и атмосфер-

ных исследований CLIA (National Oceanic and Atmospheric Administration USA, NOAA, www.arctic.NOAA.gov).

К другим значительным достижениям АС следует отнести инициализацию и подписание трех важных юридически обязывающих соглашений, заключенных между восемью арктическими государствами — членами АС:

- Соглашение о сотрудничестве в авиационном и морском поиске и спасании в Арктике (2011);

- Соглашение о сотрудничестве в сфере готовности и реагирования на загрязнение моря нефтью в Арктике (2013);

- Соглашение по укреплению международного арктического научного сотрудничества (2017).

Однако следует иметь в виду, что АС, организационно являясь форумом, не может реализовывать или вводить в действие свои руководства, оценки или рекомендации. Это является ответственностью каждого отдельно взятого арктического государства.

Хотелось бы также упомянуть, что как форум АС не имеет собственного программного бюджета. Все проекты или инициативы АС финансируются одним или несколькими арктическими государствами. Некоторые проекты также получают поддержку от других организаций.

Мандат АС, согласно Оттавской декларации (документ о создании и правилах функционирования АС), однозначно исключает вопросы военной безопасности.

Председательство в АС переходит от одного арктического государства к другому каждые два года.

Как уже отмечалось выше, успешное выполнение проекта АС ACIA, нацеленного на оценку влияния потепления климата Арктики на экосистемы и социум и подготовку возможных сценариев развития событий на будущее, стимулировало создание мониторинговых и оценочных программ в NOAA, например, Карточка арктического отчета NOAA (Arctic Report Card, ARC) и интенсификацию арктического направления в IPCC.

ARC, выпускаемая ежегодно с 2006 года и подготавливаемая в рамках арктической программы NOAA, является современным и объективным источником четкой, надежной и краткой информации о текущем состоянии различных компонентов арктической экосистемы по сравнению с историческими данными.

При этом полученные данные обобщаются группой экспертов в виде краткой справки, полного отчета и даже видео на YouTube. Такая форма подачи материала способствует хорошему пониманию широкой общественностью ситуации с потеплением климата Арктики и реакции на него экосистем.

Популярность ARC быстро растет. Если в 2019 году в подготовке ARC были представлены материалы 81 исследователя из 12 стран (причем впервые в докладе этого года в ARC было помещено эссе коренных народов региона Берингова моря), то в 2020 году ARC была подготовлена международной командой из 134 исследователей из 15 разных стран.

Информационный продукт ARC предназначен для широкой аудитории, включая ученых, преподавателей, студентов, лиц, принимающих решения, а также широкую общественность, интересующуюся арктической средой и наукой.

В настоящее время в рамках подготовки ARC накапливается информация о ежегодной изменчивости 7 физических параметров (список может ежегодно обновляться):

- температура приземного воздуха;
- наземный снежный покров;
- ледяной покров Гренландии;
- морской лед;
- температура поверхности моря;
- первичная продуктивность Северного Ледовитого океана;
- озелененность тундры.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата — IPCC была основана в 1988 году Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Программой ООН по окружающей среде (UN Environmental Programme, UNEP, www.unep.org) и позднее одобрена Генеральной Ассамблеей ООН. Членство открыто для всех членов ВМО и ООН. IPCC готовит доклады, которые способствуют работе Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), основного международного договора об изменении климата. Цель РКИК ООН состоит в том, чтобы «стабилизировать концентрации парниковых газов в атмосфере на уровне, который предотвратил бы опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему».

Таким образом, IPCC довольно жестко ориентируется на антропогенное происхождение потепления на планете и, в частности, в Арктике. Это, безусловно, сказывается на драматизме подготавливаемых этой группой оценок масштабов и последствий потепления климата для экосистем и социума в Арктике.

При этом IPCC оперирует глобальными оценками изменения климата, хотя и уделяет определенное внимание Арктике. Доклады IPCC, как правило, опираются не на исходную информацию, а на данные публикаций. Отчеты IPCC достигают в объеме нескольких тысяч страниц.

26 июля 2021 года IPCC опубликовала доклад о текущих изменениях климатической системы планеты. Доклад был одобрен правительствами 195 стран-членов IPCC на виртуальной сессии утверждения. Региональные особенности изменений климата можно посмотреть в интерактивном атласе, подготовленном IPCC interactive-atlas.ipcc.ch.

Было бы интересно сопоставить сегодняшние оценки климатической ситуации в Арктике, подготовленные в рамках ARC, IPCC и АМАР:

– ARC NOAA: «Устойчивая трансформация в более теплую, менее замерзшую и биологически измененную Арктику остается очевидной. Экстремальные теплые температуры воздуха в евразийской Арктике иллюстрируют значительные общерегиональные эффекты межгодовой изменчивости и связей между экосистемами арктической среде».

– 26 июля 2021 года IPCC ООН опубликовала доклад о текущих изменениях климатической системы планеты. «Многие из изменений, наблюдаемых в климате, беспрецедентны за тысячи, если не сотни тысяч лет, и некоторые из уже начавшихся изменений, такие как продолжающееся повышение уровня моря, необратимы в течение сотен или тысяч лет».

– АМАР АС: «В Арктике усиливаются последствия увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере. Лед, снег, мерзлая почва, основные компоненты арктической окружающей среды чрезвычайно чувствительны к теплу и быстро реагируют на эти изменяющиеся условия и, в свою очередь, влияют на физические, химические и биологические системы Арктики. Регион переходит в новое состояние».

Очевидно, что ARC в изложении климатической ситуации опирается на данные наблюдений. Продукт IPCC излагает ситуацию с потеплением климата как драматическую, видя панацею в отказе человечества от эмиссии парниковых газов в атмосферу. Оценка АМАР АС, признавая вклад антропогенной составляющей в потепление климата Арктики, подчеркивает, что нужно сосредоточиться на отслеживании изменений в физических, химических и биологических системах Арктики. По сути дела, подход АМАР к оценке потепления Арктики подчеркивает необходимость комплексного подхода к проблеме.

НАЧАЛО ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВА РОССИИ В АРКТИЧЕСКОМ СОВЕТЕ

В мае 2021 года председательство в АС перешло от Исландии к Российской Федерации.

Основное мероприятие АС — Заседание АС на министерском уровне. Финляндия. 2019 год.

Фото <https://finland.fi/ru/zhizn-i-obshchestvo/arkticheskij-sovet-preuspel-pod-predsedatelstvom-finlandii-no-ostalis-ostrye-problemy/>





Выступление С.В. Лаврова к 25-летию Арктического совета, 19 мая 2021 года
<https://vk.com/mid>

Посол РФ по арктическим вопросам Николай Корчунов недавно четко заявил, что во время своего председательства в АС «Россия будет стремиться к укреплению арктического сотрудничества и сохранению Арктики как области конструктивного сотрудничества, несомненно, одному из самых успешных многосторонних региональных и международных органов нашего времени. Его успех основан на общих интересах и усилиях арктических государств, четкой повестке дня и правилах игры, а также разумной гибкости для решения новых задач. Россия намерена опираться на этот успех, включая отличные результаты нынешнего председательства Исландии, в период которого пришлось преодолеть беспрецедентные трудности, связанные с пандемией».

Председательство Исландии проходило в экстремально трудных эпидемиологических условиях. Тем не менее в этот период укрепилось взаимопонимание и сотрудничество между всеми арктическими государствами, выразившееся в подготовке и подписании впервые составленного стратегического плана действий АС на 10-летний период и восстановлении консенсуса в АС. В течение последних двух лет Исландия председательствовала в Совете под девизом «Вместе к устойчивой Арктике».

В ходе своего председательства Исландия выделила четыре приоритетные области:

- арктическая морская среда;
- климат и решения в области зеленой энергетики;
- люди и сообщества Арктики;
- более сильный АС.

При этом в период первого председательства России в АС в 2006 году был взят девиз «Внимание на устойчивое развитие». Был проведен в Салехарде первый в истории АС семинар по продвижению устойчивого развития Арктики. По его результатам была дана общая оценка соответствующих мероприятий и даны рекомендации по дальнейшей работе над экономическими и социальными аспектами устойчивого развития.

В период 2021–2023 годов председательство России в АС будет проходить под лозунгом «Ответственное управление для устойчивой Арктики».

Россия будет развивать сотрудничество со странами-участницами по четырем приоритетным направлениям:

- защита арктического населения, в том числе коренных малочисленных народов Севера;

- охрана окружающей среды Арктики, включая изменение климата, социально-экономическое развитие региона;
- укрепление роли Арктического совета как основной платформы многостороннего сотрудничества в высоких широтах.

При этом, поскольку цели и задачи на текущий период практически полностью соответствуют задачам SDWG, руководителем группы избран российский представитель.

Период второго председательства России в АС будет в определенной степени мотивирован национальной Арктической стратегией, обновленной в 2020 году на период до 2035 года и утвержденной Президентом РФ В.В. Путиным. В этот период предусматривается большой шаг вперед в развитии Арктической зоны Российской Федерации, тем более что в ней проживает около 70 % населения Арктики и она составляет около 25 % наземной площади РФ.

