



РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК



ISSN 2218-5321 PRINT
ISSN 2618-6705 ONLINE



В НОМЕРЕ:

ОФИЦИАЛЬНАЯ ХРОНИКА

В России построят новое научное судно для работы в Арктике и Антарктике 3

ХРОНИКА ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-41»

Российские ученые установили радиосвязь на расстоянии 18 000 километров между Арктикой и Антарктидой. 24 января 2023 года 4

Ученые ААНИИ проведут оценку биопродуктивности вод Северного Ледовитого океана с помощью нового оборудования. 28 февраля 2023 года 4

Ученые экспедиции «Северный полюс-41» исследуют глубины Северного Ледовитого океана. 2 марта 2023 года 5

Информация о работе экспедиции «Северный полюс-41» в зимний период 6

И.А. Мельников, В.В. Поважный. Криобиологические исследования в экспедиции «Северный полюс-41» 9

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Г.В. Алексеев, Н.Е. Иванов, А.Е. Вязилова, В.Ф. Радионов, В.М. Смоляницкий. Мониторинг климата Арктики в 2022 году 10

В.Я. Липенков, Н.Н. Антипов, О.А. Трошичев, Б.В. Иванов, А.В. Клепиков. Комплексные океанологические, климатические, гляциологические и геофизические исследования Антарктики и Южного океана 13

И.А. Алехина, А.А. Белимов, Д.С. Карлов. Поиск арктических бобовых растений и их бактериальных симбионтов в дельте Лены и на плато Путорана 16

С.А. Семенов, В.Т. Соколов, В.Е. Соколова. Итоги научных исследований и наблюдений на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» в 2021–2022 годах 20

В.Г. Смирнов, И.А. Бычкова, Н.Ю. Захваткина, К.Г. Кортикова. Разработка автоматизированных методов оценки состояния морского ледяного покрова на основе снимков ИСЗ оптического спектрального диапазона и радиолокационных данных с различной поляризацией 23

Б.Р. Мавлюдов. Работа гляциологической группы на станции Беллинсгаузен в сезон 68-й РАЭ 26

Е.С. Егорова, Т.А. Алексеева, С.С. Сероветников, В.Т. Соколов. Предварительные результаты экспедиции к Северному полюсу на борту атомного ледокола «50 лет Победы» в летний сезон 2022 года 29

П.А. Филин. Итоги рейса научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» по трассе Северного морского пути в 2022 году 31

М.В. Третьяков, А.П. Кузьмичев. Результаты методического руководства гидрологическими наблюдениями в Арктической зоне Российской Федерации в 2022 году 33

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

И.И. Василевич, А.С. Масловский. Применение георадиолокации при производстве снегомерных работ на примере восточного побережья архипелага Шпицберген 36

СООБЩЕНИЯ

В.Л. Мартынов. На станции Мирный введен в эксплуатацию новый модульный жилой комплекс 38

М.А. Емелина. Будущее российского ледокольного флота: «Якутия» спущена на воду, на «Урале» поднят флаг 39

В.И. Боярский, С.Ю. Лукьянов. Полярная комиссия Санкт-Петербургского городского отделения Русского географического общества в условиях пандемийных ограничений (ноябрь 2020–2022 год) 40

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, ЗАСЕДАНИЯ

М.С. Зубкова. Ежегодный научно-практический семинар «Анализ гидрометеорологических процессов в арктических морях и гидрометеорологическое обеспечение морских операций в Арктике в 2022 году» 44

М.А. Емелина. Заседание семинара «Полярный и глобальный климат» в ААНИИ 45

ИЗ ИСТОРИИ ПОЛЯРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Л.М. Саватюгин. Марион-Дюфрен — французский Джеймс Кук. К 250-летию открытия архипелагов Принс-Эдуард и Крозе в Антарктике 46

ДАТЫ

В.А. Бородкин, М.А. Емелина, В.Ю. Замятин. К 100-летию со дня рождения ледоисследователя Николая Васильевича Черепанова 50

Николаю Николаевичу Антипову — 75 лет! 53

КНИЖНАЯ ПОЛКА

Новинки полярной литературы 54

Памяти Сергея Борисовича Балясникова 59

Памяти Геннадия Александровича Горбунова 60

Памяти Владимира Михайловича Грузинова 61

НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ 62

На 1-й странице обложки: вверху — ЛСП «Северный полюс» в дрейфе (фото В.А. Меркулова);
внизу — разрушающийся ледник Норденшельда в восточной части Ис-фьорда (фото И.И. Василевича).
На 4-й странице обложки: атомоход «Якутия» спущен на воду. 22 ноября 2022 года (фото В.Ю. Замятина).

В РОССИИ ПОСТРОЯТ НОВОЕ НАУЧНОЕ СУДНО ДЛЯ РАБОТЫ В АРКТИКЕ И АНТАРКТИКЕ

6 марта 2023 года между Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и Акционерным обществом «Адмиралтейские верфи» подписан контракт на строительство научно-экспедиционного судна «Иван Фролов». Судно войдет в состав флота Арктического и антарктического научно-исследовательского института и станет новым флагманом российской полярной науки.

Основной функцией нового судна станет обеспечение научно-экспедиционной деятельности в Арктике и Антарктике в интересах Российской Федерации. Планируется, что НЭС «Иван Фролов» встанет на смену действующего НЭС «Академик Федоров», построенного в 1987 году финской компанией «Раума-Репола».

«Новое научно-экспедиционное судно «Иван Фролов» необходимо для бесперебойной работы Антарктических экспедиций. У нашей страны на континенте размещено 5 круглогодичных станций и 5 сезонных баз. Нынешнее судно, которое доставляет полярников и грузы в Антарктиду, уже устаревает, и осталось как раз немного времени, чтобы ввести в строй новое судно. «Иван Фролов» будет «пять в одном»: танкер, ледокол, пассажирское, грузовое и научное судно. Строить его будут Адмиралтейские верфи. Потому что у питерских корабелов просто огромные компетенции. Как пример, они построили уникальную для всего мира ледостойкую самодвижущуюся платформу «Северный полюс», которая сейчас дрейфует в высокоширотной Арктике», — рассказал министр природных ресурсов и экологии России А.А. Козлов.

Руководитель Росгидромета И.А. Шумаков отметил, что сейчас специалисты приступят к проектированию, которое продлится весь год. Он добавил, что все проекты, которые сегодня реализуются по заказу службы, — уникальные и практически не имеют аналогов в мире. В частности, на сегодняшний день не предвидится проектов, подобных судну «Иван Фролов» у коллег из других стран, которые занимаются исследование Антарктиды.

«Антарктида для науки — это очень важно, тем более что сейчас все говорят об изменении климата и нам надо к этим изменениям адаптироваться. А чтобы адаптироваться, нужно понимать, как климат сможет меняться. Как раз научные исследования в Антарктиде помогут понять, как менялся климат в прошлом и что с ним будет в будущем», — отметил И.А. Шумаков.

Также руководитель Росгидромета подчеркнул, что это будет самое лучшее судно в своем классе, аналогов которому пока не предвидится. Проект предоставит, в том числе, до 30 тысяч рабочих мест, а при строительстве будет использовано много комплектующих российского производства.

«Новый российский научный флагман ждет великое будущее. Он будет оставаться на службе 30 или даже 40 лет — до 70-х годов XXI века, а значит, он станет участником грандиозных событий, связанных с российскими научными проектами и победами в Арктике и Антарктике. Это судно на десятки лет расширяет горизонт возможно-

го планирования научных исследований, а для молодых ученых, стремящихся посвятить свою жизнь полярной науке, с этим судном может открываться внятная перспектива и возможность реализовать себя и свой талант в профессии. Полюса ждут новое поколение исследователей, которые придут нам на смену», — подчеркнул директор Арктического и антарктического научно-исследовательского института А.С. Макаров.

НЭС «Иван Фролов» станет четвертым по счету судном научно-экспедиционного флота ААНИИ и будет использоваться для проведения морских научно-исследовательских работ, замены персонала и обеспечения арктических и антарктических станций.

Судно будет соответствовать классу Российского морского регистра судоходства Arc7. Его длина составит почти 165 метров, водоизмещение — около 25000 т, дедвейт — около 9200 т. НЭС рассчитано на комфортное размещение 240 человек, включая 70 человек экипажа и до 170 ученых и членов авиаотряда. В соответствии с назначением на борту может быть обустроено до 20 лабораторий для выполнения исследований от дна океана до стратосферы. На борту также предусмотрен вертолетный комплекс для двух вертолетов типов Ка-32, Ми-8 и Ми-38, вертолетная площадка и ангар, позволяющие принимать и обслуживать указанные модели воздушных судов. Планируется, что судно будет построено в 2028 году и прослужит не менее 30 лет.

На текущий момент в составе научно-экспедиционного флота ААНИИ три судна: НЭС «Академик Федоров», НЭС «Академик Трёшников» и НЭС «Северный полюс» — уникальная плавучая обсерватория, способная до двух лет автономно дрейфовать в высоких широтах Северного Ледовитого океана, проводя океанографические, акустические, геофизические и геологические исследования.

Медиагруппа ААНИИ

И.А. Шумаков, А.А. Козлов и А.С. Макаров общаются в ААНИИ с журналистами после подписания контракта на строительство НЭС «Иван Фролов»



РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ УСТАНОВИЛИ РАДИОСВЯЗЬ НА РАССТОЯНИИ 18 000 КИЛОМЕТРОВ МЕЖДУ АРКТИКОЙ И АНТАРКТИДОЙ 24 января 2023 года

Ученые ААНИИ провели сеанс связи между антарктической станцией Новолазаревская и ледостойкой платформой «Северный полюс», дрейфующей в Северном Ледовитом океане в районе 85° с. ш. Расстояние между корреспондентами составило более 18 000 км.

Радиосвязь была установлена на частоте 7,074 МГц, цифровым видом связи (FT8) с уровнем сигнала — 12 (в обе стороны) при излучаемых мощностях 800 ватт

и антенне «горизонтальный ромб» на станции Новолазаревская. Стороны обменялись информацией о местоположении и уровне сигналов.

Это был важный опыт, ведь радиосвязь на коротких волнах является альтернативой космическим системам связи или интернету и позволяет оперативно осуществлять передачу цифровой информации небольшого объема.

УЧЕНЫЕ ААНИИ ПРОВЕДУТ ОЦЕНКУ БИОПРОДУКТИВНОСТИ ВОД СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА С ПОМОЩЬЮ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ 28 февраля 2023 года

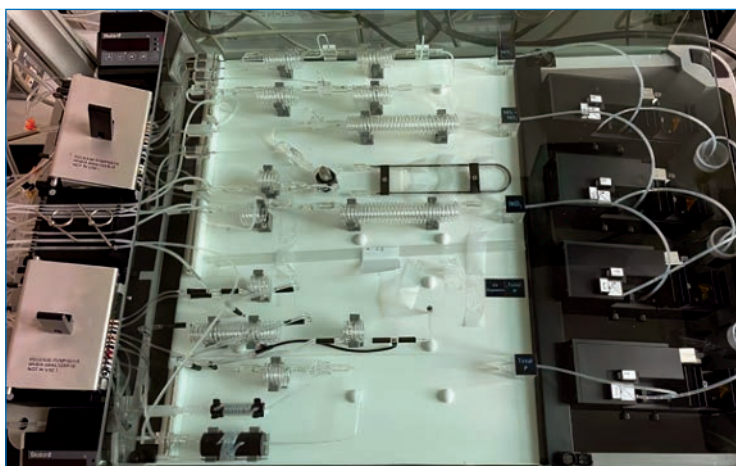
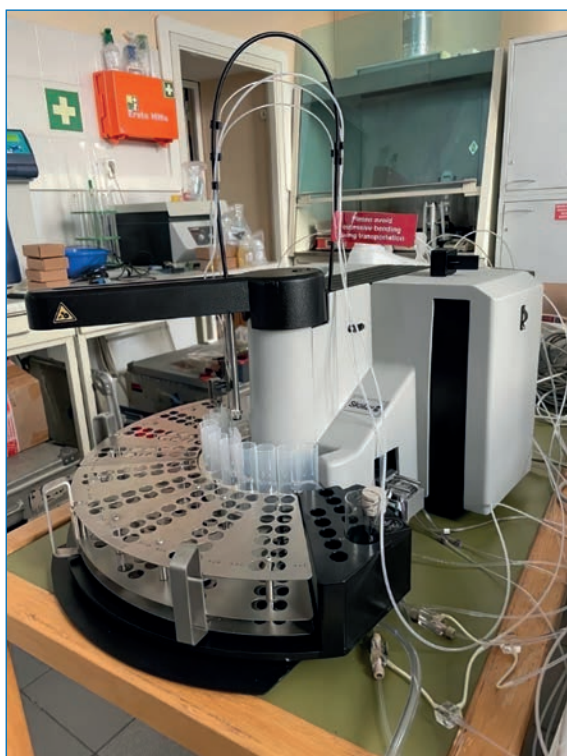
На дрейфующую станцию «Северный полюс-41» вскоре будет доставлен новый автоанализатор. В лаборатории полярных и морских исследований имени О.Ю. Шмидта (ОШЛ ААНИИ) завершаются пуско-наладочные работы оборудования. Автоанализатор способен определять в воде соединения минерального азота и органический фосфор. Определение концентрации этих биогенных элементов в морской воде и льдах позволяет лучше понимать биопродуктивность в Арктике, проще говоря, определять скорость, с которой растут водоросли в арктических водах. Подобные исследования

также помогают в изучении распространения водных масс, что позволяет ученым лучше представлять влияние этих процессов на изменение климата в регионе.

«Новый прибор существенно ускорит работу и повысит точность уникальных данных, получаемых сейчас в Северном Ледовитом океане. Так, тренированный оператор вручную может проанализировать 20–30 проб биогенных элементов в день, в то время как автоанализатор выполняет такой объем работы за час и может функционировать круглосуточно. Кроме того, этот прибор сам готовит калибровочные растворы. Всего в России таких приборов не более десяти, три из которых работают в лабораториях нашего института», — рассказал руководитель ОШЛ ААНИИ В.В. Поважный.

Новый автоанализатор позволит ученым ААНИИ выполнять гидрохимические исследования в соответствии с общепризнанными международными стандартами точности и скорости.

Автоанализатор, определяющий в воде соединения минерального азота и органический фосфор (справа) и автоматический распределитель (слева) проходят проверку перед доставкой на ЛСП. 28 февраля 2023 года. Фото Е.П. Макуриной



УЧЕННЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-41» ИССЛЕДУЮТ ГЛУБИНЫ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА.

2 марта 2023 года

Ученые ААНИИ и ФГБУ «ВНИИОкеангеология», дрейфующие в составе экспедиции «Северный полюс-41» в водах Северного Ледовитого океана, отбирают пробы грунта для реконструкций изменений климата в высокоширотной Арктике за последние несколько тысяч лет. Работы ведутся в районе хребта Ломоносова и котловины Амундсена от 83° до 87° с. ш.

На протяжении последних пяти месяцев ученые производят планомерный отбор и анализ проб донных отложений с помощью геологического комплекса весом около тонны, доставленного на ледостойкой платформе «Северный полюс». На текущий момент исследования ведутся в районе 87° с. ш. Полученные данные позволят сделать выводы об изменениях климата в приполюсном районе за несколько тысячелетий, объяснить текущие трансформации и составить прогноз реакции природной среды на возможные преобразования в будущем.

Исследования проводятся, в том числе, с помощью профилографа, позволяющего увидеть дно и толщ осадков до 200 м, в то время как напрямую возможно получить образцы, залегающие только до глубины около 4 м.

По составу донного материала ученые также могут восстановить направления внутренних и поверхностных течений, а значит, предсказать, что ждет климатическую систему Арктики в перспективе. Напомним, недавно ученые ААНИИ совместно с международным научным коллективом соавторов обнародовали результаты масштабного исследования процессов, происходящих в водах Северного Ледовитого океана, согласно которым изменение направлений и состава внутренних течений вкупе с сокращением площади многолетнего льда может привести к росту микроскопических водорослей и более активному поглощению атмосферного углерода.