При этом приветствуется взаимовыгодное сотрудничество России с арктическими партнерами и, кроме того, заинтересованными нерегиональными государствами-наблюдателями. В плане действий России сбалансированно рассматриваются два главных обозначенных направления мандата Арктического совета — охрана окружающей среды и устойчивое развитие.

Большинство идей, предложений, научно-исследовательских и практических проектов, мероприятий и акцентов тем или иным образом служат не одному, а нескольким или всем этим приоритетам.

Будут приложены усилия к дальнейшему укреплению регионального экономического, в том числе инвестиционного, сотрудничества на основе баланса между экономическим ростом и охраной окружающей среды.

Для этого необходимо синергизировать АС и Арктический экономический совет, стимулировать исследования и внедрение «зеленых» технологий и инноваций, особенно в энергетическом секторе. Инвестиции в человеческий капитал имеют решающее значение для улучшения условий жизни на Севере и дальнейшего социально-экономического развития Арктики.

Арктический совет, несомненно, является одним из самых успешных многосторонних региональных и международных органов нашего времени. Его успех основан на общих интересах и усилиях арктических государств, четкой повестке дня и правилах игры, а также разумной гибкости для решения новых задач.

С.М. Прямикова (АНИИ)

Антарктида. Наши дни. На станции Новолазаревская ученые собирают данные о природной среде нашей планеты. За ними наблюдает небо Южного полушария, а они наблюдают за ним. В новом выпуске рубрики «Наука на полюсах за кружкой чая» мы расскажем о самом романтичном направлении науки — астрономических наблюдениях.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА СТАНЦИИ НОВОЛАЗАРЕВСКАЯ

На станции Новолазаревская в Антарктиде наши ученые проводят астрономические наблюдения. Они изучают глобальное альbedo Земли, зоревые эффекты и другие экзотические оптические явления в атмосфере и за ее пределами.

Если на Большой земле все крупные телескопы устанавливают в местах, где нет городской засветки, то в Антарктиде с этим проще, но возникают другие проблемы. На станции Восток для электронной аппаратуры слишком холодно, а на прибрежных станциях (Мирный, Прогресс и Беллинсгаузен) — слишком влажно. Идеальные условия — на Новолазаревской.

Астрономические наблюдения на станции ведутся круглый год. Основное направление — это мониторинг глобального альbedo Земли по наблюдениям пепельного света Луны. Альbedo — это характеристика отражательной способности поверхности, в нашем случае — планеты Земля. Альbedo измеряют разными способами,

яркости Солнца (зависимость распределения света от положения его источника). И, конечно же, ученые на станции исследуют полярные сияния, солнечные и лунные гало и мезосферные облака.

Для астрономических наблюдений на станции оборудован небольшой павильон — астродом. В отсеке с телескопом — наружная температура, чтобы зеркало не запотевало. Сам телескоп прикреплен к роботизированной стойке, которая через блок управления связана с компьютером в теплой комнате внутри мини-обсерватории. Все оборудование работает на программе Stellarium — можно выбрать звезду, и телескоп находит ее по координатам, автоматически наводится и следит за ней.

Распорядок дня астронома зависит от фаз Луны и погоды. Если фаза Луны меньше 50 %, то используются специальные сегментные светофильтры, которые разделяют потоки отраженного света Солнца и Земли. Темная половина фильтра закрывает яркую часть Луны,



Астродом

данное направление — относительно новое, но очень важное, поскольку позволяет понять процессы изменения климата.

Невооруженным глазом человек может увидеть освещенную Солнцем часть Луны. А ученые снимают свет, отраженный с Земли на не освещенную Солнцем часть Луны, — его называют пепельный свет Луны. Если в течение многих лет следить за изменением яркости пепельного света, можно понять, стала ли Земля больше или меньше отражать тепла, а именно — как изменился климат.

Помимо Луны каждый день снимаются зоревые явления (рассветы и закаты). Днем в ясную погоду с помощью спектрорадиометра измеряется индикатриса



Гало на станции Новолазаревская

а через прозрачное стекло снимается пепельный свет. Светофильтры бывают разной прозрачности, их нужно подбирать так, чтобы на снимке яркость всей поверхности Луны была примерно одинаковой.

Перед началом наблюдений делаются фотографии двойных звезд и планет — для проверки прозрачности атмосферы. Если можно различить кольца Сатурна или полосы на Юпитере — значит, атмосфера прозрачная и снимки выйдут хорошие.

Астрономические наблюдения проводятся и на американской станции Амундсен-Скотт (Южный полюс). Там находится крупнейшая в мире нейтринная обсерватория IceCube. В толще ледника, на глубине от 1450 до

2450 метров, расположены «гирлянды» из оптических детекторов, которые улавливают нейтрино (легкие, не имеющие заряда и слабо взаимодействующие с веществом элементарные частицы, которые возникают при распадах и в других ядерных процессах).

Что можно увидеть на станции Новолазаревская невооруженным глазом?

Центр нашей Галактики легко заметить и без телескопа — он светится, словно далекое полярное сияние. По древнегреческой легенде Млечный Путь получил свое название от божественного молока Геры — именно с его помощью Геракл обрел свою силу.

Чуть левее макушки указательного столба заглялись альфа и бета Центавра. В кадре он отображен не полностью, а вот Южный Крест, левее и выше, виден целиком, как и Южный Треугольник в самом верху.

В центре кадра — одно из самых ярких зодиакальных созвездий, Скорпион, со своей желтой альфой — Антаресом. Антарес, с греческого «против Ареса» (бога войны) — двойная звезда, красный сверхгигант, 15-я по яркости звезда на ночном небе.

Антарес имеет статус Королевской звезды или одного из Стражей неба — это понятие, которое использовали древнеиранские астрологи. Всего Стражей неба четыре: Альдебаран — страж востока, Антарес — запада, Фомальгаут — юга и Регул — севера. В древности считали, что королевские звезды располагались на углах гороскопа — вблизи точек равноденствий и солнцестояний — и были очень важными ритуальными звездами.

Само созвездие Скорпион по форме напоминает скорпиона с изогнутым хвостом в боевой стойке. Когда знаменитый охотник Орион (у него тоже есть собственное созвездие) повздорил с Артемидой, разгневанная богиня охоты и плодородия послала к нему скорпиона и тот до смерти закусал юношу. Поэтому древнегрече-

ский поэт Арат писал: «Когда Скорпион поднимается на востоке, Орион спешит скрыться на западе».

Рядом со Скорпионом — созвездие Стрельца. Его изворотливую фигуру из ярких звезд сложно запомнить целиком. Зато немного выше хорошо различим изящный изгиб созвездия Южная Корона — стрелы, которые держит в руках Стрелец.

Есть несколько версий о том, кто изображен в созвездии Стрельца. Во многих звездных атласах Стрелец — это кентавр. Возможно, им был Фол — кентавр, который угостил Геракла вином Диониса, а затем при атаке был ранен в ногу ядовитой стрелой. Есть версия, что Стрелец — это Хирон, которого относят к созвездии Центавра. Или Кротос — совсем даже не кентавр, а козлоногий сатир.

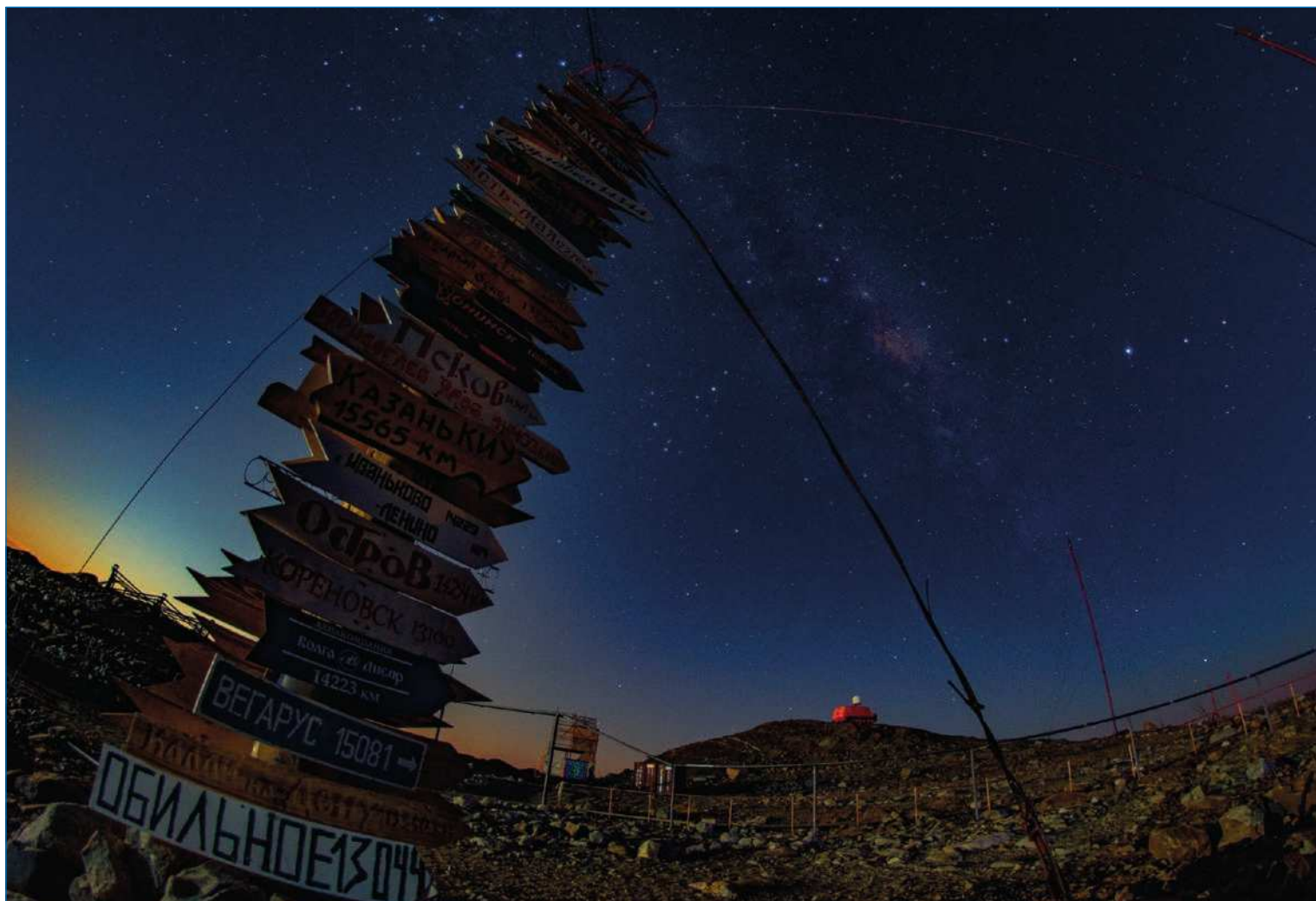
Еще чуть правее и ниже Стрельца выстроились практически в ряд Юпитер (самый яркий на снимке), Сатурн и Марс — планеты, названные в честь верховных богов. Римский Юпитер, или греческий Зевс, — бог неба, дневного света и грозы. Сатурн в древней Месопотамии отождествлялся с Нинурта — богом грома, весенних дождей, наводнений и войны. Марс у римлян и Арес у греков — бог войны.

Рядом с указателем «Казань», слева, хорошо различимо небольшое созвездие Ворона. В ясную безлунную ночь невооруженным глазом в созвездии можно рассмотреть около 30 звезд. Среди них «клюв ворона» — на латинском Альхиба, альфа созвездия. Правое крыло ворона — на арабском Джиенах, гамма созвездия. И ноздря ворона — на арабском Минкар, эпсилон созвездия.

О многом может рассказать небо, если знать, куда и как смотреть.

*А.Ю. Косарева, А.Н. Усова, Д.А. Емельянов (ААНИИ)
Фото Д.А. Емельянова*

Ночное небо над Антарктидой



АРКТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ В ДНИ БЛОКАДЫ ЛЕНИНГРАДА

Как известно, в годы Великой Отечественной войны Арктический научно-исследовательский институт (АНИИ) был эвакуирован в Красноярск. Но его налаженной работе предшествовал организационный период, вынужденно затянувшийся из-за невозможности вывезти сотрудников и материалы института из осажденного Ленинграда. Вопрос об эвакуации наиболее ценных материалов АНИИ в Красноярск, а также экспонатов Музея Арктики встал на повестке дня в июле 1941 года. Решением Совнаркома СССР (17 июля 1941 года) институту выделялось семь вагонов, но фактически было использовано только три. В Красноярск частично были эвакуированы фондовые материалы АНИИ (большая часть оставалась в Ленинграде) и около 1800 единиц хранения из Музея Арктики (все наиболее ценные в историческом отношении экспонаты, альбомы и материалы; их сопровождал научный сотрудник Н.Д. Травин).

Аспирантура института в условиях военного времени прекратила работу с начала июля. Ученый совет продолжал свои заседания до августа 1941 года. 14 июля на совете пересмотрели тематику работ АНИИ. Были отложены исследования грунтов, бентоса, химического состава морей, многие работы по земному магнетизму; следовало продолжать темы, связанные с изучением гидрологического режима морей и навигационными условиями мореплавания по Северному морскому пути; были добавлены работы в Белом море и Беринговом проливе, подготовка гидрологического очерка Восточно-Сибирского моря. На совещаниях при Ученом совете 15 и 16 июля был выработан план составления гидрометеорологических очерков арктических морей, который предстояло выполнить к 15 ноября (руководитель — В.Ю. Визе). Но в условиях военных действий на подступах к Ленинграду работать с каждым днем становилось все труднее. В институте были созданы отряды местной противовоздушной обороны (МПВО), медико-санитарное отделение и саперно-восстановительная служба. Сотрудники отдела службы льда и погоды были отправлены

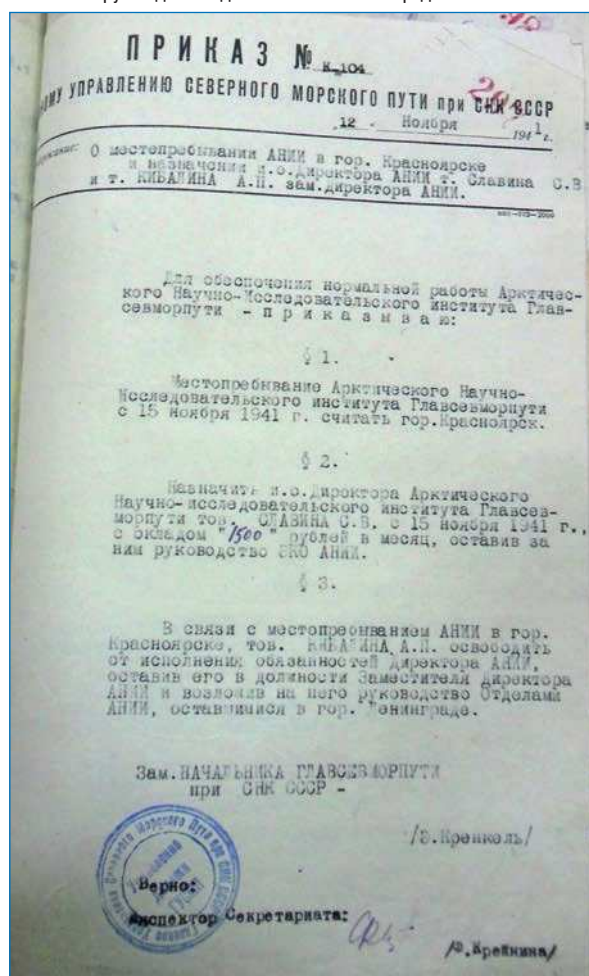
в Москву, где находилась оперативная группа отдела. В столицу также был направлен председатель Ученого совета В.Ю. Визе.

В августе 1941 года, когда развернулось наступление гитлеровцев на Ленинград, стала очевидной необходимость полной эвакуации института. Вывоз сотрудников АНИИ, Гидрографического и Горно-геологического управлений ГУСМП планировалось осуществить одновременно. 19 августа директор АНИИ В.Х. Буйницкий получил указание председателя Правительственной комиссии по эвакуации и председателя Ленгорисполкома П.С. Попкова представить в Управление Октябрьской железной дороги заявку на порожняк. В то же время начальник ГУСМП И.Д. Папанин писал председателю городской комиссии по эвакуации Н.М. Швернику (20 августа 1941 года), что по распоряжению Ленсовета Гидрографическое управление ГУСМП и АНИИ должны быть эвакуированы срочно; эвакуации подлежат 200 сотрудников и 400 членов их семей, на что потребуется 36 вагонов. В то же время,

указывал И.Д. Папанин, Красноярский Крайисполком, ссылаясь на перенаселение города, «отказывается принять эвакуируемых без особого разрешения правительства», поэтому он обязал В.Х. Буйницкого «максимально сократить эвакуацию сотрудников, оставив всех молодых и здоровых, способных помогать обороне в Ленинграде».

Летом 1941 года численность сотрудников АНИИ уже сократилась — многие ушли на фронт (в июне-июле — 58 человек). Среди них научные сотрудники: И.В. Максимов, В.С. Антонов, М.Е. Острекин, Г.Я. Вангенгейм, М.М. Сомов, В.В. Фролов, Ю.М. Барташевич, В.И. Решёткин, П.А. Геворкянц, В.И. Соколов, И.Д. Гатиев, Н.Н. Мутафи, И.А. Скляр, А.И. Звездин, Ю.К. Чернявский, А.Н. Золотов и др., директор Музея Арктики И.М. Суслов. Защищать Родину с оружием в руках готовы были и другие. Но, учитывая важность научно-оперативного обеспечения морских операций в Арктике в период войны, Государственный комитет обороны освободил работников Главсевморпути, в том числе и ученых института, от мо-

Приказ № К-104 по Главсевморпути от 12 ноября 1941 года о местопребывании АНИИ в Красноярске и об освобождении А.П. Кибалина от исполнения обязанностей директора института с возложением на него руководства отделами АНИИ в Ленинграде. АНИИ



Распоряжение Совета по эвакуации о выделении подвижного состава последовало 21 августа 1941 года. АНИИ представлялось 15 вагонов. Но 27 августа железнодорожное сообщение Ленинграда с другими районами СССР было прервано, поэтому реализовать вывоз сотрудников и материалов не удалось. Необходимо было организовать работу института в сложившихся