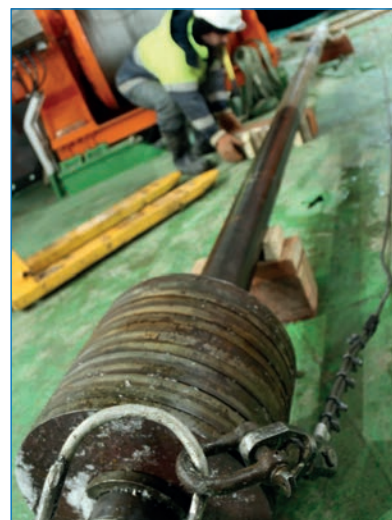
Особенностью Северного Ледовитого океана являются достаточно низкие скорости осадконакопления, отмечают исследователи. Информацию о длительном промежутке времени может хранить тонкий слой осадочных отложений, а раковин организмов, позволяющих точнее датировать осадки, сохраняется мало. Вместе с тем в лабораториях на борту ЛСП «Северный полюс» ученые могут сразу определить строение и предварительный вещественный и газовый состав донных осадков.

Так, в пробах из бассейна Амундсена обнаружен слой, схожий с неньютоновской жидкостью, уплотняющийся при физическом взаимодействии, состоящий из терригенных минералов, слюды и остатков растений. Этот слой отличается легкостью и низкой плотностью, что может быть связано с его турбидитным происхождением — быстрым сходом большого количества материала со склона. Кроме того, на дне Северного Ледовитого океана содержится донно-каменный материал, принесенный морским льдом и айсбергами из других районов, в частности из района Канадского Арктического архипелага.

На восточном склоне хребта Ломоносова отмечается много крупных камней, при этом в составе отложений присутствует много карбонатных пород. На западном участке, напротив, их заметно меньше. Ближе к котловине Амундсена отмечен мощный слой поверхностных (современных) осадков с малым количеством донно-каменного материала, что говорит о том, что в последние несколько тысяч лет осадки на западном склоне хребта накапливались активнее. Вероятно, подобная структура отложений отражает влияние рек Евразийского бассейна, наполненных большим количеством материала.

«На дне происходит много всего интересного — в некоторых местах обстановка спокойная, а в некоторых наблюдаются глубоководные течения, образуются каналы, на склонах материал осыпается, обнажая коренные породы. На профиле мы видим структуру осадков. Она может быть однородной и не иметь деления на слои. Такие отложения образуются в результате склонового процесса либо могут относиться к ледниковым осадкам — диамиктону. Если же слои ровные, значит, обстановка была спокойной, осадки просто ложились слоями, ничто не нарушало порядок, а их свойства и состав менялись в зависимости от климата. Именно такие образцы и нужны нам для исследований. Найти такие места в глубинах Северного Ледовитого океана зачастую непростая задача», — рассказала Е.А. Попова, морской геолог, участник экспедиции «Северный полюс-41».

Пробы отложений со дна Северного Ледовитого океана (на образцах указаны разные горизонты керна) (слева) и пробоотборник для взятия донных отложений на борту ЛСП (справа). Фото Е.А. Поповой



ИНФОРМАЦИЯ О РАБОТЕ ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-41» В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

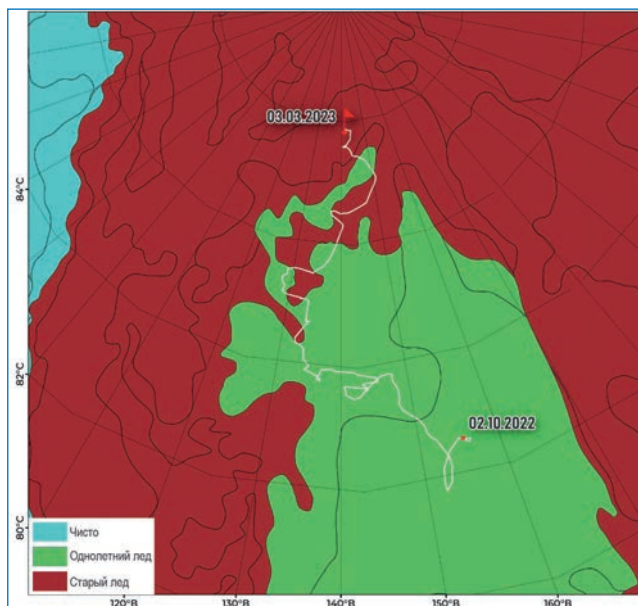


Схема дрейфа ЛСП «Северный полюс» за период работы экспедиции «Северный полюс-41» со 2 октября 2022 года по 3 марта 2023 года

По состоянию на 9 марта 2023 года 18:00 UTC:

- координаты — 88° 24,01' с. ш. 123° 00,73' в. д.;
- общий генеральный дрейф — 364,9 морских миль;
- направление дрейфа: 08.11.2022–05.01.2023 на северо-запад, 06.01–02.02.2023 — на север-северо-запад, с 09.02.2023 — на север.

Ледовая обстановка в районе дрейфа ЛСП «Северный полюс» характеризовалась значительной изменчивостью.

В начале ноября 2022 года судно находилось в сомкнутом канале (ошвартовано лагом к левому борту). В период 17–24 ноября в льдине образовались трещины (в 1000 м по курсу, 500 м по левому борту), а также разводье до 500 м шириной в 700 м за кормой; ширина трещин менялась, в разводье шло ледообразование.

28 ноября начались подвижки льда базового поля станции, появились трещины в пределах ледового научного лагеря. К концу дня базовое поле было в значительной степени дефрагментировано, объекты инфраструктуры лагеря (щитовые домики ПДКО и палатки) оказались на крупных обломках поля, отделенных друг от друга участками открытой воды разной ширины (от 1 до десятков метров). Поэтому исследования на льду были остановлены, участники экспедиции и наиболее ценное оборудование перемещены на борт судна.

Ситуация стабилизировалась к 1 декабря. Трещины стали замерзать. Так как кабельные линии не были повреждены, энергообеспечение лагеря на льду было быстро восстановлено. Но 6–8 декабря в районе судна снова отмечались подвижки льда, открывались трещины до нескольких метров шириной. На борт судна подняли оборудование с метеоплощадки.

К концу декабря ледовая обстановка стабилизировалась, сжатий и разрывов ледяного покрова не отмечалось. В это время и в начале января 2023 года в районе станции наблюдались обширные ледяные поля 5 баллов, однолетний средний лед 8 баллов, тонкий лед до 2 баллов, снежный покров 3 балла, торосистость 2 балла.

12–19 января отмечалось сжатие ледовых полей на расстоянии 1–2 км от судна, а 27–28 января — на расстоянии 2–2,8 км.

В начале февраля в районе станции наблюдались обширные ледяные поля 4 балла, большие поля 6 баллов, двухлетний лед 120–130 см (5 баллов), однолетний средний лед 5 баллов, снежный покров 3 балла, торосистость 2 балла.

1 и 2 февраля были зафиксированы подвижки полей и образование разводий: на западе на расстоянии в 1,8 км 180–230 м шириной, а на востоке в 6,1 км — 200–400 м шириной. 2 февраля появились нитевидные трещины (10 см) в пределах 20–450 м от судна.

В последующие дни ледовая обстановка характеризовалась высокой динамикой. 3 февраля в районе станции начались множественные нарушения сплошности ледяного покрова. Образовались разводья до 25 м шириной. С 7 февраля начались процессы консолидации полей и их обломков в результате сжатия.

К 9 февраля в районе станции разводья уменьшились до 10 м, отмечалось слабое перемещение полей в результате сжатия, интенсивное замерзание разводий и трещин. В середине февраля наметился тренд на сжатие ледяных полей. Как и в декабре, в связи со сложной ледовой обстановкой выход на лед был ограничен, часть видов наблюдений приостановлена, оборудование поднято на борт судна.

К 23 февраля обстановка стабилизировалась, разводье сомкнулось, трещины стали замерзать.

В начале марта по судовому радару фиксировались слабые разнонаправленные подвижки полей на сжатии в разных направлениях от судна на расстоянии от 0,4 км до 2,4 км. Сильная изрезанность ледяного поля станции незакрытыми трещинами затрудняла выполнение научной программы в ледовом лагере. Образовавшиеся под кормой судна многометровые подсовы льдин привели к приостановке использования основного океанографического судового комплекса и геологического

пробоотборного комплекса. Спустя неделю под кормой удалось организовать узкую майну, достаточную для возобновления термохалинного профилирования и отбора проб воды комплексом SBE 32SC, а также работ грунтовой трубкой. 7 марта, после прохождения трещины под корпусом судна, было принято решение включить винторулевую колонку для воздействия струи на подсовы. В результате пространство между кормой и подсовом удалось расширить.

В этот период исследователи наблюдали большие поля 3 балла, обломки полей 6 баллов, крупнобитый лед 1 балл, двухлетний лед 5 баллов (135–145 см), однолетний средний лед 5 баллов, снежный покров 3 балла, торосистость 3 балла.

Научная программа на борту судна выполнялась в полной мере, на дрейфующем льду — в рамках возможностей.

В течение зимнего периода выполнялись работы по всем программам исследований.

Метеорология

– непрерывные метеорологические наблюдения в ледовом лагере с передачей информации в установленные адреса;

– измерения счетной концентрации аэрозоля методом фотоэлектрической регистрации частиц;

– измерения массовой концентрации черного углерода;

– регистрация температуры воздуха на вертикальном профиле от поверхности до высоты 1000 м;

– регистрация содержания метана, углекислого газа, озона, водяного пара в ледовом лагере;

– регистрация температуры воздуха на вертикальном профиле от поверхности до высоты 1000 м.

Аэрология

– температурно-ветровое зондирование атмосферы 2 раза в сутки с борта судна.

Геофизика

– непрерывные гравиметрические наблюдения;

– прием радиосигналов передатчиков наклонного зондирования ионосферы;

– регистрация полного вектора магнитной индукции протонным магнитометром;

– регистрация значений составляющих вектора магнитной индукции и их вариаций;

– сбор данных камерой всего неба;

– регистрация уровня УФ-индекса в диапазоне эритемной активности ультрафиолетовой радиации с помощью ультрафиолетового индикатора «УФИ» (ГГО–АНИИ);

– ремонт оборудования ОНЧ/СНЧ комплекса.

Гидроакустика

– непрерывная регистрация показаний гидроакустического комплекса;

– гидроакустическое сопровождение океанографических работ.

Океанография

– регистрация параметров поверхностного слоя заборной воды с использованием лабораторного комплекса непрерывного анализа;

– отбор проб воды для проведения изотопного анализа;

– регистрация скоростей течений на вертикальном профиле акустическим доплеровским профилографом течений NORTEK-AS на океанографическом терминале.



Исследовательские работы продолжаются несмотря на полярную ночь. Полярники выполняют измерение толщины льда

Подготовка майны у борта ЛСП





Выносной исследовательский пункт



Биологические образцы

Гидрохимик за работой с розеткой



- термохалинное профилирование с борта судна с отбором проб морской воды с 24 горизонтов при помощи пробоотборника SBE32 SC;

- термохалинное профилирование с борта судна зондом SBE 19plus;
- обработка и анализ данных.

Гидрохимия/Экология

- отбор проб поверхностного слоя воды для анализа на биогенные элементы;
- гидрохимический анализ проб морской воды, взятых на 24 горизонтах;
- определение общего углерода и общего азота.

Исследования ледовых качеств судна

- обработка данных системы мониторинга ледовых нагрузок, получаемых в результате сжатий и подвижек льда;
- отладка программного обеспечения системы мониторинга;

- тарировка ледовых датчиков давления;
- на полигоне у борта судна выполнена толщиномерная съемка и станция исследования прочностных свойств льда;

- съемка и протоколирование эксперимента по размыву с использованием ВРК ледяных обломков за кормой судна.

Гидробиология

- выполнена зоопланктонная станция с борта судна;
- определения содержания хлорофилла, фитопланктона, бактерий в пробах морской воды;

- анализ полученных материалов, обслуживание оборудования.

Геология

- отбор проб донных отложений гравитационной трубкой;

- спуск — подъем геологической драги;
- геохимические исследования донных отложений;
- изучение минералогического состава образцов донных осадков;

- изготовление смерслейдов;

- анализ поровых вод.

Ледоисследования

- анализ графических материалов ледового радара RUTTER ICE NAVIGATOR;

- регистрация и анализ данных сейсмометрического ледового комплекса, отладка программного обеспечения системы;

- выгружены данные термокос на полигонах ТОРОС-1, 2, 3;

- цикл измерений с помощью подводного гидролокатора «Трезубец»;

- исследования физических свойств льда в лабораторных условиях;

- обследование нижней поверхности льда подводным аппаратом «Гном»;

- из отобранных ледяных кернов подготовлены образцы, и проведены их прочностные испытания в лабораторных условиях с использованием установки «ПИМ-200»;

- на полигонах ТОРОС-2, ТОРОС-3 выполнены снегомерная и толщиномерная съемка на ровном льду.

- *Распределенная сеть гидрометеорологических наблюдений*

- прием информации от группировки из 15 автономных буев, размещенных на полигоне в районе дрейфа.

*По материалам Медиагруппы ААНИИ.
Фото О.Л. Зиминной и Е.А. Поповой*

КРИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-41»

18 сентября 2022 года из Мурманска в первый рейс в сопровождении НЭС «Академик Трёшников» вышла самодвижущаяся ледостойкая платформа (ЛСП) «Северный полюс» для проведения междисциплинарных научных исследований в Центральном Арктическом бассейне. В конце сентября ЛСП прибыла в район к северу от Новосибирских островов, где плавсостав НЭС «Академик Трёшников» обеспечил поиск льдины для проведения экспедиции «Северный полюс-41». 2 октября платформа вошла в ледяное поле площадью около 40 км² и толщиной 1–2 м в точке с координатами 82°37' с. ш. 155° 31' в. д., откуда начался дрейф экспедиции.

Научная программа экспедиции рассчитана на 2-летний цикл исследований природной среды, закономерностей и причин изменений климатической системы центральных районов Северного Ледовитого океана (СЛО). Криобиологический блок программы гидробиологических исследований направлен на изучение пространственно-временных и физико-химических характеристик водно-ледовой среды и видового состава ледовых и планктонных сообществ (Мельников И.А. Исследования по теме «Криаль» в экспедиции «Северный полюс-41» // Океанологические исследования. 2022. № 50 (4). С. 210–214. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50\(4\).9](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(4).9)).



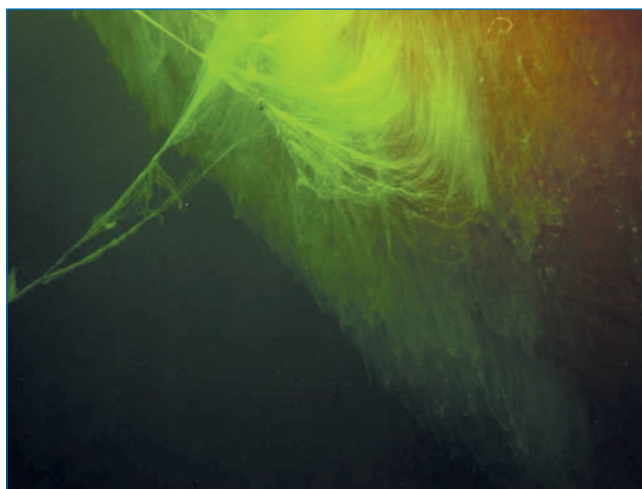
Отбор ледовых (внизу) и планктонных (вверху) проб.
Фото из архива экспедиции СП-41



Полевые работы организованы на полигонах, удаленных на расстояние 400–500 м от положения ЛСП, и включают: отбор кернов молодого и старого льда; сетные ловы фито- и зоопланктона; подледные сборы проб воды. Работы проводятся периодически по согласованию времени, места и возможностей с научными отрядами экспедиции. Часть собранных ледовых и водных проб на предмет химического состава биогенных компонентов обрабатывается на борту ЛСП для определения концентрации хлорофилла и биогенных элементов, а другая — фиксируется и хранится для изучения видового состава ледовых и планктонных сообществ в условиях лабораторий ААНИИ, Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. К настоящему времени дрейф ЛСП продолжается в зоне Трансарктического дрейфа. Все виды наблюдений будут выполняться на протяжении всего дрейфа экспедиции СП-41.

В заключение хотелось бы обратить внимание на одно явление, которое наблюдали в период дрейфа ледокола «Des Groseillier» в американско-канадской экспедиции SHEBA (Surface Heat Balance in the Arctic ocean) в районе Антициклонального круговорота Бофорта в 1997/98 году. С помощью подводной видеокамеры удалось зафиксировать, что вся подледная часть корпуса судна была покрыта мощным скоплением пресноводных (!) водорослей *Ulothrix implexa*. Обрастание как биологический феномен достаточно хорошо известно и изучено в умеренных широтах планеты. Полярные районы — исключение. Долговременный дрейф ЛСП «Северный полюс» дает уникальную возможность, с одной стороны, проследить динамику этого явления, а с другой — понять прикладной механический характер воздействия обрастаний на судовые, портовые и прочие сооружения в районах морской Арктики. Возможности дрейфа ЛСП предполагается использовать для наблюдений этого уникального фундаментального и прикладного биологического феномена.