18 сентября 1941 года В.Х. Буйницкий получил повестку в армию и с 19 сентября передал руководство институтом своему заместителю А.П. Кибалину (приказ № 300). 20 сентября был призван в ряды Красной Армии заместитель директора института по научной работе Л.Л. Балакшин. В октябре сотрудники московских отделов АНИИ были эвакуированы в Красноярск, куда также возвращались участники экспедиционных работ. 13 ноября в Красноярске состоялось первое заседание Ученого совета, в протоколе которого указывалось, что

Перед оставшимися в осажденном городе стояло много трудных задач: сохранение материалов, приборов и зданий института, музея и домов поляриков на Арсенальной набережной и ул. Восстания, продолжение камеральной обработки собранных материалов и научной работы, наконец, просто выживание в условиях страшной первой блокадной зимы. Они

А.В. Горелейченко, руководитель бюро АРМС, повествуя в своей книге о работе в блокадном городе над автоматической радиометеостанцией, писал о том, в каких условиях осенью — зимой 1941 года в институте тру-

дились полярники: «Чтобы не прекращать работу во время воздушных тревог, повторяющихся по 10–12 раз в день, лабораторию перевели в подвальное помещение института. <...> Склонившись над чертежными досками при свете лампочек, которые питались от элементов и аккумуляторов — бывших объектов наших исследований, мы продолжали работу над новой АТМС, кратко названной “парашютной”. По указанию Ленинградского фронта, на одном заводе уже начали ее изготовление. Мы должны были регулярно посещать завод. <...> Расстояние в 7–8 километров от института до завода приходилось преодолевать пешком по заснеженным улицам. <...> К середине декабря некоторые сотрудники лаборатории были еще на ногах, но не могли пройти расстояние от дома до института, другие уже не могли встать...» Документы рисуют еще более драматичную картину: с 1 декабря разработчиков лишили продо-

30

*расширено акт 11
4/5-487. Берков*

Экз. № 2

За счет Госбюджета СССР сметы ИКО
1947г. по § 19, ст. 61.

Бюджетный счет № 4974 в Московском бюд-
жетном отделе Главсбы.

Расчетный счет постановления № 135907
в Центральном финансовом отделе (каптеге)
Госплана в г. Ленинграда. Выход
расч. счета из архива Главсбы на старую
архивную бумагу.

— ОБЕЗНАЧЕНИЕ —
ОСС НИИ ААС НА
К ВХ М.Ф.С.С.
№ 36.444/1947г.

Договор на опытный заказ № 5492

Гор. Москва, 4. Август 1947 г.

Главное управление ВВС _____ КА, именуемое

в дальнейшем Заказчик, в лице полк. Начальника ДП ВВС Кр. Армии бригаadier-мэра
В.А.Романов, П.Н., с одной стороны, и Арктическая научно-исследовательская
институт Главсевморпути при ОЛК СССР, именуемый в дальнейшем Поставщик,
в лице директора Арктического научно-исслед. института групп Т.Т. Уманского
Виктора Урманцевича, действующего на основании доверенности, выданной в сан. И-2
Главсевморпути т. Нариковым П.Н. за № 92-4-15 от 30-го янв. 1941 года

Другой стороной, заключил настоящий договор в нижеследующем:

Статья 1-я. Предмет договора.

Поставщик обязуется изготовить и сдать, а Заказчик принять и оплатить:

1. Опытный образец автоматической радио-термометрической
станция для работы в количестве 3 (три) штуки и одной регистрационной
примочки к устройству ком. звонка. Доставка — перевозкой № 12;
2. Центральный образцы, описания (расчеты) и временные технические условия в ко-
личестве трех экз.

Статья 2-я. Технические условия.

1. Изготовление опытного образца производится на основе тактико-технических требований
(приложение № _____) в 4140х, утвержденных НИИ ВВС Кр. Армии 12 июля 1941 г.

Примечание: При заказе опытной партии не требуется изготовление настоящего
технического задания, прилагаемого к договору.

вольственных карточек 1-й категории, что уже через две недели «сильно сказалось на физическом состоянии работников» (12 человек).

Помимо работы над АРМС А.В. Горелейченко и Н.С. Леонов, сотрудник бюро, в эти дни оформили еще два изобретательских предложения, предназначенных для борьбы с противником, — проект автоматической радиостанции для ориентировки советских самолетов над территорией, занятой врагом, и автоматический шифратор телеграфных и радиотелеграфных передач для связи частей Красной Армии. Бюро готово было осуществить экспериментальные работы по проектам и испытания. В начале января 1942 года из Красноярска пришло распоряжение о переводе лаборатории в Москву. А.В. Горелейченко удалось вывезти чертежи из блокадного города в столицу, где с апреля была организована работа небольшой группы конструкторов, которая летом 1942 года изготовила образец парашютной автоматической метеостанции, успешно прошедший испытания осенью того же года. Летом 1943 года А.В. Горелейченко (инженер ЦКБ ГУГМС) был командирован в партизанский отряд, провел испытания станции и более 5 месяцев сражался с врагом, за что был награжден медалью «Партизану Отечественной войны» 1 ст.

Известно, что даже в самые тяжелые месяцы сотрудники отделения выполняли «важные для Военно-морского флота работы» и вели подготовку специальных навигационных пособий, предоставляли материалы по характеристике северных морей. Успешная организация этой работы была отмечена в характеристике А.П. Кибалина (июнь 1942 года).

Многие сотрудники института в блокаду продолжали работу над научными темами. Так, С.К. Добронравов работал над кандидатской диссертацией по гидрологии Обской губы и Енисейского залива, исследовал химические составляющие полярного льда (умер в ноябре 1941 года), гидрохимик Ю.Н. Дерюгин изучал вопросы химии и термике льда (скончался в начале 1942 года от истощения), известный гидробиолог Г.П. Горбунов в 1941 году старался завершить свои исследования морей у берегов Сибири и докторскую диссертацию, но отдал много сил работам в Унитарной команде АНИИ, объединявшей все службы МПВО (скончался в феврале 1942 года во время эвакуации), техник-гидролог П.П. Неволин вел работы по кадастру Карского моря и был бойцом МПВО (умер от истощения).

Следует отметить, что финансовое положение Ленинградского отделения АНИИ было тяжелым: фонды заработной платы не были спущены, доверенности руководителям на 1942 год не оформлены, в феврале 1942 года еще не выдана зарплата за декабрь. От истощения скончались геологи Н.Н. Мутафи, Н.А. Кулик, В.А. Куклин, картографы В.М. Собенников и М.И. Москалёва, топограф-геодезист Г.А. Войцеховский, гидролог А.К. Кюльвая, А.П. Самойленко и С.К. Деменчёнок.

В начале февраля 1942 года в Ленинград прибыл заместитель начальника Политуправления ГУСМП В.Д. Новиков. На него руководство Главсевморпути



А.В. Горелейченко. 1943 год

возложило задачу организовать вывоз из блокированного города сотрудников АНИИ и Гидрографического управления. К этому времени многие полярники были истощены и не могли приходить на работу, пришлось вести их поиски. Е.П. Виттенбург вспоминала, что было дано объявление по радио, в котором говорилось о том, что Арктический институт проводит эвакуацию желающих полярников и членов их семей. Она отправилась в институт: «В полутемных комнатах первого этажа дворца Шереметевых разыскала уполномоченного по эвакуации. При свете копилки он быстро оформил наши эвакуодокменты. Через три дня нужно было прибыть в институт с вещами». Далее она описывала, как с мамой и сестрой пришла в назначенный день, как их вывозили на грузовике по льду Ладожского озера до Кобоны, а оттуда эшеленом в Вологду.

Эвакуация осуществлялась не только машинами и поездами, важнейшую роль сыграли полярные летчики (экипаж самолета Н-313 под руководством Г.К. Орлова: штурман В.И. Аккуратов, бортмеханик Н.Л. Кекушев, бортрадист С.А. Наместников, второй бортмеханик Н.А. Баяк). В феврале–марте 1942 года они выполнили 17 рейсов по маршруту Ленинград — Череповец и обратно (34 перелета через фронт) в очень сложных условиях (атаки самолетов врага, плохие метеословия). В.Д. Новиков отмечал в своем отчете: «Эвакуируемых работников и материалы надо было доставлять на аэродром, расположенный в 18 км от города. Рассчитывать на физическую помощь эвакуируемых не приходилось, т. к. почти все они едва двигались. Погрузка и разгрузка ценностей производилась силами нашего небольшого коллектива и экипажа самолета».

Из Череповца поездом люди ехали дальше — в Ярославль и Красноярск. Всего из Ленинграда эвакуировали 548 человек (сотрудники АНИИ, Гидрографического управления, Гидрометеослужбы РККА, ЭПРОНа, Регистра и члены их семей). Тогда же были вывезены материалы наблюдений полярных станций и более 150 научно-исследовательских арктических экспедиций. В документах отмечается важная роль в организации эвакуации АНИИ руководителей Ленинградского отделения А.П. Кибалина и Я.Я. Гаккеля, а также начальника спецотдела Н.М. Жемчугова. К сожалению, среди эвакуируемых тоже были потери (так, от истощения и болезни скончались Б.Ф. Архангельский, Г.П. Горбунов, С.Ф. Лаврентьев, М.Ф. Сперанский), некоторые восстанавливались в течение долгих месяцев (П.Г. Лобза, Т.И. Кулагина, К.К. Федченко, А.Н. Ларионова и др.).