*И.А. Мельников
(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН),
В.В. Поважный (ААНИИ)*



Обрастание корпуса ледокола «Des Groseillier» пресноводными водорослями в период дрейфа в антициклональном круговороте Бофорта (сентябрь 1998 года).
Фото И.А. Мельникова

МОНИТОРИНГ КЛИМАТА АРКТИКИ В 2022 ГОДУ

Современное потепление в Арктике развивается параллельно с глобальным и полушарным потеплением, максимум которых был отмечен в 2020 году. В последующие два года средняя годовая температура остается ниже этой отметки. Изменения приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) в Арктике определяются по данным метеорологических станций (рис. 1), наблюдения на которых начались в разные годы.

В период с 1901 по 1951 год большая часть станций находилась в приатлантической Арктике и на прилегающей территории к северу от 60° с. ш. Изменения ПТВ на этих станциях отражают влияние Атлантического многолетнего колебания (рис. 2). Максимальная температура зимой отмечена в 2020 году, а летом — в 2016 году.

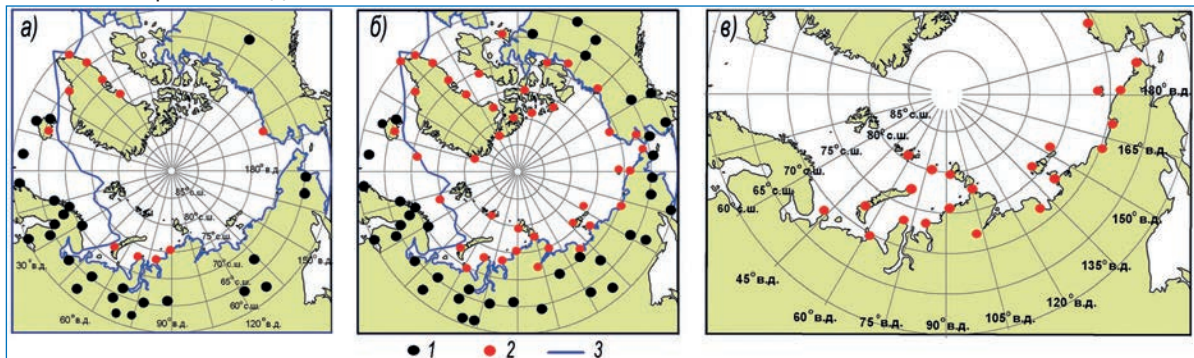


Рис. 1. Метеостанции, работающие с 1901 года (а), с 1951 года (б), станции в районе трассы Северного морского пути с 1952 года (в). 1, 2 — метеостанции в Арктике к северу от 60° с. ш., 2 — станции в морской Арктике, 3 — зимняя граница морского льда

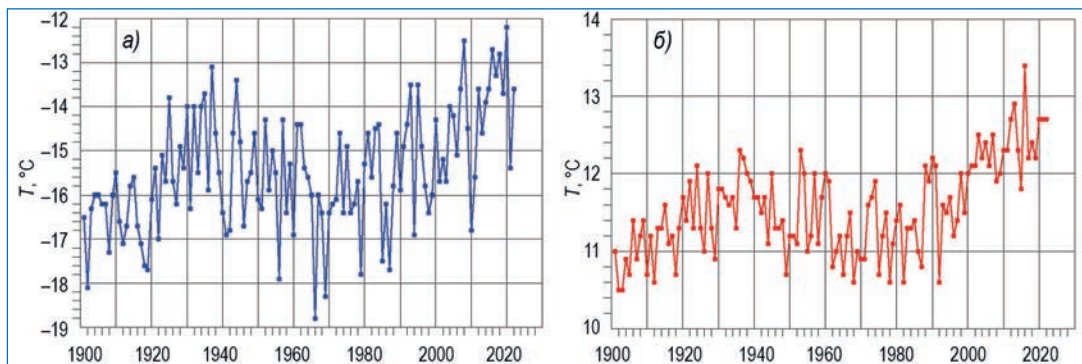


Рис. 2. ПТВ зимой (а) и летом (б) по данным 32 станций к северу от 60° с. ш.

Начало современного потепления на рис. 2 приходится на 1990-е годы. Более точно начало потепления в конце 1990-х годов видно по большему числу метео-

станций, действующих с 1951 года (рис. 3). Зимой после максимума 2016–2018 годов наметилось понижение температуры, а летом — остановка ее роста.

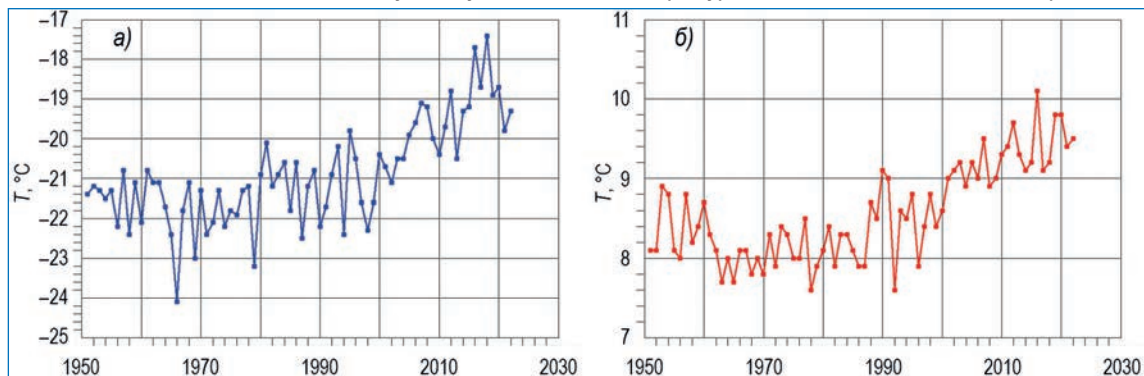


Рис. 3. ПТВ зимой (а) и летом (б) к северу от 60° с. ш. по данным 81 станции

В морской Арктике (рис. 1б) приповерхностная температура воздуха также начала повышаться во второй половине 1990-х годов (зимой — с 1998 года, а летом —

с 1996 года, согласно рис. 4). Зимний максимум также пришелся на 2016–2018 годы, а летом повышение ПТВ сменилось 3–4-летними колебаниями.

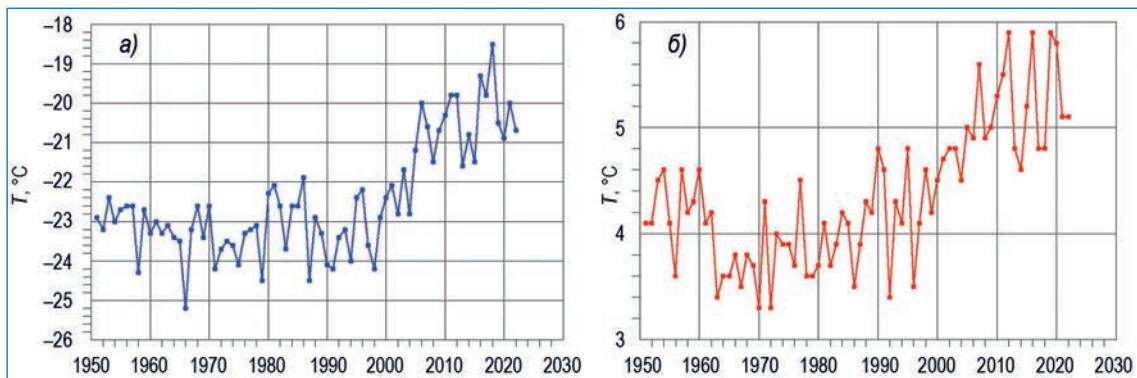


Рис. 4. ПТВ зимой (а) и летом (б) в морской Арктике по данным 41 станции

На акватории арктических морей, по которым проходит Северный морской путь (СМП), изменения температуры воздуха определены по данным 24 метеостанций, расположенных на побережье и островах (рис. 1в). Здесь наряду с большей межгодовой измен-

чивостью ПТВ отмечаются те же особенности, что и во всей морской Арктике. Начало потепления также приходится на 1998 год зимой и на 1996 год летом с абсолютным летним максимумом в 2020 году и зимним в 2018 году (рис. 5).

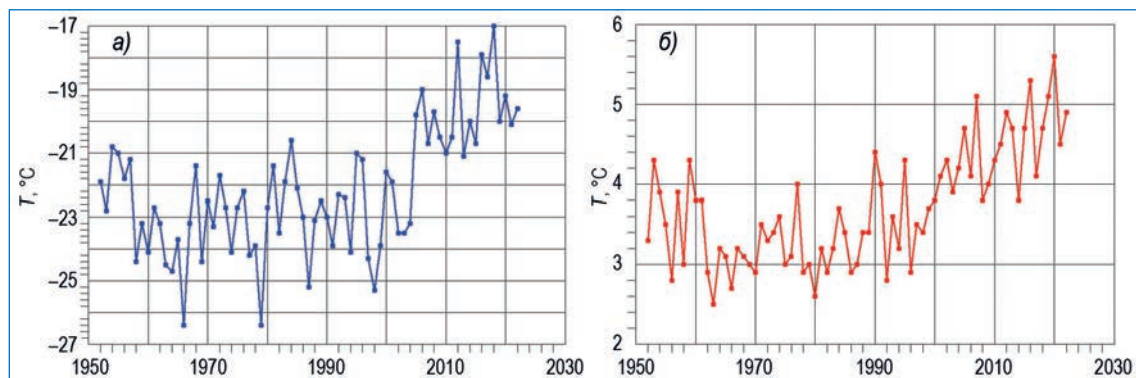


Рис. 5. ПТВ зимой (а) и летом (б) на акватории морей СМП по данным 24 станций, расположенных на островах и берегах морей

Тренды ПТВ в морской Арктике и в районе СМП за 1989–2020 годы представлены на рис. 6. Сезонные изменения трендов над рассматриваемыми районами морской Арктики показывают минимум в июле и максимум в ноябре. Увеличение тренда в апреле после спада от января к марту связано с началом радиационного прогрева при отсутствии таяния снега и льда, а уменьшение в мае–июле — с интенсивным таянием снега и льда и прогревом освобождающейся ото льда воды. Последующий рост трендов указывает на растущее влияние поступления тепла из океана, достигающее максимума в октябре–ноябре.

Потепление в Арктике сопровождается сокращением площади морского льда (рис. 7). Тренды ледовитости (площадь, занятая морским льдом) во все месяцы отрицательны, кроме отдельных незначимых, близких к нулю трендов в арктических морях с февраля по апрель. Минимальные по абсолютной величине тренды приходятся на апрель, а максимальные — на октябрь. Рост трендов с мая по июль противоположен уменьшению трендов температуры в эти месяцы, что подтверждает охлаждающее влияние растущего таяния снега и льда и прогрева воды в эти месяцы.

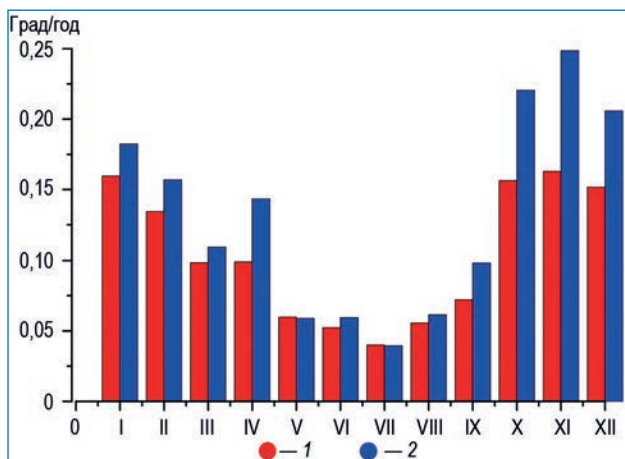


Рис. 6. Тренды среднемесячной температуры воздуха в морской Арктике за 1989–2020 годы. 1 — Северный Ледовитый океан; 2 — моря СМП (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское)

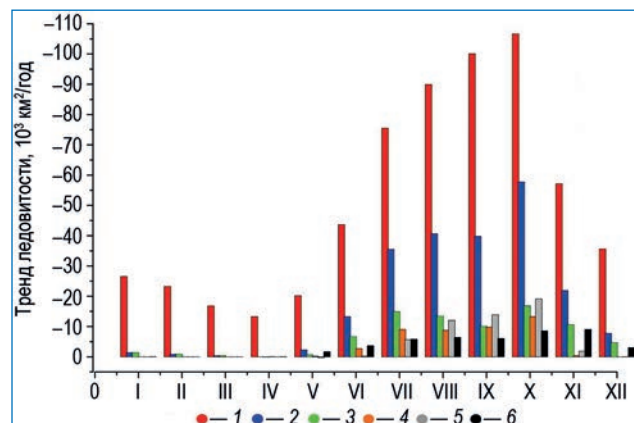


Рис. 7. Тренды ледовитости в Северном Ледовитом океане и в арктических морях СМП за 1989–2020 годы. 1 — Северный Ледовитый океан; 2 — моря СМП (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское); 3 — Карское море; 4 — море Лаптевых; 5 — Восточно-Сибирское море; 6 — Чукотское море

Зимой сокращение ледовитости в СЛО, в отличие от изменения температуры воздуха, меньше, чем летом. Сокращение от максимума 1982 года до минимума в 2016 году зимой составило 9 %, а летом от максимума 1980 года до минимума 2012 года — 54 %. При этом лет-

нее сокращение тесно связано с ростом летней температуры воздуха (коэффициент корреляции 0,93, рис. 8). В 2022 году летняя температура воздуха в морской Арктике была ниже на 0,7 °С относительно 2020 года, а площадь, занятая льдом в сентябре, выросла на 26 %.

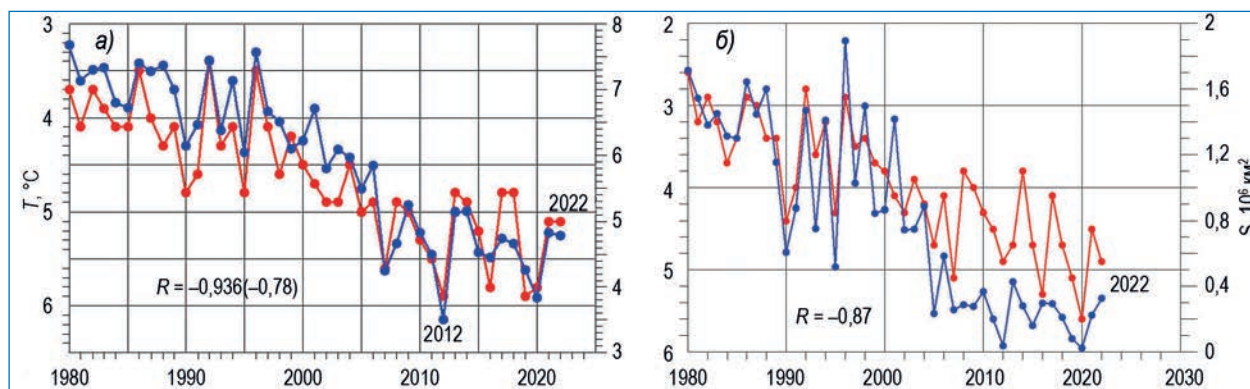


Рис. 8. Площадь, занятая морским льдом в сентябре и температура воздуха летом в Северном Ледовитом океане (а) и в морях СМП в сентябре (б). Шкала температуры перевернута. R — коэффициент корреляции между температурой и ледовитостью, в скобках между отклонениями от тренда

Еще заметнее потеплело в 2010-е годы на акватории сибирских арктических морей (Карское–Чукотское моря), по которым проходит СМП. Данные метеорологических станций на побережье и островах морей показывают повышение зимней температуры воздуха с 1970-х годов по 2016 год почти на 10 °С, а летней —

почти на 3 °С (рис. 5). Значительно сократилась сумма градусо-дней мороза, отражающая разрастание ледяного покрова на акватории морей в холодную часть года с октября по апрель, влияющее на последующее летнее таяние и сокращение площади морских льдов (рис. 9).

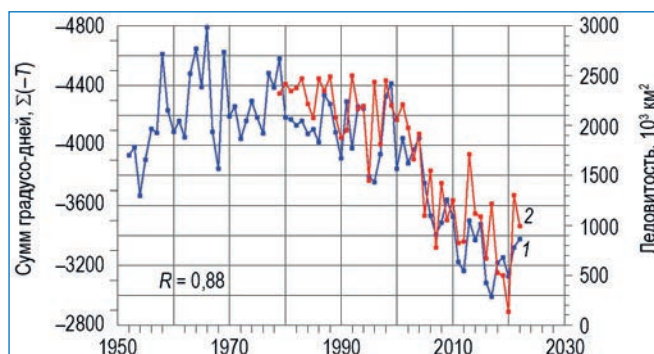


Рис. 9. Сумма градусо-дней мороза за октябрь–апрель по данным о средней ПТВ на 24 станциях на побережье и островах морей СМП (1) и ледовитость морей СМП в октябре 1979–2022 годов (2). R — коэффициент корреляции между (1) и (2)

Площадь, занятая морским льдом на акватории морей в конце летнего сезона, в сентябре, быстро сокращалась с 1996 года и за десять лет, к 2005 году, уменьшилась более чем в три раза — с 1892 до 234 тыс. км². В последующие годы площадь льда колебалась вблизи этого уровня с минимальным значением 26,3 тыс. км² в 2016 году, превысившим предшествующий минимум 2012 года (37 тыс. км²). С ноября по июнь моря покрываются сплоченными льдами, сплоченность и толщина которых достигают максимума в апреле.

К факторам, влияющим на потепление в Арктике, относятся: приток тепла, водяного пара и увеличение нисходящей длинноволновой радиации в морской Арктике, которое замедляет нарастание морского льда зимой. Индикаторами являются общее содержание водяного пара в атмосфере, нисходящее тепловое излучение на поверхности и сумма градусо-дней мороза на поверхности, которые тесно связаны друг с другом и с параметрами ледяного покрова. Более 50 % межгодовой изменчивости максимального объема льда связано с изменениями нисходящей длинноволновой радиации, зависящей от температуры воздуха и со-

держания водяного пара в атмосфере, подверженных влиянию притоков из низких широт. Это второй фактор, управляемый атмосферной циркуляцией, которая является основной причиной усиления изменчивости и трендов температуры воздуха в высоких широтах Северного полушария.

Третий фактор — повышение температуры поверхности океана (ТПО) в низких широтах. Изменения ТПО в тропической Северной Атлантике и ледовитость СЛО и на СМП в сентябре связаны с запаздыванием ледовитости на 4 года. Рассчитанные климатические параметры, индикаторы и индексы занесены на сайт ААНИИ в раздел Мониторинг климата Арктики вместе с публикациями результатов мониторинга и причин наблюдаемых климатических изменений.

*Г.В. Алексеев, Н.Е. Иванов,
А.Е. Вязилова, В.Ф. Радионов,
В.М. Смоляницкий (ААНИИ)*

КОМПЛЕКСНЫЕ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ, ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АНТАРКТИКИ И ЮЖНОГО ОКЕАНА

Работы по проекту «Комплексные океанологические, климатические, гляциологические и геофизические исследования Антарктики и Южного океана» Плана научно-исследовательских и технологических работ Росгидромета проводятся с целью мониторинга и установления причин изменений режимно-климатических характеристик Антарктики и Южного океана в наше время и за последние 2000 лет, получения новых данных о гидрологическом режиме крупнейшего на планете подледникового озера Восток, изучения влияния различных солнечных факторов на атмосферу Земли, разработки методов диагностики и текущего прогнозирования состояния магнитосферы и полярной ионосферы и долгосрочного прогноза межгодовых флуктуаций мощности «озоновой дыры», а также с целью изучения процессов энергомассообмена между различными типами подстилающей поверхности и атмосферой в Антарктике.

В настоящей статье представлены основные результаты исследований, выполненных по программе проекта в 2022 году.

Исследование режимно-климатических характеристик Антарктики и Южного океана

Сформирована и интегрирована в СРБД ЕСИМО база судовых океанологических и гидрохимических данных, полученных в период сезонных работ 67-й РАЭ (2022) в районах станций Русская, Мирный и Беллинсгаузен. База данных пополнена прошедшими контролем качества результатами наблюдений последних лет с российских и зарубежных судов, данными буев АРГО и дан-

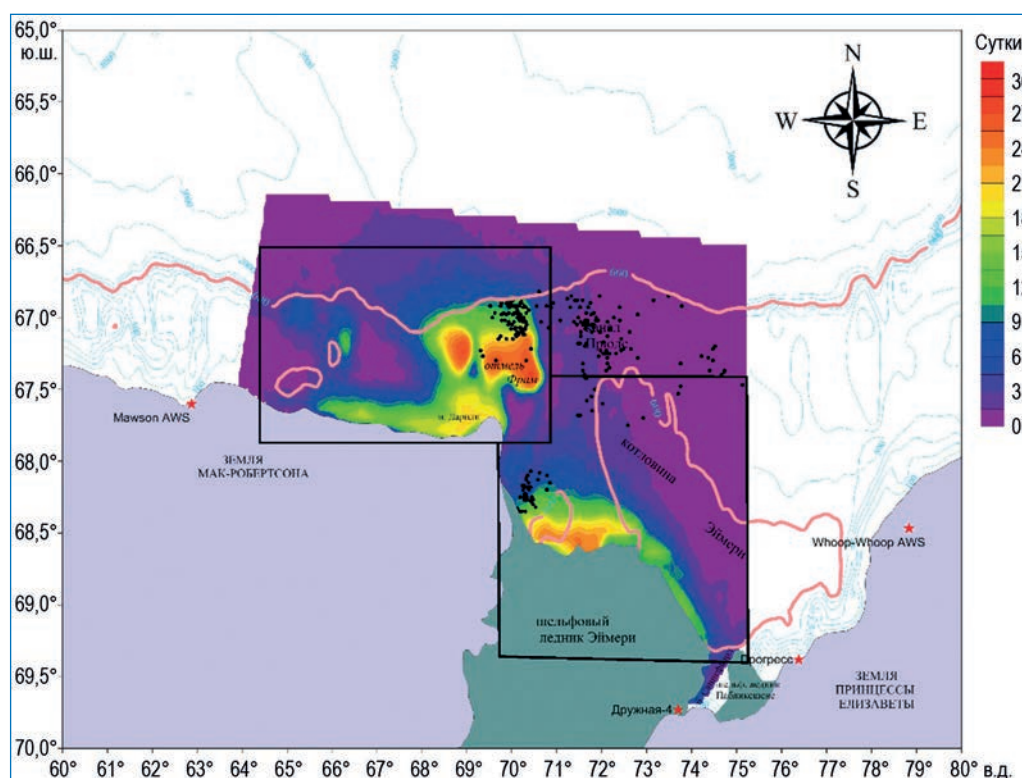
ными, полученными с помощью датчиков, установленных на морских млекопитающих (проект МЕОР).

Выполнен анализ формирования и динамики плотных вод в полынье. Показано, что в результате процессов ледообразования в слое вынужденной конвекции полыньи с открытой водной поверхностью и намерзания молодого льда происходит формирование плотных шельфовых вод. По данным космических наблюдений микроволнового радиометра AMSR-2 получены оценки площадей и времени существования полыньи залива Прюдс в зимний период (рис. 1). Анализ характерных метеоусловий над районом существования полыньи проводился с использованием ежемесячных данных атмосферного реанализа и данных автоматических метеостанций, в том числе за весь холодный период 2015 года.

Для воспроизведения перемешивания плотных вод в области антарктического шельфа-склона с окружающими водами в процессе каскадинга в зимний период в районе вскрытия полыньи использовался специально настроенный программный комплекс Fluidity-ICOM. На основе 3D численного эксперимента в локальной области полыньи получены численные оценки и выполнен предварительный анализ конвективной динамики вод под полыньей.

Подготовлено режимно-справочное пособие для района российской антарктической станции Молодежная, включающее описание физико-географических условий региона и истории его исследований, истории создания и развития станции, океанологического, метеорологического и ледового режимов района располо-

Рис. 1. Повторяемость существования полыньи (областей открытой воды) в заливе Прюдс в июне (в сутках) за 2009–2021 годы по данным микроволнового спектрорадиометра AMSR-2. Точками показаны места всплытия морских млекопитающих в июне за весь период реализации программы МЕОР



жения станции. Представлены результаты выполненных на станции Мирный метеорологических и прибрежных ледовых наблюдений за весь период ее существования.

Как и в двух предыдущих пособиях по районам станций Прогресс и Мирный, впервые представлена информация о внутригодовой изменчивости режима вод моря Космонавтов не только по базе данных судовых наблюдений, но и с использованием данных гидрологических наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на морских млекопитающих, а также на дрейфующих буях ARGO. Это позволило проследить особенности структуры вод и характеристик водных масс для каждого месяца и сезона года.

Другой особенностью пособия является представление в нем отдельным разделом материалов наблюдений на крупномасштабных океанологических съемках. Море Космонавтов единственное в Южном океане, где были выполнены такие съемки. Материалы съемок (а их было три) показывают наличие в море условий для поступления тепла в поверхностный слой, что приводит к регулярному появлению здесь полыней глубокого океана. Две съемки были выполнены с разницей во времени около 2 месяцев, что дает возможность проследить реальную изменчивость структуры, развитие процессов вертикального обмена и сильное потепление верхнего слоя воды.

Гляциологические и изотопные исследования антарктического ледника в районе подледникового озера Восток и Ледораздела В

Получены новые экспериментальные данные о коэффициенте теплопроводности снега в условиях его естественного залегания в районе станции Восток. Анализ сезонных вариаций температуры снега на различных горизонтах снежной толщи в интервале глубин 0–10 м позволил установить зависимость теплопроводности снега от его пористости для этого района Центральной Антарктиды. С использованием полученной зависимости по данным мониторинга температуры верхнего 100-метрового слоя ледниковой толщи реконструирован межгодовой ход эффективной температуры поверхности ледника на станции Восток в период с 1940 по 2016 год (рис. 2). Было установлено, что средняя скорость роста температуры поверхности ледника в районе станции Восток в период с 1958 по 2016 год составляла примерно

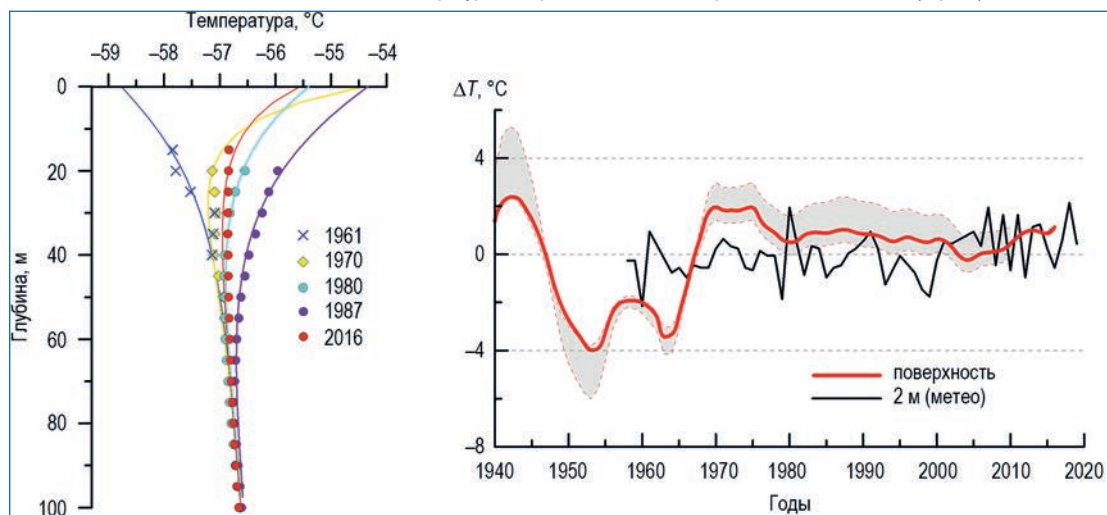
0,03 °C/год, т. е. примерно в два раза превышала среднюю скорость роста среднегодовой температуры воздуха по данным метеонаблюдений. Исследование показало, что и эффективная температура поверхности ледника, реконструированная по данным скважинной термометрии, и изотопный состав отложенного снега в районе станции Восток значительно лучше коррелируют с летней температурой воздуха, чем со среднегодовой, что позволяет использовать их для реконструкции температуры летних сезонов года в прошлом.

По кернам глубоких скважин 5Г-1 и 5Г-3, пробуренных на станции Восток, проведены исследования изотопного состава (δD , $\delta^{18}O$ и $\delta^{17}O$) конгеляционного льда, наросшего на основание ледника из воды подледникового озера Восток. Анализ сводного изотопного профиля 230-метровой толщи озерного льда, построенного с разрешением 10 см, позволил выделить в ее пределах слои, формирование которых происходило в разных условиях льдообразования, характерных для разных участков линии тока ледника, проходящей через станцию Восток. В частности, было установлено, что изменения концентрации тяжелых изотопов во льду глубже 3608 м отражают пространственно-временные изменения изотопного состава озерной воды, связанные с меняющимся притоком талой ледниковой воды в район льдообразования из северных частей озера.

Развитие методов мониторинга и наукастинга состояния магнитосферы и полярной ионосферы и методов прогнозирования межгодовых изменений «озоновой дыры»

В целях разработки научных и прикладных методов мониторинга состояния магнитосферы и полярной ионосферы было продолжено изучение возможностей использования PC -индекса магнитной активности как показателя поступающей в магнитосферу энергии солнечного ветра. По данным за 23 и 24 циклы солнечной активности (1997–2019 годы) показано, что соотношения, определяющие связь между геоэффективностью солнечного ветра (электрическое поле E_{KL}), магнитной активностью в полярных шапках (PC -индекс) и магнитосферными возмущениями (магнитные бури и суббури), остаются неизменными в разных циклах солнечной активности и, следовательно, имеют универсальный характер. Исследована природа сезонных вариаций в соотношениях между PC -индексом, полем E_{KL} и индексами

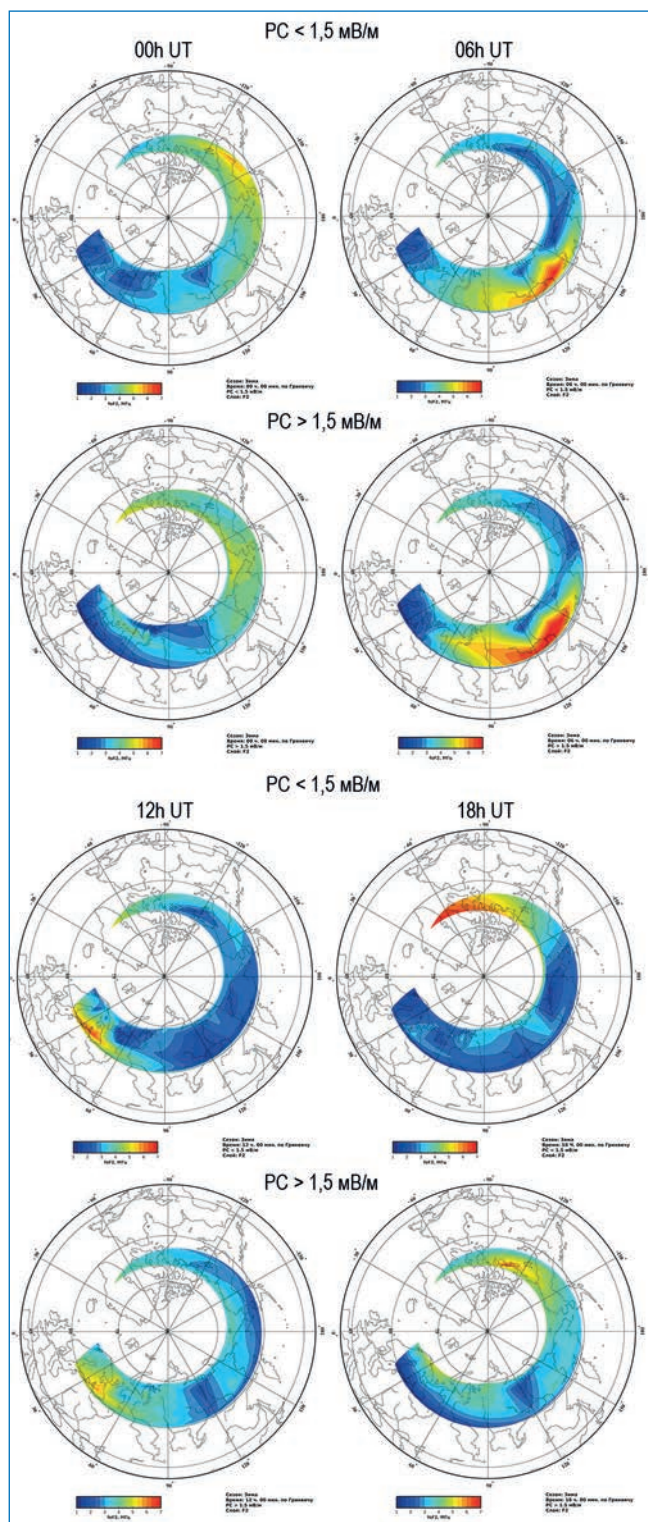
Рис. 2. Расчетные и измеренные профили температуры снежно-фирновой толщи в районе ст. Восток (слева) и восстановленные аномалии температуры поверхности ледника в период с 1940 по 2016 год (справа)



магнитных возмущений AL и Dst и сделан вывод о большей информативности PC -индекса в зимней полярной шапке (PC_{WINTER}).