Эвакуация позволила полностью наладить работу института в Красноярске, эффективно продолжить с использованием полученных материалов работы по ледовым прогнозам и морской гидрологии, геофизике. Ряд исследователей после эвакуации продолжили свои диссертационные исследования и защитили их в 1944–1945 годах (П.Г. Лобза, А.А. Гирс, З.М. Прик). А.А. Гирс и Г.Я. Вангенгейм разработали основы макроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов.

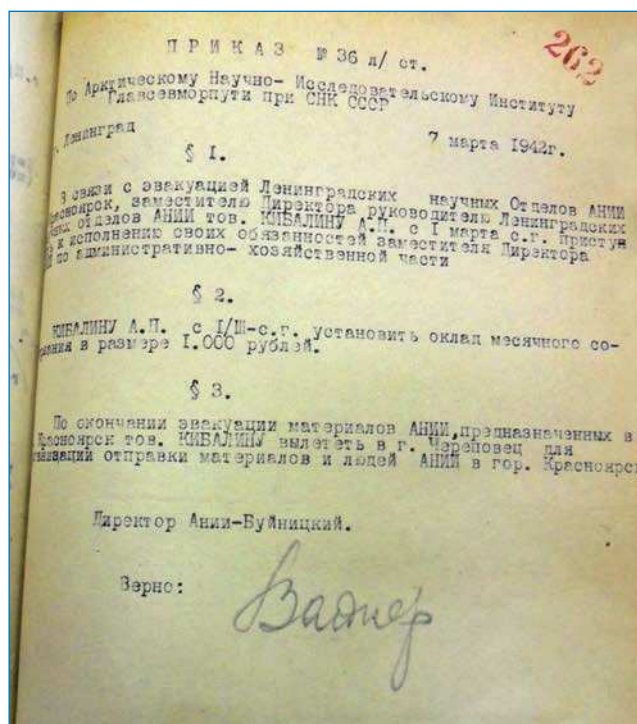


Н.М. Жемчугов. 1941 год.

Вследствие улучшения продовольственного снабжения в Ленинграде некоторые отказывались уезжать (150 человек). В апреле–мае 1942 года проводился завершающий этап эвакуации — полярников вывозили небольшими партиями, с другими эвакуируемыми учреждениями (эвакуировали 75 человек). Этим руководил Н.М. Жемчугов, которого назначили уполномоченным и подчинили ему в оперативном отношении все ленинградские организации ГУСМП. Ему же поручили наладить нормальную работу оставшегося аппарата и восстановить жилищный фонд в домах полярников при помощи экипажей ледколов.

Ленинградское отделение продолжало работать (руководитель — Н.М. Жемчугов до мобилизации 1 ноября 1942 года). Согласно штатам от 1 сентября 1942 года, в нем числилось 37 сотрудников (в т. ч. 12 человек — научный персонал). В блокадном городе трудились старший климатолог З.М. Прик, инженер-конструктор Н.С. Песков, гидролог С.Е. Дризгалович, заведующая издательской группой Н.А. Ушарова, а также старшие техники В.И. Тюртюбек, В.Г. Богданова и С.В. Соколовская. Вскоре старшие техники скончались, несколько человек были эвакуированы. В ноябре 1942 года отделение временно возглавила В.П. Богомолова, 20 января 1943 года ее сменил гидрохимик З.И. Павлова, командированная из Красноярска. Штатное расписание на 1943 год утвердили 15 мая. В это время в Ленинградском отделении работало только 19 человек, среди которых практически не было научных работников (только несколько техников и лаборантов), исследовательские работы в осажденном городе не велись, основной задачей персонала было сохранение зданий и оставшихся фондов института и музея. По штатам 1944 года в Ленинграде работали 17 сотрудников.

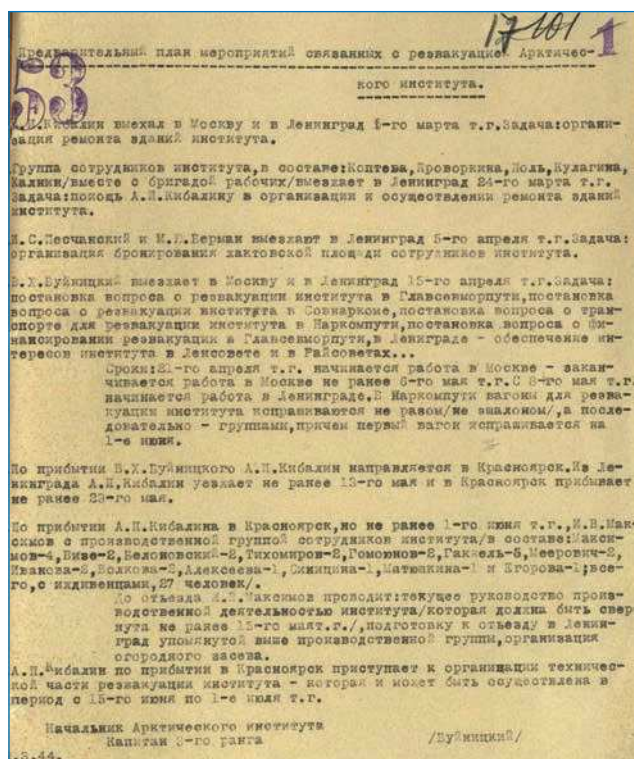
Первые работы по восстановлению здания АНИИ были начаты в марте 1944 года. Тогда в город на



Копия приказа № 36 л/ст от 7 марта 1942 года — А.П. Кибалину, руководителю Ленинградских отделов, по окончании эвакуации приступить с 1 марта к исполнению обязанностей заместителя директора АНИИ по хозяйственной части. ААНИИ

связанные с восстановлением теплофикации, укладка печей, уборка помещений). Резервация приказом по институту была объявлена завершённой 7 сентября 1944 года, но нормальная обстановка для работы была создана только к концу ноября. Экспонаты Музея Арктики также были возвращены в Ленинград. Здание музея в годы блокады снаружи почти не пострадало, но требовался

Предварительный план мероприятий, связанных с эвакуацией Арктического института. 23 марта 1944 года. ЦГАНТД СПб



его капитальный ремонт (начался в апреле 1946 года). Сотрудники музея проводили выставки (например, к 25-летию АНИИ) и готовились к новому открытию (1950 год).

История работы Ленинградского отделения АНИИ в дни блокады — драматическая. Заслугой ученых и работников института стало продолжение работы в нечеловеческих условиях, сохранение научных материалов и коллекций, приборов и инструментов, зданий, организация эвакуации в 1942 году. А.П. Кибалин, Я.Я. Гаккель, Н.М. Жемчугов были награждены медалями «За оборону Ленинграда» (1943 год).

Подготовлено по материалам фондов Архива отдела кадров ААНИИ, РГАЭ, ЦГАНТД СПб.

М.А. Емелина (ВИЦ СЗФО)

К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЯКОВА ЯКОВЛЕВИЧА ГАККЕЛЯ

В 2021 году исполняется 120 лет со дня рождения Якова Яковлевича Гаккеля — известного советского полярного исследователя, океанографа и картографа.

Я.Я. Гаккель родился 18 июля 1901 года в Санкт-Петербурге в семье ученого-электротехника Я.М. Гаккеля, одного из пионеров русской авиации и создателя первого мощного тепловоза.

Детство и юность будущего полярного исследователя прошли в Гатчине, где он окончил реальное училище. В семейном архиве хранятся документы, свидетельствующие о том, что в 1917 году он являлся волонтером флота, а затем матросом посыльного судна «Горислава». Именно тогда состоялось его первое знакомство с Севером — судно входило в состав Флотилии Северного Ледовитого океана и базировалось в Архангельске.