Показана возможность стандартизации изменений критических частот f_0F_2 слоя в авроральной ионосфере с использованием PC -индекса в качестве калибровочного индикатора, что обеспечивает возможность мониторинга f_0F_2 слоя в авроральной ионосфере по оперативным данным о PC -индексе (рис. 3).

Рис. 3. Стандартизация вариаций критических частот f_0F_2 слоя в авроральной ионосфере с использованием PC -индекса в качестве калибровочного индикатора



Исследована зависимость межгодовых вариаций депрессии общего содержания озона (ОСО) в Антарктике («озоновой дыры») от вариаций УФ-излучения Солнца на средних (2–3 года) и длинных (~11 лет) периодах. Показано, что межгодовые изменения интенсивности «озоновой дыры» определяются особенностями квазидвухлетней осцилляции (КДО) зональных ветров в тропической зоне и сезонными закономерностями циркуляции между экваториальной и полярными областями атмосферы Земли (циркуляция Брюера–Добсона), что обуславливает строго ограниченное число возможных вариантов соотношения фаз цикла КДО с сезонами года и объясняет закономерности влияния крупномасштабной циркуляции на межгодовые флуктуации интенсивности «озоновой дыры» в Антарктике. На основании полученных результатов сделан прогноз мощности «озоновой дыры» в Антарктике на 2023 и 2024 годы, в соответствии с которым в оба эти года в высоких широтах Южного полушария ожидаются положительные аномалии ОСО и, следовательно, относительно слабые по мощности «озоновой дыры».

По данным наблюдений на станции Новолазаревская в период минимума 24–25 цикла солнечной активности (2021–2022 годы) подтвержден сделанный ранее вывод о том, что изменения солнечного ультрафиолетового излучения в диапазонах 280–315 нм и 315–400 нм связаны с циклическими вариациями магнитного поля Солнца.

Исследование процессов энергомассообмена между различными типами подстилающей поверхности и атмосферой в Антарктиде

В районе российской антарктической станции Беллинсгаузен в период сезонных работ 67-й РАЭ были выполнены синхронные измерения приходящей и отраженной солнечной радиации в диапазоне 400–700 нм (фотосинтетическая активная радиация — ФАР). Исследовались участки снежно-ледниковых покровов с помощью БПЛА Геоскан-401 (ООО «ГЕОСКАН», СПб). Синхронно с полетами БПЛА на поверхности ледника проводились измерения приходящей солнечной радиации в аналогичном диапазоне длин волн. На БПЛА был установлен специальный измерительный блок конструкции ААНИИ, включающий фотометр LQ-190SA (LICER, США), фотокамеру и инфракрасный термометр. Аналогичный фотометр входил в состав наземного блока, что позволило рассчитать величину альбедо, а также оценить альбедо с помощью специально разработанной методики, использующей яркостные характеристики подстилающей поверхности.

Объектом исследований был ледник Коллинз, являющийся частью ледникового купола Беллинсгаузен, расположенного в южной части острова Кинг-Джордж. Результаты определения альбедо с помощью БПЛА и наземного комплекса (рис. 4а) продемонстрировали перспективность использования БПЛА для получения оперативных оценок альбедо труднодоступных участков поверхности ледника. Именно здесь было зафиксировано резкое изменение значений альбедо от 80–85 % в районе купола до 30–35 % в зоне краевых трещин.

Здесь же наблюдается и наиболее интенсивное таяние на поверхности ледника, о чем свидетельствуют результаты термосъемки (рис. 4б). Повышение температуры поверхности суши к западу от кромки ледникового купола может быть связано с распространением талых вод в виде поверхностного ледникового стока.

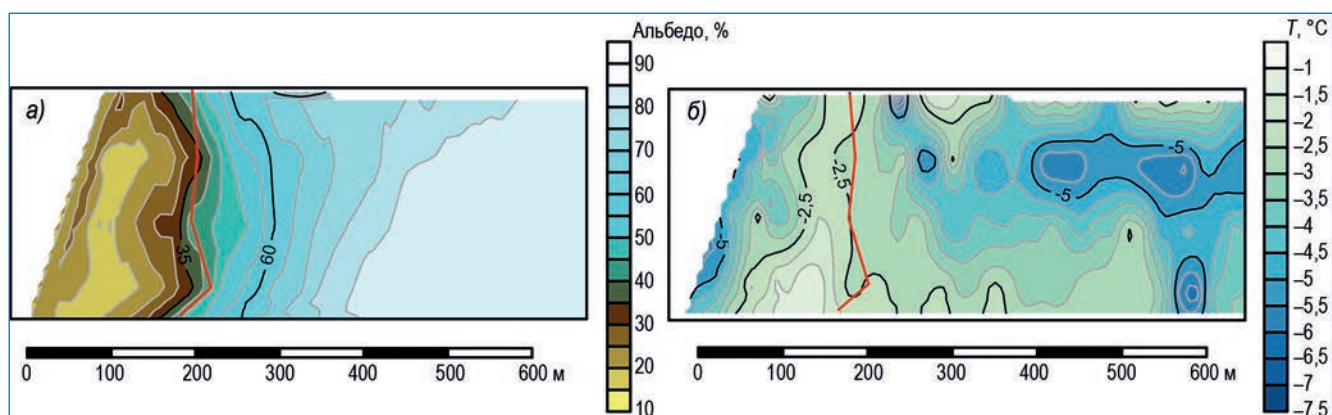


Рис. 4. Альbedo (а) и температура поверхности (б) ледника Коллинж. Красная линия — западная граница ледникового купола

На основе данных ежегодных Российских антарктических экспедиций и результатов исследований, выполненных в рамках настоящего проекта и предшествовавших ему аналогичных проектов, подготовлен обзор состояния климата Антарктики. Он включает данные мониторинга природной среды Антарктики за последние

десятилетия, результаты многолетних наблюдений за скоростью аккумуляции снега на станции Восток, а также результаты реконструкции климатических изменений за последние 2000 лет по данным кернов мелких скважин.

*В.Я. Липенков, Н.Н. Антипов, О.А. Трошичев,
Б.В. Иванов, А.В. Клепиков (ААНИИ)*

ПОИСК АРКТИЧЕСКИХ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ СИМБИОНТОВ В ДЕЛЬТЕ ЛЕНЫ И НА ПЛАТО ПУТОРАНА

Глобальное изменение климата, сопровождающееся повсеместным увеличением температуры, сильнее всего проявляется в полярных регионах Земли. В Арктике эти процессы сопровождаются постепенным увеличением глубины протаивания многолетнемерзлых пород и продолжительности периода вегетации, что ведет к существенной перестройке всей арктической экосистемы. Наблюдаемый эффект «позеленения» тундры сопровождается активным продвижением бореальных растительных сообществ на Север, вытеснением аборигенной флоры и заполнением новых экологических ниш. На таких территориях могут формироваться пастбищные фитоценозы, существенную часть которых составляют бобовые растения, вступающие в симбиотические взаимоотношения с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями (ризобиями). Такая взаимовыгодная стратегия позволяет бобовым растениям осваивать новые территории благодаря широкой экологической пластичности и устойчивости к стрессовым факторам окружающей среды, одним из которых является низкое содержание азота в почве. Бобовые растения являются основным источником белка как для травоядных сельскохозяйственных животных, так и для диких северных оленей и овцебыков.

Изучение биоразнообразия клубеньковых бактерий, образующих азотфиксирующие клубеньки на корнях арктических пастбищных и дикорастущих бобовых растений, позволит дополнить спектр видов этих бактерий и создать уникальную коллекцию ризобий как ценного генетического ресурса для использования в сельском хозяйстве в экстремальных условиях Арктики. Изучение симбиотических взаимодействий арктических бобовых и клубеньковых бактерий позволит получить уникальные фундаментальные знания об адаптации растений и микроорганизмов к экстремальным почвенно-климатическим условиям Арктики для их последующего использования в восстановлении нарушенных земель,

а также для оценки сельскохозяйственного потенциала бобово-ризобияльного симбиоза при формировании высокопродуктивных пастбищных фитоценозов в северных регионах России.

С целью поиска и сбора вегетативной части, семян и корневых клубеньков северных дикорастущих бобовых растений были проведены две экспедиции, организованные Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ, Санкт-Петербург) совместно с Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом (ААНИИ, Санкт-Петербург), в арктические заполярные регионы России.

Первая экспедиция в дельту реки Лены, на остров Самойловский (Республика Якутия (Саха)) состоялась в июле–августе 2021 года. Вторая экспедиция на плато Путорана (Красноярский край) была осуществлена в июле–августе 2022 года. Экспедиции были проведены в срок от начала цветения до созревания семян, чему способствовал короткий период вегетации бобовых в Арктике.

Методы и полевые исследования

Поиск, сбор и видовая идентификация бобовых растений проводились совместно с ботаниками Николаем Николаевичем Лащинским (Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН) в дельте реки Лены, а также Игорем Николаевичем и Еленой Борисовной Поспеловыми (Институт проблем экологии и эволюции РАН и ФГБУ «Заповедники Таймыра») на плато Путорана.

Для всех собранных видов растений были собраны корневые клубеньки, пробы ризосферной почвы и семена растений. Клубеньки и семена хранили в чистых бумажных конвертах и сушили при комнатной температуре. Образцы почвы собирали в чистые пластиковые пакеты и хранили при +4 °С. Все образцы почв, семян и клу-

беньков были доставлены в лабораторию ВНИИСХМ для выделения клубеньковых бактерий и постановки микро-вегетационных опытов.

Район дельты Лены и окрестности Тикси

До отправления на научный стационар «Остров Самойловский» сбор клубеньков растений проводился на сопках бухты Тикси и в районе труднодоступного озера Севастьян-Кюеле. В этих же точках в конце экспедиции были собраны семена растений. Возможности и оснащенность исследовательской станции на о. Самойловский в дельте р. Лены (72° 22' с. ш., 126° 30' в. д), где в течение многих лет активно проводились совместные российско-германские исследования широкого научного спектра, позволили выполнить подробные ботанические исследования самого острова, а также различных частей дельты р. Лены — на островах Курунгнах-Сисе и Тит-Ары, на правом берегу р. Лены — в районе метеостанции им. Хабарова (Сокол) и в пойме реки Чинке.

Остров Самойловский расположен в южной части дельты реки Лены за Северным полярным кругом. В геоморфологическом отношении остров отчетливо делится на две части, различные по возрасту и генезису. На две трети остров занимает поверхность первой террасы, а одну треть в западной части острова составляет поверхность высокой поймы, подверженной сезонным подтоплениям речными водами.

Таблица 1

Список бобовых растений и количество клубеньков, собранных в ходе экспедиции «Лена-2021»

Видовая принадлежность	Кол-во популяций	Места сбора	Кол-во клубеньков
<i>Oxytropis nigrescens</i>	4	бухта Тикси озеро Севастьян-Кюеле остров Самойловский метеостанция им. Хабарова	96
<i>Astragalus norvegicus</i>	4	бухта Тикси остров Самойловский остров Курунгнах, гора Америка-Хая правый берег р. Лены, пойма р. Чинке	96
<i>Hedysarum arcticum</i>	4	озеро Севастьян-Кюеле остров Самойловский, терраса остров Курунгнах, гора Америка Хая-1 остров Курунгнах, гора Америка Хая-2	105
<i>Oxytropis adamsiana</i>	3	бухта Тикси озеро Севастьян-Кюеле остров Самойловский	85
<i>Astragalus umbellatus</i>	3	бухта Тикси остров Самойловский остров Курунгнах, гора Америка Хая-1	116
<i>Astragalus alpinus</i>	2	бухта Тикси остров Самойловский	62
<i>Astragalus frigidus</i>	2	остров Тит-Ары, терраса правый берег р. Лены, пойма р. Чинке	58
<i>Astragalus tugarinovii</i>	2	озеро Севастьян-Кюеле остров Курунгнах	41
<i>Oxytropis taimyrensis</i>	1	озеро Севастьян-Кюеле	48
<i>Oxytropis mertensiana</i>	1	бухта Тикси	65
<i>Oxytropis sordida</i>	1	правый берег р. Лены, метеостанция им. Хабарова	28
<i>Lathyrus palustris</i>	3	остров Самойловский, пойма-1 остров Самойловский, пойма-2 Тикси, дорога в порт	70
<i>Vicia cracca</i>	2	остров Самойловский, пойма-1 Тикси, дорога в порт	58

Поселок Тикси (71°38'12" с. ш. 128°52'04" в. д.) расположен на берегу одноименной бухты в южной части моря Лаптевых. Флора горная умеренно-арктическая.

Всего за период с 14 июля по 14 августа 2021 года было собрано 13 видов бобовых растений, относящихся к 5 родам (*Astragalus*, *Oxytropis*, *Hedysarum*, *Vicia* и *Lathyrus*) (табл. 1). По имеющимся литературным данным, на исследуемом участке дельты Лены произрастает около 20 видов бобовых растений (Лабутин Ю.В. и др. Флора и фауна дельты реки Лена. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1985. 140 с.). Таким образом, было найдено более половины всех видов произрастающих здесь бобовых. Для большинства видов были собраны две-четыре популяции из разных районов дельты реки Лены. Одиночные популяции были найдены только для таких видов остролодочника, как *O. taimyrensis*, *O. mertensiana*, *O. sordida*.

Популяции бобового растения чина болотная *Lathyrus palustris* на острове Самойловский были (совместно с Н.Н. Лацинским) обнаружены впервые. Ранее этот вид был описан только в поселке Тикси [Николин Е.Г., Якшина И.А. Внедрение бореальных элементов флоры в арктическую Якутию (пос. Тикси). Экологический вестник Северного Кавказа. 2017. Т. 13, № 3. С. 36–37]. Следует отметить, что представители чины и вики (мышинный горошек, *Vicia cracca*) являются заносными видами в этих районах, произрастающими в основном в низкой пойме реки, куда могли попасть с течением, или вдоль дорог около портовой территории, где происходит разгрузка судов.

Анализ образцов почв дельты реки Лены показал, что степень обеспеченности почв фосфатами и подвижным азотом варьировала от очень низких до высоких значений, а содержание гумуса варьировало от очень низких до средних значений. Результаты показывают, что в местах неглубокого протаивания мерзлоты наблюдается повышенное содержание гумуса и очень низкое содержание фосфатов и подвижного азота и, наоборот, в местах с более мощным сезонно-талым слоем содержание гумуса резко падает и повышаются значения фосфатов и азота. Это говорит о том, что в местах с маломощным сезонно-талым слоем почвенные микроорганизмы не успевают переработать органическое вещество, тем самым способствуя его накоплению. В местах с более глубоким сезонно-талым слоем почвенная микрофлора активнее включается в процессы разложения органики. Таким образом, бобовые растения *A. alpinus*, *O. adamsiana* и *H. arcticum* дельты реки Лены растут на контрастных по содержанию углерода, азота и фосфора почвах в условиях сезонных процессов оттаивания и промерзания многолетнемерзлых пород. В таких условиях формирование азотфиксирующего симбиоза с клубеньковыми бактериями играет важную роль для роста и продуктивности растений, их адаптации к среде обитания и конкуренции за экологическое пространство.

Изучение именно таких симбиотических систем, образующихся в экстремальных почвенно-климатических условиях, может иметь значение для создания высокопродуктивных пастбищных фитоценозов на арктических территориях России.

Плато Путорана и окрестности Норильска

Полевые работы 2022 года проводились в районе озера Дулук на территории заповедника «Путоранский» (ФГБУ «Заповедники Таймыра») в рамках договора о сотрудничестве с ВНИИСХМ в области научно-исследовательской деятельности и на основании разрешения

на посещение заповедника «Путоранский», а также в окрестностях Норильска и Талнаха. Поиск растений был проведен на основании данных о ботанических находках исследователей, изучавших эти районы в предыдущие годы, а также в результате собственной поисковой деятельности.

Озеро Дулук находится в труднодоступном месте в 250 км к востоку от г. Норильска, к северу от озера Аян, в северо-восточной части плато Путорана на реке Дулук (р. Некулякит), вдоль которой плато обрывается крутыми уступами (800 и более м). Территория самого плато находится в зоне субарктического пояса, на границе тайги и тундры. В районе озера характерна быстрая смена и чередование разнообразных ландшафтов: горные тундры расположены рядом с лиственничным редколесьем. На вершине плато находится зона арктических каменистых пустынь с небольшими участками ледников. Растительность представлена в основном лиственничными лесами до высоты 300–350 м, редколесьем и кустарниковой тундрой на верхних участках склонов и поверхности плато (начиная с высоты 500–700 м). Наиболее возвышенные части преимущественно занимает каменистая и лишайниковая тундра. Удивительный, интересный, но суровый край.

Результаты видовой идентификации собранных растений и количество найденных на корнях клубеньков представлены в табл. 2. В окрестностях озера Дулук были найдены и отобраны астрагал альпийский (*Astragalus alpinus*), астрагал холодный (*Astragalus frigidus*), астрагал норвежский (*Astragalus norvegicus*), остролодочник Адамса (*Oxytropis adamsiana*) и копеечник арктический (*Hedysarum arcticum*). Особые условия произрастания были характерны для нескольких видов. Так, эндемичный

Таблица 2

Список бобовых растений и количество клубеньков, собранных в ходе экспедиции «Путорана-2022»

Видовая принадлежность	Кол-во популяций	Место сбора	Кол-во клубеньков
<i>Oxytropis adamsiana</i>	4	Талнах, Красные камни-1 Талнах, Красные камни-2 Талнах, Красные камни-3 озеро Дулук, 1-я осыпь	64
<i>Hedysarum arcticum</i>	2	Талнах, Красные камни берег озера Дулук	34
<i>Astragalus frigidus</i>	2	Норильск, пляж озера Долгое берег озера Дулук	65
<i>Oxytropis czekanowskii</i>	2	карьер севернее Талнаха Норильск, у храма	23
<i>Oxytropis putoranica</i>	2	берег верхнего Дулука Дулук, осыпь перед вершиной	38
<i>Oxytropis karga</i>	1	север Талнаха, пойма ручья	6
<i>Astragalus norvegicus</i>	1	берег озера Дулук	56
<i>Astragalus alpinus</i>	1	берег озера Дулук	34
<i>Astragalus tugarinovii</i>	1	озеро Дулук, 2-я осыпь	31
<i>Oxytropis nigrescens</i>	1	вершина плато на левом склоне верховья Дулука	24
<i>Oxytropis mertensiana</i>	1	луг перед вершиной плато на левом склоне верховья Дулук	39
<i>Oxytropis tichomirovii</i>	1	берег озера Дулук	16
<i>Astragalus schelichowii</i>	1	Норильск, мечеть	29
<i>Vicia cracca</i>	2	Норильск, около мечети Норильск, Валёк	24
<i>Lathyrus pratensis</i>	1	Норильск, Валёк	23
<i>Trifolium repens</i>	1	Норильск, Валёк	40



Остролодочник путоранский с бобами и семенами



Корневая система и клубеньки остролодочника путоранского



Остролодочник Адамса



Остролодочник Мертенса



Обильное цветение копеечника арктического (*Hedysarum arcticum*) в пойме перед станцией

вид остролодочник путоранский (*Oxytropis putoranica*) рос на каменистых осыпях выше озера на высоте 700–800 м над уровнем моря, но отдельные растения были найдены также вдоль сухих русел стекающих ручьев. Растение образует красивые довольно крупные подушки, почти белые из-за обильного серебристого длинномохнатого опушения. Остролодочник Мертенса (*Oxytropis mertensiana*) был найден только в одном месте — на влажном лугу перед самой вершиной плато (около 800 м над уровнем моря). Многочисленные растения остролодочника чернеющего (*Oxytropis nigrescens*) росли только на самой вершине плато. Интересные образцы были собраны также в самом Норильске и в окрестностях Талнаха (табл. 2).

На корнях растений из всех обнаруженных популяций бобовых были найдены симбиотические клубеньки. Их количество существенно варьировало в зависимости от вида растения (табл. 2). Состояние клубеньков также различалось, встречались молодые, зрелые, старые и отмершие (вероятно, прошлогодние) клубеньки. На фотографиях в качестве примера показан внешний вид остролодочника путоранского с бобами и семенами, его корневой системы и клубеньков в процессе выкапывания растения. Также показан внешний вид растений остролодочника Адамса и остролодочника Мертенса.

Результаты агрохимических анализов собранных образцов почв выявили значительную вариабельность по кислотности, содержанию фосфора и калия и азотистых соединений. Эти данные в дальнейшем будут использоваться для обсуждения и интерпретации результатов по биоразнообразию селектированных штаммов клубеньковых бактерий и их свойств.

Таким образом, в результате двух экспедиций был собран обширный биологический материал в виде гербария, семян и клубеньков арктических бобовых, а также образцы почв в местах произрастания этих видов растений. Собранный материал служит уникальным ресурсом для дальнейших экспериментов в лабораторных условиях, направленных на характеристику биоразнообразия клубеньковых бактерий и эволюции азотфиксирующего симбиоза. Так, клубеньки служат для выделения и изучения таксономического разнообразия клубеньковых бактерий бобовых растений. Выделенные штаммы будут детально охарактеризованы, изучены их культуральные

и физиологические свойства и идентифицированы различными генетическими методами. В результате впервые будет создана уникальная коллекция клубеньковых бактерий арктических бобовых растений, произрастающих в дельте реки Лены и на плато Путорана. Высока вероятность описания новых видов симбиотических бактерий. Штаммы будут депонированы в Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения (ФГБНУ ВНИИСХМ, Санкт-Петербург). В дальнейшем клубеньковые бактерии будут использованы для изучения становления специфичности и механизмов межмолекулярного взаимодействия клубеньковых бактерий и бобовых растений в ходе эволюции их симбиоза.

Важно отметить, что экспедиции были бы невозможны без содействия и помощи многих наших коллег. Так, мы особо благодарны ботаникам д-ру биол. наук Николаю Николаевичу Лащинскому и канд. биол. наук Игорю Николаевичу и д-ру биол. наук Елене Борисовне Поспеловой за помощь в сборе и идентификации бобовых и ценные советы. Выражаем благодарность руководству и координаторам экспедиции «Лена-2021» за прекрасную организацию и проведение экспедиции, а также коллективу научной станции на острове Самойловский, руководству заповедника «Усть-Ленский» и особенно Федору Селяхову за предоставление транспорта и комфортных условий проживания, что положительно сказалось на выполнении исследовательских задач.

Огромную благодарность выражаем администрации ФГБУ «Заповедники Таймыра» и особенно Н.Ю. Афанасову за неоценимую помощь в организации экспедиции. Участники группы впервые посетили плато Путорана и были покорены его уникальностью и суровой красотой, а озеро Дулук и его окрестности навсегда останутся в их памяти как одно из самых красивых мест.

Научные работы выполнялись в рамках проекта РНФ № 20-76-10042 конкурса «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых».

*И.А. Алехина (ААНИИ),
А.А. Белимов, Д.С. Карлов (ВНИИСХМ).
Фото И.А. Алехиной*

ИТОГИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И НАБЛЮДЕНИЙ НА НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА МЫС БАРАНОВА» В 2021–2022 ГОДАХ

Для понимания причин возникновения, последующего существования и трансформации какого-либо явления необходимы сбор, накопление, обработка и анализ большого числа разрозненных данных, характеризующих существование этого явления во времени и в пространстве. Совокупность этих мероприятий принято кратко именовать мониторингом. Сегодня наука и ее прикладные отрасли по большей части являются делом больших коллективов, больших объемов информации — *big data* — и больших вычислительных мощностей. Это обстоятельство, по очевидным причинам, отнюдь не умаляет значения каждого отдельного элемента общей системы — наблюдательной сети, но, напротив, заключая в рамки унифицированных требований, утверждает его.

Мониторинг погоды- и климатообразующих параметров природной среды на территории России обеспечивает наблюдательная сеть Росгидромета, являющаяся одновременно составной частью глобальной сети. Научно-исследовательский стационар (НИС) «Ледовая база Мыс Баранова» ФГБУ «АНИИ» является одним из самых северных расположенных на суше элементов наблюдательной сети Росгидромета. Принимая во внима-

ние обширный состав и объем выполняемых наблюдений, можно говорить о том, что стационар практически функционирует в статусе гидрометеорологической обсерватории. Наблюдения на стационаре ведутся с 2013 года на основании акта открытия гидрометеорологической станции «Ледовая база Мыс Баранова» с присвоением синоптического индекса «20094».

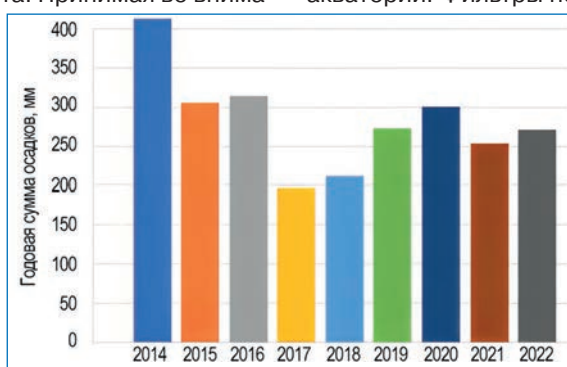
В сентябре 2022 года НЭС «Академик Трёшников» произвело очередную смену зимовочного состава на стационаре. Отчеты отрядов и в целом экспедиции, накопленные массивы информации переданы в Государственные фонды данных. Предварительные итоги экспедиции обсуждены и одобрены на заседании Ученого совета АНИИ в декабре 2022 года. Ниже представлен краткий обзор погодноклиматической ситуации в районе расположения НИС (мыс Баранова, о. Большевик, архипелаг Северная Земля) в период с сентября 2021 года по сентябрь 2022 года и основных результатов экспедиции.

В соответствии с программой работ на стационаре зимовочным составом выполнен годовой цикл наблюдений и исследований в области метеорологии, аэрологии, геофизики, ледоведения и океанографии. В полном объеме выполнены программы стандартных метеорологических и актинометрических наблюдений, включая наблюдения радиационного баланса в рамках программы БСРН (Базовая сеть радиационных наблюдений) ВМО.

В течение года выполнялись специальные метеорологические наблюдения по 13 проектам, разработанным и реализуемым в сотрудничестве с научно-исследовательскими учреждениями Росгидромета и Российской академии наук (РАН). Большая часть проектов отвечает

целям и задачам важнейшего инновационного проекта государственного значения, направленного на создание единой национальной системы мониторинга климатически активных веществ (распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2022 г. № 2515р). Только с Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова, являющейся Климатическим центром Росгидромета, ведутся наблюдения в рамках пяти совместных исследовательских проектов, ориентированных на мониторинг газового состава приземного слоя атмосферы (CH_4 , CO_2 , O_3 , SO_2 , CO , водяной пар), на аэрозольное загрязнение атмосферы, на исследования процессов массо-, газо- и энергообмена между атмосферой и верхним слоем грунта. Ведутся дистанционные наблюдения температуры атмосферы до высоты 1000 м, измерения характеристик атмосферного электричества, наблюдения за морфометрическими характеристиками снега, отбор проб воды и снега для гео- и гидрохимических анализов.

В рамках сотрудничества с Тихоокеанским океанологическим институтом им. В.И. Ильичева (ТОИ) Дальневосточного отделения (ДВО) РАН осуществляется отбор аэрозолей на стационарном полигоне вблизи морской акватории. Фильтры пересылаются в ТОИ ДВО РАН для



Годовые суммы осадков (мм) на НИС за период 2014–2022 годов

лабораторной аналитической обработки. Расчеты потоков осадочного материала выполняются с использованием данных метеорологических наблюдений. В сотрудничестве с Институтом оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения РАН выполняются исследования аэрозольно-оптических характеристик атмосферы и микрофизических параметров аэрозоля в приземном слое воздуха.

Выполненные метеорологические наблюдения позволяют констатировать, что характер погоды в течение 2021–2022 годов вполне соответствовал климатическим характеристикам для данного района. Устойчивый снежный покров наблюдался с 01.09.2021 по 30.06.2022. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°C в сторону положительных температур был отмечен 12.07.2022. Как неординарное погодное явление следует упомянуть грозу, отмеченную на удалении от станции 28.07.2022. В этот же день была зарегистрирована и максимальная в летний сезон 2022 года температура воздуха $+11,2^\circ\text{C}$. За описываемый период отмечены редкие в высоких широтах формы облачности: кучевая (Cu) наблюдалась в январе (дважды); кучево-дождевая (Cb) отмечена в сентябре 2021 года, в апреле и мае 2022 года. Минимальная температура воздуха составила $-35,6^\circ\text{C}$ (06.01.2022). Из представленного на рисунке графика годовых сумм осадков за предшествующий восьмилетний период видно, что наметившаяся в период 2017–2020 годов тенденция к росту количества осадков не находит подтверждения в последние два года.

Максимальной силы ветры наблюдались в середине февраля, когда отмечалась средняя скорость ветра с юго-запада в 26 м/с и 32 м/с в порывах. За

девятiletний период наблюдений ветры максимальной силы наблюдались в зимне-весенний период — с января по апрель, но отмечались также в июне (2019 год) и в июле (2016 год). Средняя за год скорость ветра в период 2021–2022 годов составила 6,5 м/с.

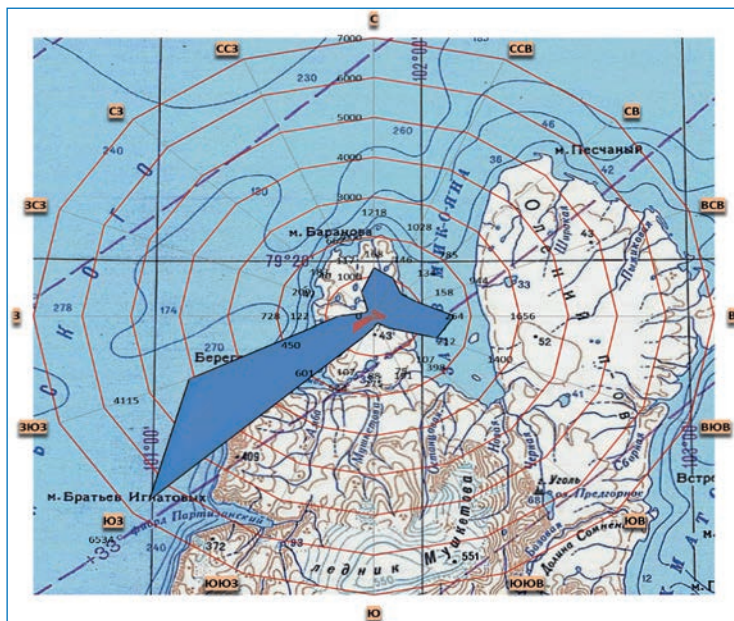
В соответствии с климатической нормой в период наблюдений доминировали юго-западные ветры. При этом участились ветры с северо-востока (см. рисунок). Указанное распределение направления скорости ветра и его

причины были подробно изучены в рамках совместных исследований ученых ААНИИ и Трирского университета (Германия) в рамках совместного эксперимента, выполненного на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» в период 2017–2020 годов.

Выполнение программы температурно-ветрового зондирования атмосферы успешно обеспечено при использовании базовой станции системы радиозондирования отечественного производства БС СР «ПОЛЮС»-С с радиозондом МРЗ-Н1. Средняя высота зондирования составляла около 30 км, а максимальные высоты превышали 34 км. Отслежена динамика высотного расположения тропопаузы, которое изменялось в широком диапазоне от 5 до 13 км.

По данным стандартных ледовых наблюдений выявлены особенности ледового режима в отчетный период. Ледовая обстановка в целом характеризовалась стабильностью. Наибольшие изменения обстановки связаны с состоянием полыни в море Лаптевых, край которой находился в 15–20 км к северо-востоку от стационара. Максимальная средняя толщина льда на ледовом промерном полигоне была достигнута в конце июня 2022 года и составляла 150 см. Максимальная абсолютная толщина — 169 см. Проведены углубленные исследования морского льда в проливе Шокальского, включающие цикл морфометрических наблюдений на ледовом полигоне, а также наблюдения за вертикальным распределением характеристик прочности льда с применением скважинного зонд-индентора, испытания прочности образцов льда с помощью гидравлического пресса, работы по изучению прочности льда на изгиб.