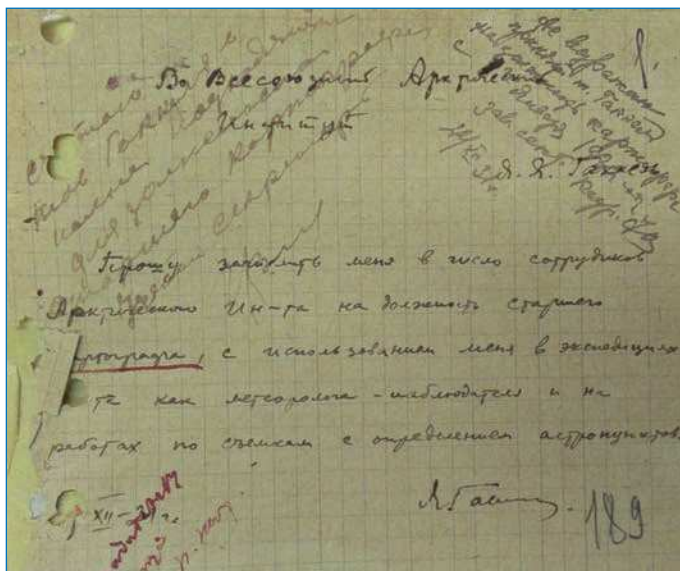
С декабря 1918 года Я.Я. Гаккель стал вольнонаемным служащим 109-го эвакогоспитала РККА (Петроград). В 1920 году он поступил слушателем на дорожно-строительные курсы Октябрьской железной дороги, а в 1921 году — на физико-географическое отделение Географического института (с 1925 года — географический факультет ЛГУ). Уже в годы учебы с 1923 года каждую зиму Я.Я. Гаккель участвовал в полевых исследовательских работах Центрального Гидрометеорологического бюро Центрального управления морского транспорта на Финском заливе. В 1924 году он принял участие в экспедиции Гидрологического института на оз. Сегозеро (Карелия), а в 1925 году — в Верхоянью (Якутская экспедиция АН СССР). С 1926 года руководил летней практикой студентов ЛГУ в Саблино (по кафедре картографии). Это и предопределило выбор места службы по окончании университета в 1928 году — Я.Я. Гаккель работал в Карто-

графическом институте НТУ ВСНХ под руководством Ю.М. Шокальского (1928–1929). Затем он стал научным сотрудником в Совете по изучению производительных сил АН СССР и участвовал в экспедициях в Каракумы и на о. Челекен (Каспийское море). С 1 января 1932 года Я.Я. Гаккель перешел во Всесоюзный арктический институт (ВАИ), возглавив Картографический кабинет. Последующая научная

деятельность Якова Яковлевича была связана с институтом.

Я.Я. Гаккель принимал участие во многих выдающихся полярных экспедициях (всего — в 16), в том числе в первом сквозном проходе по Северному морскому пути за одну навигацию на л/п «А. Сибиряков» (1932), в экспедиции на п/х «Челюскин» (1933–1934), в первом коммерческом рейсе по трассе Севморпути на п/х «Ванцетти» (1935), во 2-й высокоширотной экспедиции на л/п «Садко» (1936), в двойном сквозном плавании по Севморпути за одну навигацию на п/х «Моссвет» (1937). В ходе этих экспедиций решались транспортные задачи освоения Севморпути.

Результаты своих исследований, охвативших все моря трассы, Яков Яковлевич опубликовал в двух томах «Трудов Арктического института» (1938, 1939) и был утвержден в ученой степени кандидата географических наук (без защиты диссертации) в 1938 году. В декабре того же года он был назначен на должность старшего гидролога ледовой службы Арктического института (АНИИ). С января 1940 года Я.Я. Гаккель стал начальником отдела морской гидрологии. Летом 1940 года он возглавил океанографическую экспедицию на судне «Академик Шокальский», в ходе которой изучались воды моря Лаптевых. В эти же годы он стал инициатором использования сухопутных самолетов для ле-



Просьба Я.Я. Гаккеля о зачислении в ВАИ. Декабрь 1931 год. Архивы ААНИИ

Я.Я. Гаккель на борту л/п «А. Сибиряков» в день отхода из Архангельска. 28 июля 1932 года.



довой авиаразведки, подготовил «Инструкцию для производства наблюдений над льдами с корабля» (издания 1939, 1940, 1944) и — совместно с А.Ф. Лактионовым — «Альбом ледовых образований» (1939, 2-е изд. — 1940). В характеристике Я.Я. Гаккеля (1941) отмечалось, что он является «энтузиастом освоения Северного морского пути» и проявил себя «как хороший организатор и руководитель работ».

В годы Великой Отечественной войны Яков Яковлевич сначала работал в осажденном Ленинграде и до эвакуации в Красноярск занимал не только пост начальника отдела, но и являлся заместителем директора института по научной работе (18 сентября 1941 года — 5 мая 1942 года). 20 октября 1942 года он перешел на должность руководителя отдела полярных станций и экспедиций (до 20 января 1943 года). С 25 февраля 1947 года и до последних дней Я.Я. Гаккель был руководителем отделения географии АНИИ (далее — отдел географии и истории исследования полярных стран АНИИ).

В послевоенное время Я.Я. Гаккель участвовал в прикладных и экспедиционных исследованиях. В 1945 году он подготовил и опубликовал обзор деятельности АНИИ за 25 лет и руководство «Производство взрывных работ с корабля при плавании во льдах». Совместно с научным сотрудником конструкторского отдела АНИИ Л.П. Самсония Яков Яковлевич разработал конструкцию автоматической гидрологической самовсплывающей станции (АГС), которая расширяла возможности гидрологических исследований в арктических морях, а также конструкцию автономно действующего радиобуя, позволявшего вести изучение дрейфующих льдов в течение длительного срока (1946). Этот метод изучения дрейфа льдов впоследствии нашел широкое применение в использовании дрей-



Я.Я. Гаккель во время работы института в Красноярске. 3 апреля 1944 года.

фующих автоматических радиометеорологических станций.

В 1956 году Яков Яковлевич был заместителем начальника по научной части океанографической экспедиции в Гренландское море на д/з «Обь».

В 1950 году Я.Я. Гаккель возглавил первую воз-

душную океанографическую экспедицию на летающей лодке типа КМ-2 (командир — летчик И.И. Черевичный). В ходе экспедиции, имевшей методический характер, было совершено пять посадок в море Лаптевых. Этим была доказана возможность применения гидросамолета для производства глубоководных океанографических работ. А в 1951 году он стал начальником ледовой аэрофотосъемочной экспедиции, осуществлявшей работы в проливе Вилькицкого и в море Лаптевых. В 1950 и 1953 годах Я.Я. Гаккель участвовал в стратегических облетах трассы Севморпути.

Яков Яковлевич принимал участие в четырех ВВЭ «Север» (1948, 1949, 1954 и 1955). В 1948 году по итогам работы ВВЭ «Север-2» он совместно с В.Т. Тимофеевым построил карту рельефа дна Арктического бассейна, на которую впервые был нанесен подводный хребет Ломоносова, открытый при непосредственном участии ученого.

Батиметрические данные последующих экспедиций регулярно изучались Я.Я. Гаккелем. В 1950-е годы он создал десять дополняющих и развивающих друг друга батиметрических и геоморфологических карт Северного



Труды АНИИ (1939, Т. 129) и книга «Наука и освоение Арктики» с материалами исследований Я.Я. Гаккеля. Фонды АНИИ



Я.Я. Гаккель в ВВЭ «Север-6». Апрель 1954 года.



Ледовитого океана. Исследователь выделил в рельефе морского дна ряд новых геоморфологических элементов (хребтов и поднятий), причем он предсказал открытие некоторых из них (один из них — срединно-океанический арктический хребет — в 1966 году был назван в его честь).

Как Я.Я. Гаккель отмечал в своей автобиографии, главное место в его научной деятельности занимали исследования в области полярной географии, их основой служили «материалы собственных наблюдений над полярной природой, собранные в экспедициях». Яков Яковлевич отличал широкий научный кругозор, он занимался не только различными вопросами океанологии, гидрологии и ледоведения, его интересовали проблемы палеогеографии, тектоники, геоморфологии, астрогеологии, земного магнетизма, истории кораблевождения, роль М.В. Ломоносова в полярной географии и т. д. В списке его публикаций более 180 работ.

28 июня 1949 года Я.Я. Гаккелю присвоили персональное звание инженер-генерал-директора Северного морского пути III ранга. В 1950 году за работу «Военная география арктического морского театра» он был удостоен степени доктора географических наук, в 1953 году утвержден в звании профессора по физико-географической специальности.

В результате всестороннего анализа материалов экспедиций Я.Я. Гаккель раскрыл ряд закономерностей в разрушении и распределении морских льдов в зависимости от рельефа океанического дна. Яков Яковлевич выделял материковый склон в специфическую природную зону. Ее характеристика (в том числе и в палеогеографическом отношении) была им приведена в монографии «Материковый склон Северного Ледовитого океана» (1957), которая подвела итог 16-летних исследований по данной проблематике. За эту работу Я.Я. Гаккель был удостоен премии им. С.И. Дежнёва Географического общества (ГО) СССР (04.08.1960).

Также в 1957 году вышла еще одна крупная работа Якова Яковлевича — «Наука и освоение Арктики», в которой исследователь обобщил данные 40 лет советского изучения Арктики. В этой же книге он затронул вопросы планетарного масштаба, предположив подобие процессов образования дислокаций в ледяном покрове, земной коре и некоторых других средах. Таким образом, ученый стал одним из основоположников нового раздела ледоведения — криотектоники.

В 1950-е годы Я.Я. Гаккеля увлекла тема изучения пластических деформаций ледяного покрова. Ученый проводил аналогии с деформациями земной коры и стал автором тектонической концепции волновой природы складчатых и разрывных дислокаций. Используя концепцию, Яков Яковлевич объяснял закономерности геоморфологических структур и геохимических систем в полярных областях Северного полушария (Анабарский и Канадский щиты). На основе обобщений он приходил и к выводам философского характера, полагая, что рассматриваемые явления могут относиться и к Антарктиде, и другим геосферам (1962).

Я.Я. Гаккель пришел к заключению о вероятности геологически сравнительно недавнего существования

значительных участков суши в пределах акватории Арктического бассейна. По его мнению, прежде эти участки образовывали в совокупности Арктиду — значительный массив суши. Основные положения, сформулированные ученым об Арктиде, сохранившиеся в его черновых записях, были приведены в статье Л.С. Говорухи (1968). Геологические, гидрографические и геофизические данные, собранные в последующие годы, подтвердили вывод Я.Я. Гаккеля о существовании в Северном Ледовитом океане, в частности на шельфе моря Лаптевых, обширных площадей суши.

Большое место в деятельности Я.Я. Гаккеля занимало редактирование научных трудов. В течение многих лет был членом редакционных советов ААНИИ и Гидрометеиздата. Именно Яков Яковлевич руководил подготовкой и был редактором создававшейся в отделе географии ААНИИ 4-томной «Истории освоения Северного морского пути».



Я.Я. Гаккель в 1955 г.

Я.Я. Гаккель также вел плодотворную научно-просветительскую деятельность. В течение многих лет он был членом Ученых советов АНИИ и ГО СССР. Яков Яковлевич уделял много внимания подготовке научных кадров: он был председателем экзаменационных комиссий нескольких ленинградских вузов, руководителем дипломных и кандидатских работ. Под его научным руководством защищено более 30 кандидатских диссертаций. Он был одним из организаторов Музея Арктики, возглавил Ученый совет музея, был научным консультантом при подготовке экспозиций и выставок. На протяжении многих лет Я.Я. Гаккель являлся заместителем председателя Полярной комиссии и заместителем председателя Комиссии астрогеологии и гелиогеофизики ГО СССР.

Я.Я. Гаккель был награжден орденами Трудового Красного Знамени (16.12.1932 и 06.12.1949), Красной Звезды (11.04.1934 и 02.12.1945), Знак Почета (28.05.1951 и 29.08.1955), медалями «За оборону Ленинграда» (02.11.1943), «За победу над Германией» (19.07.1945) и «За оборону Советского Заполярья» (20.01.1946), а также ведомственными наградами — значками «Почетному полярнику» (15.04.1940) и «Почетному работнику Морского флота» (31.01.1957), почетными грамотами Главсевморпути (21.11.1951) и Министерства морского флота (16.12.1957).

Яков Яковлевич скончался 30 декабря 1965 года и был похоронен в Ленинграде на Литераторских мостках Волковского кладбища.

Имя Я.Я. Гаккеля навечно вписано в историю изучения Советской Арктики, богатое научное наследие ученого продолжает изучаться, многие идеи, высказанные им в 1950–1960-е годы, нашли подтверждение в работах других исследователей. В память об ученом имя «Яков Гаккель» получили научно-исследовательское судно (1975) и газовоз ледового класса (2019).

*М.А. Емелина (ВИЦ СЗФО).
Фото предоставлены В.Я. Гаккелем*

ИЛЬЕ МИХАЙЛОВИЧУ ЯГУБОВУ — 75!

Борты на земле как суда на приколе.
Диспетчер на взлетной огни погасил.
И лишь акваторию Карского моря
утюжит на бреющем старенький «Ил».

С. Гринкевич. Ледовый разведчик

Илья Михайлович Ягубов родился 2 августа 1946 года в Коми АССР, в поселке Княжпогост.

Отец Ильи, бывший офицер-артиллерист, выпускник Рязанского артиллерийского училища, Михаил Егорович Ягубов в 1937 году был осужден на 10 лет «тройкой» НКВД за «поддержку Тухачевского» и сослан в лагерь.

В 1947 году семью Ягубовых перевезли в ссылку в г. Джамбул Казахской ССР, где Илья окончил в 1964 году среднюю школу.

Илья решил стать полярным исследователем и в 1964 году пытался поступить в Ленинградское высшее инженерное морское училище (ЛВИМУ) им. адмирала С.О. Макарова, но при полученных отличных вступительных экзаменационных оценках и отличном здоровье решением мандатной комиссии не был зачислен в курсанты. Официальный отказ — «не член ВЛКСМ».

После этого Илья работал плотником-бетонщиком в стройтресте «Кировстрой», где вступил в комсомол и стал комсоргом комсомольско-молодежной бригады. Но судьба снова указала ему путь в Арктику: с 1966 по 1969 год он проходил срочную службу на подводных лодках Северного флота.

После окончания службы в ВМФ Илья снова подал документы в ЛВИМУ на арктический факультет. Успешно сдав вступительные экзамены, был сразу зачислен в училище, так как теперь он уже был комсомольцем.

Будучи курсантом, И.М. Ягубов первые 50 часов на ледовой разведке налетал в навигацию 1974 года, работая при Штабе морских операций на Чукотке в Певеке. Эта работа захватила его, и, по окончании ЛВИМУ, И.М. Ягубов в 1975 году попросил направить его в Певекское УГМС.

С 1975 по 1992 год ежегодно в навигационный период Илья Михайлович работал в составе научно-оперативной группы при Штабе морских операций Восточного района Арктики. В навигацию 1990 года И.М. Ягубов, уже как опытный специалист ледовой разведки и прогнозист, был назначен заместителем начальника научно-оперативной группы (ЗАНГО).

И.М. Ягубов налетал на различных типах самолетов и вертолетов около 10 000 часов. В 1982 году И.М. Ягубов стал специалистом ледовой разведки 1-го класса.

В тяжелейшую навигацию 1983 года на востоке Арктики он принимал участие в обеспечении вывода морских судов из ледового плена в проливе Лонга.

И.М. Ягубов — участник высокоширотных экспедиций «Север» по поиску ледяных островов для дрейфующих научно-исследовательских станций «Северный полюс-26» (СП-26) (1983) и СП-31 (1990), участвовал в составе экспедиций на научно-экспедиционном судне «Академик Федоров» и атомном ледоколе «Арктика» в организации и высадке СП-33 (2004), СП-34 (2005), СП-35 (2007), начальник экспедиции по эвакуации СП-35 на НЭС «Михаил Сомов» (2008), участвовал в экспедиции по эвакуации СП-36 и высадке СП-37 на атомном ледоколе «Ямал» (2009),

заместитель руководителя (А.Н. Чилингарова) морской высокоширотной арктической экспедиции «Арктика-2010» на борту атомного ледокола «Россия» по организации в Северном Ледовитом океане СП-38 (2010).

В 1996 году И.М. Ягубов в качестве ледового разведчика принимал участие в работе 41-й Российской антарктической экспедиции на НЭС «Академик Федоров». С 1992 по 1996 год — начальник отдела морского гидрометеобеспечения и научно-технического развития Арктического, антарктического и морского управления Росгидромета (ААМУ).

В период с 1997 по 2004 год И.М. Ягубов в должности заместителя начальника ФГБУ «Гидрометфлот» Росгидромета по науке занимался вопросами обеспечения безопасности мореплавания,

снабжения и ремонта научно-исследовательских и научно-экспедиционных судов, составления планов и программ научных морских экспедиций Росгидромета.

С 2004 по 2007 год И.М. Ягубов — главный специалист отдела ледокольного обеспечения и гидрографии в Администрации Севморпути, занимался вопросами ледокольного обеспечения в Арктическом бассейне и на замерзающих морях Российской Федерации.

С 2007 по 2011 год — начальник отдела полярных и морских работ Росгидромета.

В 2009–2013 годах И.М. Ягубов принимал участие в организации работ по созданию Российского научного центра на архипелаге Шпицберген.

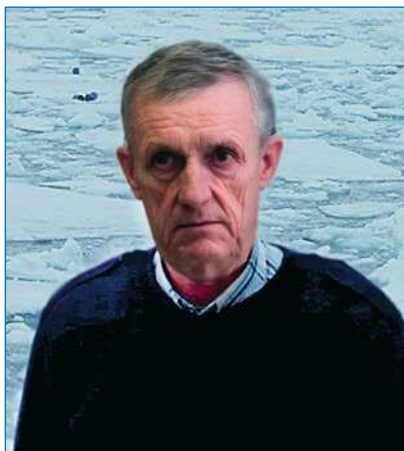
В настоящее время И.М. Ягубов организует работы отдела развития морских исследований и работ ФГБУ «Гидрометсервис» Росгидромета.

За многолетний добросовестный труд, большой личный вклад в области изучения, освоения и использования Мирового океана, развитие морского гидрометеорологического обеспечения отраслей экономики, организацию и проведение экспедиционных работ в Мировом океане и в Арктике И.М. Ягубову Указом Президента РФ В.В. Путина присвоено почетное звание «Заслуженный метеоролог Российской Федерации» (2017), он также награжден орденом «За морские заслуги» (2011), медалью Правительства Российской Федерации «За отличие в морской деятельности». Награжден нагрудным знаком «Почетному полярнику» (1990), нагрудным знаком «Почетный работник Гидрометслужбы России» (2004), медалью «Ветеран труда» (1990), медалью «300 лет Российскому флоту» (1996), медалью «В память 850-летия Москвы» (1997).

Тесная товарищеская и профессиональная дружба связывает Илью Михайловича Ягубова с полярниками, специалистами Арктического и антарктического НИИ.

Многочисленные друзья и коллеги Ильи Михайловича от всей души поздравляют его со славным юбилеем и искренне желают ему крепкого-крепкого здоровья и долгих лет работы на пользу нашей полярной науки.