Совместно с Федеральным исследовательским центром комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова (ФИЦКИА) Уральского отделения (УрО) РАН на стационаре с 2016 года функционирует пункт сейсмических наблюдений с целью получения наиболее полной информации о сейсмичности Баренцево-Карского региона. Наблюдения ведутся за сейсмическими событиями, обусловленными землетрясениями и локальными микросейсмами от динамики льдов, посредством сейсмометра СМЕ 4111-LT. Наблюдения за колебаниями грунта побережья ведутся с применением сейсмометра



Роза ветров по району НИС за период наблюдений сентябрь 2021 года — август 2022 года

комплекс океанологических наблюдений — два океанографических разреза поперек пролива (в апреле и мае 2022 года), ежесуточные и еженедельные STD-зондирования в двух определенных точках, серии измерений на фиксированных горизонтах температуры и солёности, длительные серии измерений течений (порядка пяти месяцев) и уровня моря (годовая серия). По совокупности полученной информации выявлены новые важные особенности режима течений в проливе, имеющих, как установлено ранее, реверсивный характер.

Однако новые данные позволяют оценить диапазон характерных временных масштабов, в которых происходит перестройка поля течений. Получено также экспериментальное подтверждение возникновения в ряде случаев существенных возмущений в термохалинной структуре вод в проливе под воздействием перестройки поля течений. Выявлены признаки неоднозначного воздействия донной топографии на характеристики течений и термохалинную структуру в зависимости от направления течения. Зарегистрированные термохалинные характеристики вод в проливе в первом полугодии 2022 года свидетельствуют, по-видимому, об относительном ослаблении залива трансформированных атлантических глубинных вод в этот район либо об их пониженном тепловом состоянии.

В области геофизических исследований велись наблюдения по геомагнетизму: измерения трех компонент магнитного поля Земли (МПЗ), модуля индукции полного вектора МПЗ, абсолютные измерения. Выполнялись спектральные наблюдения солнечной ультрафиолетовой (УФ) радиации, риометрические наблюдения. В автоматическом режиме выполнялось трансферное зондирование ионосферы, а также исследование условий распространения радиоволн дециметрового диапазона и параметров ионосферы методом наклонного радиозондирования. Данные наблюдений в оперативном режиме поступали в Полярный геофизический центр ААНИИ.

Объемы наблюдений и исследований в районе стационара традиционно возрастают в весенне-летне-осенний период с прибытием на НИС сезонных научных отрядов. В ходе сезонной экспедиции (06.04–01.12.2022) выполнены наблюдения и исследования в области

СМГ-6ТД. Данные наблюдений передаются непосредственно в ФИЦКИА УрО РАН. Отчетность о выделенных землетрясениях представляется в виде ежедекадного бюллетеня сейсмической станции «Северная Земля» (SVZ), ежемесячного сейсмического каталога Архангельской сети и карт, построенных на его основе.

С момента установления достаточно прочного и безопасного для проведения полевых работ припая в период с декабря по июнь в проливе Шокальского выполнен

гидрологии водных объектов суши, гляциологии, палеогеографии, а также гео-, гидрохимические наблюдения и топографо-геодезические работы.

В ходе работ выполнялись наблюдения за распределением снегозалегаания и водозапасом в снеге прилегающей территории. Проведены наблюдения за стоком воды с водосборов трех рек на четырех гидрологических постах. Выполнены гидролого-почвенные наблюдения в стационарных пунктах по семи мерзлотомерам. Получение метеоинформации с водосборов восточной экспозиции гидролого-криосферного полигона обеспечивалось установкой автоматической метеостанции «НОВО».

По результатам наблюдений, водозапас в снеге на начало теплого периода на водосборе реки Мушкетова составил 226 мм, что является наибольшим значением за период наблюдений 2017–2022 годов. Продолжительность теплого периода составила 77 дней, что на 9 дней меньше среднего значения, рассчитанного за 9 лет наблюдений (2014–2022 годы), и короче на 10 дней в сравнении с теплым периодом 2021 года. Внутри теплого периода отмечено уменьшение на 10 % числа дней с положительной среднесуточной температурой (63 дня при среднем за 9 лет — 70 дней). Число дней с отрицательной среднесуточной температурой соответствует среднему значению — 14 дней. Сезонный сток характеризовался более короткой продолжительностью периода стока и характеристиками гидрологического режима ниже среднего.

Оттаивание грунтов происходило достаточно синхронно по данным всех мерзлотомеров, тогда как существенные расхождения по глубине оттаивания наблюдались на участках различных экспозиций склонов и вследствие различного состава грунтов и наличия растительности. Единые с 2017 года методики измерений, наблюдений и обработки данных обеспечивают корректность сравнительного анализа результатов наблюдений разных лет. Также представляется возможным проведение качественной оценки полученных данных, рассматривая их в совокупности, для отработки методик организации и проведения водно-балансовых наблюдений.

В ходе гляциологических исследований в 2021 году впервые удалось получить данные о режиме температуры льда до глубины 10 м в течение годового цикла на леднике Мушкетова (высота 550 м), а в 2022 году их дополнить (см. рисунок). На этой глубине (10–12 м) происходит затухание сезонных колебаний температуры льда. При сравнении полученных данных с температурами льда на этой же глубине ледника Вавилова (о. Октябрьской Революции), расположенного севернее и выше ледника Мушкетова (700–720 м), оказалось, что и в 70–80-х годах XX века температуры льда в поверхностном слое льда на глубине затухания сезонных колебаний температур также изменялись в пределах минус 9–11 °С. Этот факт является подтверждением стабильности температурного режима ледников Северной Земли в последние десятилетия.

Данные снего-съемки на ледниках в период 2015–2022 годов показывают, что снегонакопление на ледниках колеблется от 210 до 300 мм в. э.

(водного эквивалента) на леднике Мушкетова и в многолетнем плане стабильно. В 2022 году влагозапас составил 259 мм в. э. Отметим, что южные и западные склоны ледников получают больше снега по сравнению с северными и восточными, отчего и выводные ледники, стекающие с ледниковых куполов в северном и восточном направлениях, отстают заметнее по сравнению с выводными ледниками южных и западных склонов.

В 2021 году в рамках программы CALM (Circumpolar Active Layer Monitoring — Циркумполярный мониторинг активного слоя) в районе озера Твердое разбит новый мерзлотный полигон в дополнение к полигону, расположенному вблизи стационара. Размеры нового полигона: 50 × 50 м. По данным наблюдений в сезон 2022 года на момент достижения максимальной глубины протаивания в середине августа средняя глубина протаивания на мерзлотном полигоне в районе НИС составила 22 см и на полигоне CALM — 39 см. Максимальные значения глубины протаивания могут существенно отличаться от средних значений, что связано с различным характером грунтов, наличием растительности, а также с микро-рельефом поверхности. Так, на полигоне вблизи НИС максимальное значение глубины протаивания составило 49 см и 95 см — на полигоне CALM.

В 2022 году продолжились наблюдения за уровнем озера Спартаковское, которое было полностью осушено летом 2021 года в результате сброса воды в прилегающий фьорд Спартак.

Были продолжены начатые в 2021 году работы по накоплению информации для построения цифровой модели рельефа озерной котловины — выполнена топографическая съемка не залитой водой восточной части дна озера. В период 25–30.07.2022 были выполнены три замера уровня озера, позволившие оценить скорость его заполнения талыми водами. Ежесуточный подъем уровня изменялся от 1,19 м/сутки в начале периода до 0,91 м/сутки к его окончанию, уменьшаясь по мере увеличения площади зеркала озера.

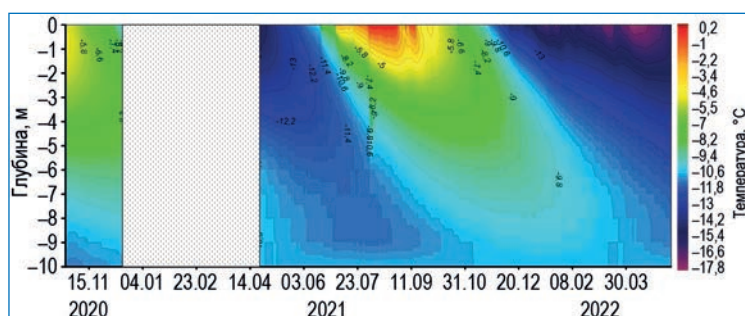
В ходе экспедиции выполнены обширные геохимические наблюдения в рамках мониторинга изотопного состава воды рек и водоемов, ледникового и морского льда и атмосферных осадков. Измерение полученных проб выполнялось на изотопном анализаторе Picarro I2140-i. В ААНИИ отправлено 547 проб для выполнения последующего анализа изотопного состава.

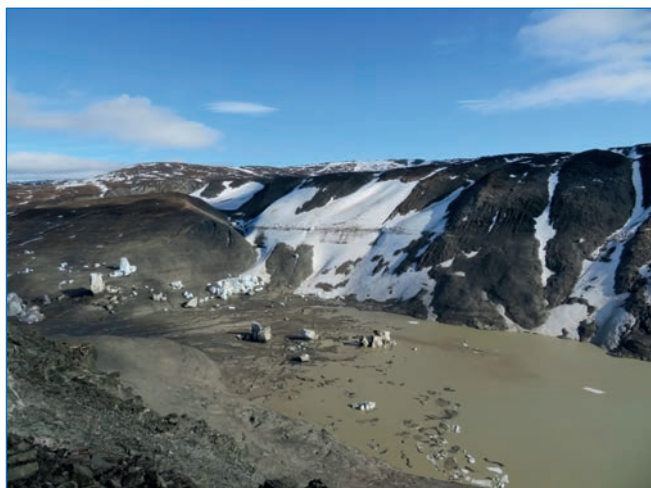
Выполнялось определение гидрохимических характеристик на гидрометрических створах водоемов в районе НИС на основе отбора проб воды из озер и рек с последующим анализом в лаборатории стационара. Произведена оценка санитарно-химического состояния используемых источников питьевой воды и сформировавшихся условий питьевого водоснабжения стационара. Проведено определение 1325 показателей, выполнено 2706 измерений.

Для последующих исследований в Санкт-Петербург отправлено 264 пробы.

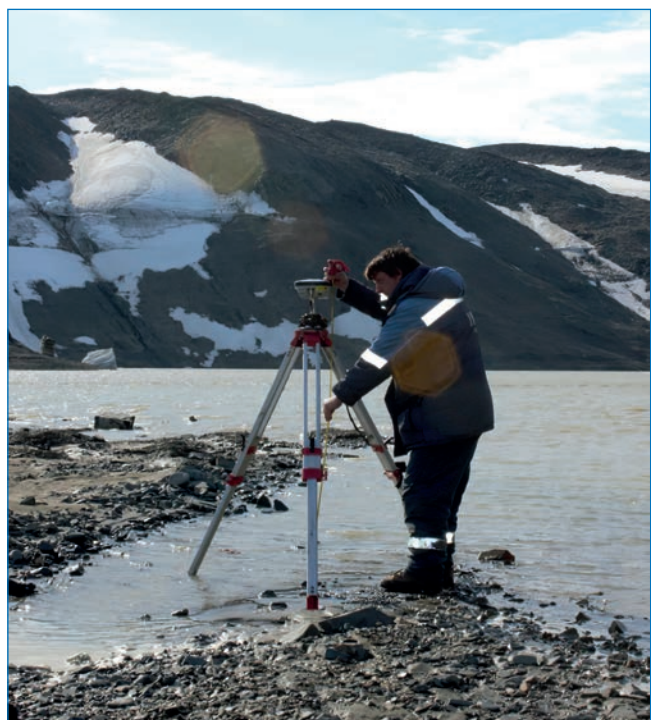
В ходе экспедиции в круглогодичном цикле широко использовался БПЛА мультироторного типа для наблюдения за ледовой обстановкой и состоянием подстилающей поверхности.

График распределения температуры в термометрической скважине на леднике Мушкетова





Чаша озера Спартаковское, заполняемая тальми водами. 25 июля 2022 года



Измерение уровня воды на оз. Спартаковское. 25 июля 2022 года

Результаты работы использованы океанологами, ледоисследователями, гидрологами суши, гляциологами, палеогеографами, метеорологами.

На территории НИС создан и в октябре 2022 года запущен в эксплуатацию пункт федеральной сети геодезических станций — ФСГС, необходимый для повышения точности определения координат на территории России и применения спутниковой системы ГЛОНАСС в системе геодезического и навигационного обеспечения. Работы выполнены АО «Аэрогеодезия» по поручению АО «Роскартография» в тесном сотрудничестве со специалистами ААНИИ.

Высокоширотной арктической экспедицией ведется последовательная работа по организации снежно-ледовой взлетно-посадочной полосы (ВПП) «Мыс Баранова». В период с апреля по сентябрь 2022 года проведен ряд подготовительных мероприятий: инспекция ВПП руководителем Красноярского управления Росавиации, выполнение комплекса геодезических и строительно-восстановительных работ, доставка на НИС оборудования и техники аэродромного обеспечения полетов. С ноября 2021 года ведется обустройство снежного покрытия на снежно-ледовой ВПП.

Снабжение НИС на предстоящий годичный период работы обеспечено НЭС «Академик Трёшников» 18–22 сентября 2022 года. На стационар доставлено 480 тонн груза, в частности дизельное топливо, оборудование для оснащения и обслуживания снежно-ледовой посадочной площадки «Мыс Баранова» и заправки воздушных судов, научное оборудование и материалы, продукты питания. Численность состава НИС в 2022/23 году составляет 20 человек.

В настоящее время стационар представляет собой опорную базу наблюдений в рамках мониторинга и научных исследований в области наук о Земле в высокоширотной части Арктической зоны РФ с развитой инфраструктурой и с реальной перспективой обеспечения транспортной доступности с применением авиационных средств в течение большей части года. С введением в строй НЭС «Северный полюс» возрастает роль стационара в вопросах авиационного обеспечения Ледостойкой самодвижущейся платформы.

*С.А. Семенов, В.Т. Соколов, В.Е. Соколова (ААНИИ).
Фото Г.Б. Лебедева*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МОРСКОГО ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ СНИМКОВ ИЗ ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА И РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ С РАЗЛИЧНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

Рост грузоперевозок по Северному морскому пути (СМП), освоение месторождений углеводородного сырья на шельфе арктических морей сопровождаются увеличением спроса потребителей на достоверную оперативную информацию о состоянии ледяного покрова, наличии благоприятных для ледового плавания районов нарушений сплошности, а также степени торосистости. При этом дополнительная информация о местонахождении айсбергов на трассах СМП будет способствовать

увеличению безопасности навигации. В повседневной практике ледового информационного обеспечения потребителей удовлетворить такие запросы можно только при широком использовании автоматизированных методов оценки состояния морского ледяного покрова по спутниковым данным. В ААНИИ разрабатывается ряд таких методов, в том числе метод оценки нарушений сплошности ледяного покрова (НСЛ) и обнаружения торосов.

Метод оценки нарушений сплошности ледяного покрова по данным оптических спектральных каналов

Последовательность используемых технологических процедур состоит из следующих этапов:

- создание облачной маски;
- бинаризация изображения;
- морфологическое прореживание;
- получение полигонов разводий;
- определение геометрических параметров разводий.

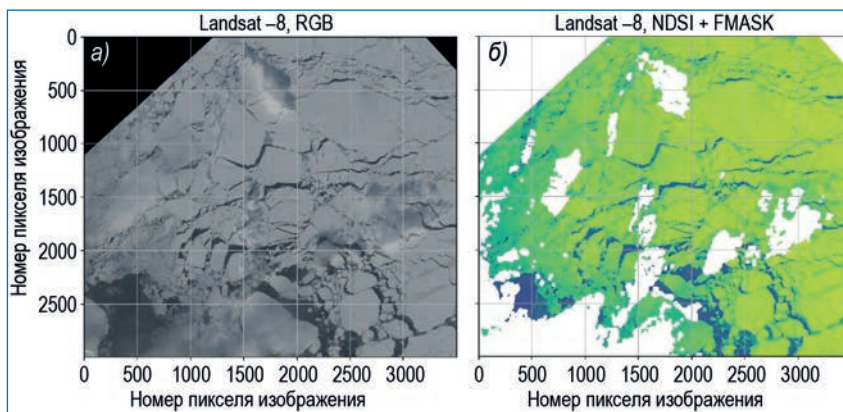
Для создания маски облачности при обнаружении НСЛ применяется алгоритм Fmask, разработанный в университете Коннектикута (США) для оптико-электронной аппаратуры ИСЗ Landsat 4-8, а затем адаптированный для Sentinel-2. В основе метода — дерево принятия ре-

шений, учитывающее яркость в нескольких спектральных каналах и нормализованный разностный снежный индекс (Normalized Difference Snow Index, NDSI). Величина NDSI определяется по выражению:

$$NDSI = (\rho\lambda(\text{green}) - \rho\lambda(\text{SWIR1})) / (\rho\lambda(\text{green}) + \rho\lambda(\text{SWIR1})),$$

где $\rho\lambda(\text{green})$ — коэффициент отражения в зеленой области спектра (0,53–0,59 мкм — для Landsat-8), $\rho\lambda(\text{SWIR1})$ — коэффициент отражения в первом ближне-волновом канале Landsat-8 (1,57–1,65 мкм). По величине NDSI определяется порог, превышение которого означает, что данный пиксель входит в класс «облачность». Для Landsat-8 облачный порог NDSI > 0,6.