Коллектив полярников и специалистов ААНИИ



К 70-ЛЕТИЮ ЕВГЕНИЯ УАРОВИЧА МИРОНОВА



Евгений Уарович Миронов родился 26 августа 1951 года в Ленинграде. После окончания школы он решил связать свою жизнь с океанологией.

В 1968 году Евгений Уарович поступил в Ленинградский государственный гидрометеорологический институт, который окончил в 1973 году по специальности инженер-океанолог.

После окончания института с 1973 по 1975 год Евгений Уарович находился на службе в Вооруженных силах.

В 1975 году он поступил на работу в ААНИИ в отдел ледового режима и прогнозов на должность инженера. Здесь он стал младшим научным сотрудником, а в 1984 году защитил кандидатскую диссертацию.

В 1986 году Е.У. Миронов был избран на должность старшего научного сотрудника, а в 1994 году стал заведующим отделом ледового режима и прогнозов, одним из крупнейших и профильных отделов ААНИИ.

В 2000 году Е.У. Миронов успешно защитил докторскую диссертацию по ледовому режиму Гренландского и Баренцева морей.

Основные направления научных интересов Е.У. Миронова: мониторинг ледяного покрова, ледовый режим арктических и замерзающих морей России, методы ледовых прогнозов.

Евгений Уарович постоянно участвовал в экспедиционной деятельности института. За его плечами десятки научных арктических экспедиций. В период 1977–1983 годов он работал в штабах морских операций Центрального района Арктики в качестве прогнозиста и руководителя научно-оперативных групп. В 1979 году принимал участие в экспедиции ПОЛЭКС-79 на НИС «Профессор Зубов», а в 1987 и 1989 годах работал в экспедициях в Гренландском море на НИС «Академик Шулейкин».

Е.У. Миронов был организатором и руководителем целого ряда крупных научных экспедиций: международных экспедиций «Сахалин-1998» и «Сахалин-2006», в ходе которых проводились исследования ледяного покрова на шельфе о. Сахалин, международной экспедиции в Татарском проливе на ледоколе «Красин» в 2002 году, зимней экспедиции на НЭС «Академик Федоров», выполнявшей ледовые исследования в Карском море в 2013 году, и др.

Евгений Уарович Миронов известен как руководитель крупных международных и российских проектов, в частности: проекта по развитию систем специализированного гидрометеорологического обеспечения плавания в Татарском проливе, проекта по исследованию ледовых и гидрометеорологических условий в районе Восточно-Приновоземельских участков в Карском море, проекта «Адаптируемый комплекс мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы для обеспечения морской деятельности в арктических и замерзающих морях России — АКМОН» и др.

Евгением Уаровичем опубликовано почти 150 работ, из них три монографии.

За свой добросовестный труд Е.У. Миронов был награжден ведомственными наградами и научными премиями: «Почетный работник гидрометеорологической службы РФ» (2001), «Почетный полярник» (2002), ведомственная премия имени Ю.М. Шокальского и Е.И. Толстикова (2006), премия Правительства РФ (2019).

Искренне желаем Евгению Уаровичу Миронову здоровья, дальнейших творческих успехов в делах и новых свершений.

Редколлегия информационно-аналитического сборника «Российские полярные исследования»

5 июля 2021 г. Пресс-служба Росгидромета. В Москве в режиме видеоконференции состоялось первое заседание Комитета старших должностных лиц Арктического совета в рамках российского председательства. На нем обсуждались планы действий, изложенных в Рейкьявической декларации, и первоначальная работа по осуществлению приоритетных задач Стратегического плана на 2021–2030 годы. Оба документа были приняты министрами восьми арктических государств в ходе Министерской сессии Арктического совета в мае 2021 года. <https://www.meteor.ru/press/news/25181/>

13 июля 2021 г. Арктик-фонд. В Ямало-Ненецком автономном округе приступают к созданию международной автономной арктической станции «Снежинка». Соглашение о реализации проекта подписали губернатор округа Дмитрий Артюхов и ректор Московского физико-технического института (МФТИ) Дмитрий Ливанов. «Снежинка» будет построена на берегу Нефритового озера в предгорьях массива Рай-Из на восточных склонах Полярного Урала в 20 км от поселка Харп Приуральского района автономного округа. <https://arctic.narfu.ru/main/news/1822nayamalenachaliproektirovatmezhdunarodnuyarkticheskuyustantsiyusnezhinka>

19 июля 2021 г. Пресс-служба Минприроды России. Правительство России выделит более миллиарда рублей на завершение строительства ледостойкой арктической платформы «Северный полюс». Председатель Правительства России Михаил Мишустин подписал соответствующее распоряжение. Глава Правительства дал поручение Росгидромету взять на контроль эту работу. Он добавил, что необходимо, чтобы в следующем году уже начались заводские ходовые испытания новой арктической платформы. https://www.mnr.gov.ru/press/news/pravitelstvo_vydelit_bolee_milliarda_rubley_dlya_zaversheniya_stroitelstva_ledostoykoy_arkticheskoy/

21 июля 2021 г. Пресс-служба Минприроды России. В рамках международного проекта ICARUS, инициированного Россией и Германией, на Чукотском полуострове впервые изучат хищных птиц при помощи дистанционного слежения. Передатчики системы ICARUS весят всего пять граммов, по размеру они в половину спичечного коробка, с солнечной батареей и двумя антеннами — GPS и для передачи данных на МКС. https://www.mnr.gov.ru/press/news/na_chukotskom_poluostrove_vperve_izuchat_khishchnykh_ptits_pri_pomoshchi_datchikov_distsionnogo/

6 августа 2021 г. Gismeteo. В Датском институте метеорологии отметили, что в северных регионах Гренландии температура превысила +20 °C (в два раза выше нормы). Самые мощные процессы таяния в гренландском ледниковом щите пока относятся к летнему периоду позапрошлого года. Но территории, испытавшие данный процесс теперь, обширнее, нежели тогда. Масса гренландских пресноводных льдов считается второй по размерам на Земле. Они занимают порядка 1,8 млн квадратных километров и уступают по масштабам разве что Антарктиде. <https://www.gismeteo.ru/news/nature/grenlandskijledyanoshhitstremitelnoischezaet/>

11 августа 2021 г. Арктик-фонд. Экспедиция на научно-исследовательском судне «Иван Петров» вернулась во вторник в Архангельск из Карского моря, где ученые проводили обследование акватории в местах затопления радиоактивных объектов. В экспедиции участвовали исследователи из ведущей организации Росгидромета в области радиационного мониторинга окружающей среды НПО «Тайфун». Было отобрано более 100 проб донных отложений и биоты, через специальную фильтровальную установку в течение рейса было прокачено более 10 тыс. литров морской воды. <https://arctic.narfu.ru/main/news/1855ucheneyezavershiliissledovaniyazagryaznenijvtochkakhzatopleniyayadernykhobektowarktike>

29 августа 2021 г. Gismeteo. Ученые из Датского метеорологического института рассказали, что в Гренландии на вершине ледяного щита на высоте 3 км над уровнем моря 14 августа прошел дождь. Дождь на ледяном щите Гренландии может выпасть при росте температуры до 0 градусов. По словам Мартина Стендала из Датского метеорологического института, за 2 тысячи лет такое происходило только 9 раз, 3 из которых — за минувшие 10 лет. Температура повышалась в 2012 и в 2019 годах, но дождя тогда не было. <https://www.gismeteo.ru/news/nature/ucheneyepreduprezhdajutoklimaticheskoykatastrofenaledyanomshhitegrenlandiiprosheldozhd/>

5 сентября 2021 г. Gismeteo. Ученые из Университета Калгари изучили бактерии *Paraperlucidibaca*, *Cyclocasticus* и *Zhongshania* и доказали, что они могут поедать нефтепродукты. Эти бактерии можно будет задействовать в ликвидации нефтяных катастроф в Арктике. Сейчас в холодных арктических морях идет рост активности нефтегазовой сферы и отрасли морского транспорта. При этом ликвидировать разливы нефти в таком климате и удаленных регионах труднее, чем в южных. В Минприроды РФ сообщили, что микроорганизмы могут быть задействованы на очистке грунта в Арктике от нефти, что решило бы важную экологическую проблему региона. <https://www.gismeteo.ru/news/nature/kanadskieucheneyebakteriivarkticheskimoryahmogutrazlagatneft/>

9 сентября 2021 г. По материалам ФГБУ «НИЦ «Планета». 3 сентября 2021 года состоялось заседание Государственной комиссии по проведению летных испытаний космических комплексов социально-экономического, научного и коммерческого назначения, на котором принято решение о вводе космического аппарата «Арктика-М» № 1 в эксплуатацию. Созданный по заказу Росгидромета космический аппарат является первым в мире гидрометеорологическим спутником, запущенным на высокоэллиптическую орбиту, и предназначен для наблюдения арктического региона выше 60° с. ш., недоступного для наблюдения с геостационарной орбиты. Он позволяет с периодичностью 15–30 мин получать важнейшие данные о состоянии атмосферы, подстилающей поверхности и околоземного космического пространства по всему огромному пространству Арктики. Международное научное сообщество оценило создание и запуск спутника «Арктика-М» № 1 как «пионерский успех мирового уровня». <https://www.meteor.ru/press/news/25882>

Подготовила А.С. Филиппова (ААНИИ)