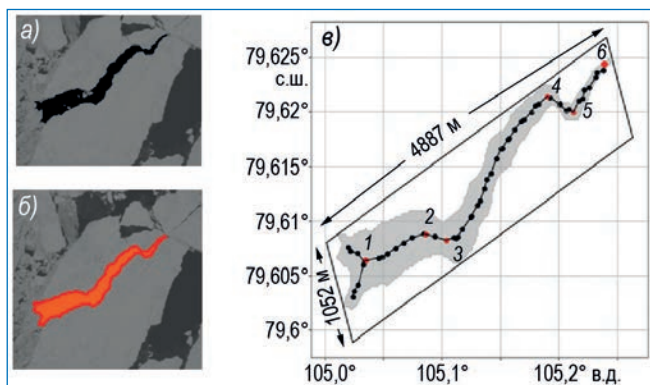
В результате последовательного применения правил дерева решения к входному снимку по алгоритму Fmask выделяются несколько классов: облачность, тени от облаков, вода, снег и безоблачная территория.



Нанесение маски облачности на снимок Landsat-8: а) фрагмент исходного снимка; б) облачная маска с использованием индекса NDSI и алгоритма Fmask

Определение геометрических параметров разводий

Для вычисления длины полигонов используется метод наименьшего повернутого прямоугольника, окружающего многоугольник (пакет вычислительной геометрии Shapely 1.6 Python).

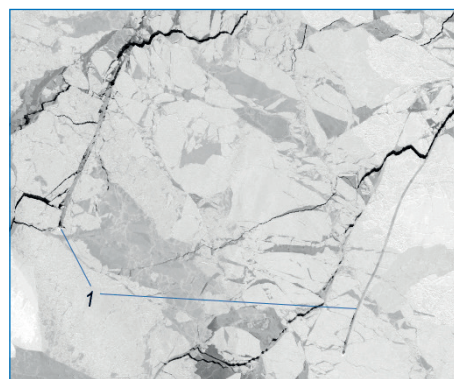


Пример определения на снимке Landsat-8 геометрических параметров разводий, включая длину, ширину и точки перегиба:

- а) фрагмент снимка; б) разводье на снимке (красный цвет);
- в) длина, ширина разводья и точки перегиба

Помимо оценки геометрических параметров разводий спутниковые снимки позволяют определить причину возникновения обнаруженных НСЛ — вызваны ли они атмосферным воздействием (прохождением циклонов и пр.), связаны ли с приливными явлениями или обусловлены взломом льда при ледокольной проводке. Отдельный случай представляют ситуации возникновения разводий, образующихся при воздействии дрей-

фующего ледяного покрова на айсберги, сидящие на мели. На спутниковом снимке при этом наблюдаются серии однонаправленных линий, исходящих из разных точек. Анализ серии последовательных снимков показывает, что в этих точках находятся айсберги, а сам район их нахождения представляет опасность для навигации. Особенно часто такие ситуации наблюдаются в западной части моря Лаптевых у побережья Северной Земли.



Пример обнаружения среди дрейфующих льдов разводий, образованных айсбергами (1), сидящими на мели. 15 марта 2022 года. Море Лаптевых

Оценка торосистости морского ледяного покрова по спутниковым данным

Для обнаружения торосов на спутниковых снимках радиолокатора с синтезированной апертурой (РСА) применяется метод расчета текстурных характеристик (ТХ) для HH- и HV-каналов Sentinel-1 и выбор оптимальных ТХ. Текстурные характеристики вычисляются по методу

Характеристика по матрице совместной встречаемости уровней яркости (МСВ).

Алгоритм обнаружения торосов состоит из нескольких этапов:

- этап предварительной обработки,
- расчет дополнительных параметров PCA-изображения — текстурных характеристик,
- преобразование полученных ТХ в двоичную карту пикселей, маркирующих торосистые образования с помощью различных алгоритмов фильтрации,
- процедура обнаружения и сегментации, которая разбивает сеть пикселей двоичной карты на минимально возможные сегменты,
- алгоритм повторного объединения, где оценивается вероятность принадлежности различных сегментов к одному объекту, а затем все сегменты соединяются.

Предварительная обработка PCA-изображения

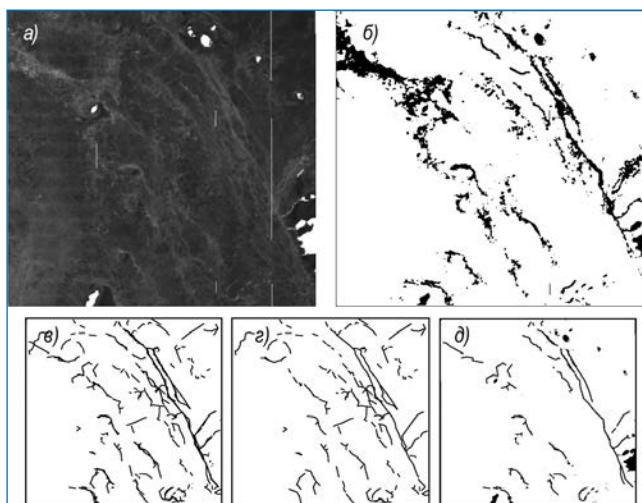
Предварительная обработка включает маскирование областей суши и коррекцию значений обратного рассеяния: для изображения в НН-поляризации для этого используется зависимость сигнала от угла падения, а для НВ-канала применяется процедура подавления шума по метаданным снимка. Полученные в результате значения удельной эффективной поверхности рассеяния (УЭПР) для обоих каналов нормируются в заданном диапазоне, определяемом по PCA-снимкам, выбранным для дальнейшего обучения алгоритма.

Расчет текстурных характеристик для скорректированных PCA-изображений

Для построения МСВ весь диапазон значений яркости PCA-изображения разбивается на интервалы — уровни квантования K , внутри которых все яркости считаются одинаковыми. МСВ строится для разных направлений (0° , 45° , 90° , 135°) и расстояний между соседними пикселями d в скользящем окне W . Для каждого направления с определенным расстоянием создается собственная матрица, в каждую ячейку (i, j) которой в качестве меры записывается вероятность того, что разделенные расстоянием d пиксели имеют яркости i и j . Размерность матрицы по вертикали и горизонтали равна числу использованных уровней яркости K . По каждой МСВ вычисляется несколько ТХ, затем скользящее окно смещается на шаг и расчеты повторяются. Текстуальные характеристики вычисляются для двух поляризационных каналов изображения по каждому направлению, каждая ТХ в дальнейшем подвергается осреднению по четырем направлениям. Шаг смещения скользящего окна определяется экспериментально.

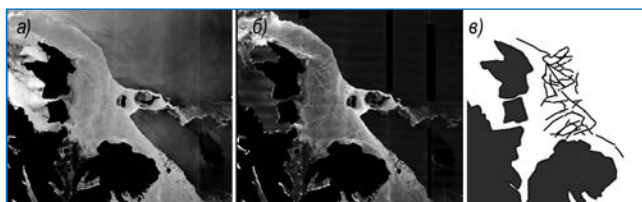
В процессе разработки метода выделения торосов определено два различных набора ТХ, содержащих оптимальное количество характеристик, в зависимости от сезона. Оба этих набора позволяли оптимизировать вычислительный процесс с обеспечением достаточной достоверности выделения торосов при необходимом быстродействии процесса.

На этапе фильтрации и обнаружения краев видимость более слабых зон деформации усиливается за счет эквализации гистограммы. На следующем шаге элементы деформации отделяются от фона. Для этого используется разностный фильтр Гаусса (Difference of Gaussians — DoG), позволяющий учитывать различные масштабы объектов. Фильтр DoG подавляет мелкомасштабный шум, а также крупномасштабные компоненты, представляющие однородные области изображения.



Пример определения торосов по PCA-данным Sentinel-1B от 09.04.2021 для НВ-поляризации. Арктический бассейн:

- а) — текстурная характеристика PCA-изображения после выравнения гистограммы; б) — сегментированное бинарное изображение после фильтрации разностным фильтром Гаусса; в), г) и д) — обнаруженные объекты с разным значением I_{min}



Пример определения торосов по PCA-данным Sentinel-1A (10.07.2015, Шлицберген):

- а) — НН-поляризация; б) — НВ-поляризация; в) — обнаруженные объекты

На этапе постобработки удаляют остаточный шум в виде несвязанных небольших отрезков. Минимальный размер обнаруженных объектов I_{min} может регулироваться пользователем. Сегменты-линии соединяются друг с другом, если разница в их ориентации менее 10° , а расстояние между конечными точками менее допустимого диапазона (4–5 пикселей). Длина объекта определяется подсчетом пикселей.

Выводы

– Построенные в автоматизированном режиме по спутниковым данным ледовые карты с нанесенными нарушениями сплошности и грядами торосов могут быть задействованы в оперативном режиме, в частности для прокладки маршрутов судов во время проводок.

– Полученные по спутниковым снимкам карты нарушений сплошности ледяного покрова могут использоваться для верификации методик прогнозирования НСЛ.

– Оперативные спутниковые данные о реальной ледовой обстановке в сочетании с прогностической информацией, а также данными об айсберговой опасности позволяют повысить эффективность плавания по СМП.

Благодарности. Часть исследований в данной работе выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант 23-27-00122.

В.Г. Смирнов, И.А. Бычкова, Н.Ю. Захваткина, К.Г. Кортикова (АНИИ)

РАБОТА ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ НА СТАНЦИИ БЕЛЛИНСГАУЗЕН В СЕЗОН 68-й РАЭ

Основными задачами работ на острове Кинг-Джордж (Ватерлоо) в 2022/23 году было изучение динамики ледникового купола Беллинсгаузен и особенностей таяния вечной мерзлоты на полуострове Файлдс, где расположена российская научная антарктическая станция Беллинсгаузен.

Гляциологическая группа, состоящая из двух сотрудников Института географии РАН, работала главным образом на ледниковом куполе Беллинсгаузен, расположенном в 3,5 км к северо-востоку от станции Беллинсгаузен. Первые работы на куполе проводились в 1968–1971 годах советскими учеными, в дальнейшем здесь в 1992–1995 годах работали китайские исследователи, в 1999–2008 годах работы продолжили ученые из Германии. Российские исследования ледникового купола возобновились в 2007 году и продолжаются до настоящего времени. До конца XX века купол, как считалось, находился в стабильном состоянии, а в дальнейшем его поверхность стала понижаться.

В 2022 году в сезон 68-й РАЭ гляциологическая группа прибыла на станцию Беллинсгаузен из чилийского города Пунта-Аренас на бразильском судне «Максимиано» в ночь на 10 ноября. Начало сезона определялось временем максимального накопления снега, измерение которого позволило определить зимний баланс массы льда на ледниковом куполе. В течение первых 10 дней по прибытии была проведена площадная снегомерная съемка всей территории ледникового купола (площадь около 9 км²), которая включала измерения толщины снега в узлах сетки 250×250 м с фиксацией положения точек при помощи GPS. Всего было выполнено более 200 точек измерений, что позволило построить карту толщины снега на всю территорию ледникового купола. Минимальная толщина снега на куполе составила 74 см, а максимальная — 311 см, при средней — 164 см. Как и в предыдущие годы, максимум снегонакопления был отмечен на юго-восточном склоне купола неподалеку от его вершины. Это говорит о том, что в зимнее время преобладают северо-западные ветры, которые и сметаю выпадающий снег с вершины купола на его юго-восточный склон. Сравнение с подобными картами толщины снега предыдущих лет позволяет отследить изменения распределения снега на куполе и связать их с зимними климатическими параметрами. С учетом измерения плотности снега, выполненного в шурфах на разных высотах купола, удалось вычислить приходную часть баланса массы ледникового купола за зиму 2022 года, то есть зимний баланс массы.

Несколько осложнили снегомерную съемку отсутствие транспорта до ледникового купола и постоянные густые туманы, при которых приходилось двигаться по куполу, только ориентируясь на GPS.

Для получения летней составляющей баланса массы в течение летнего сезона еженедельно проводились измерения высоты абляционных реек, установленных на поверхности ледникового купола, а также толщины снега у них (при наличии). Кроме того, измерялась толщина наложенного льда у реек. Всего на поверхности купола

установлено 29 реек, расположенных по профилям: по одному на восточном, южном, юго-западном склонах и два на западном. Еженедельные измерения реек позволяют проследить динамику таяния снега и льда и зависимость таяния от температуры воздуха и количества выпавших осадков. Для сравнения используются данные по температуре воздуха на метеостанции Беллинсгаузен. По мере вытаивания изо льда абляционные рейки устанавливались в новые скважины, создаваемые при помощи штатного винтового бура для льда, который имеется на станции. Измерение высоты реек проводилось с помощью рулетки, а для измерения толщины снега у реек использовался металлический щуп.

При просачивании талой воды в снег в его основании на контакте с холодным льдом весной вырастает слой так называемого наложенного льда. Поскольку наложенный лед относится к приходной части баланса массы, то его толщину необходимо измерять, чтобы понимать состояние ледника в каждой конкретной точке. Щуп не способен пробить слой наложенного льда, поэтому для определения его толщины был использован кольцевой бур диаметром 10 см. Средняя толщина наложенного льда колеблется около 15 см при разбросе от 8 до 23 см. Эти измерения проводились после стаивания снежной толщине у каждой абляционной рейки. При таянии наложенного льда общий баланс массы у данной рейки является отрицательным, а при сохранении наложенного льда — положительным. Важность измерения толщины наложенного льда определялась еще и тем, что из-за пандемии ковида наблюдения в сезон 67-й РАЭ продлились всего один месяц и завершились еще до окончания сезона абляции на ледниковом куполе, в конце февраля 2022 года, то есть в сезон 67-й РАЭ не удалось получить данные не только для зимнего, но и для летнего баланса массы. Все абляционные рейки на ледниковом куполе с прошлого сезона сохранились. Поскольку наложенный лед возникает в основании снега, то его нижняя граница маркирует максимальную высоту рейки в конце летнего периода. Значит, зная толщину наложенного льда там, где снег стаивал полностью, можно было оценить величину таяния на каждой рейке в предыдущий сезон абляции. Таким способом нам удалось восстановить величину таяния в предыдущий сезон абляции почти полностью, что позволит восстановить летний баланс массы 2022 года. Установить зимний баланс массы на куполе за 2021/22 год будет сложнее, поскольку к нашему появлению на ледниковом куполе в конце января 2022 года снег сохранился только в верхней его части и связь снегонакопления на куполе и на метеостанции Беллинсгаузен очень слабая. Но, возможно, это удастся сделать по температурному градиенту таяния снега, рассчитанному по другим годам исследований. Чтобы избежать таких сложных расчетов, точность которых неизвестна, гораздо проще получить точные данные по динамике ледникового купола при продолжении регулярных наблюдений на нем.

В целом за время наблюдений на ледниковом куполе было отмечено несколько периодов с положительным



Бурение скважины во льду для абляционной рейки

балансом массы, что маркирует периоды некоторого понижения температуры воздуха в регионе Антарктического полуострова. Такие похолодания были отмечены в 2009/10, 2010/11, 2012/13–2015/16, 2018/19 годах. Некоторые исследователи считают, что это связано с похолоданием климата на Антарктическом полуострове. Однако в последние годы периоды с пониженной температурой воздуха перемежаются с очень теплыми годами, как, например, в 2019/20 году, когда летнее таяние снега и льда на куполе оказалось самым интенсивным за весь период наблюдений. Поэтому тенденцию изменения баланса массы на куполе и хода летних температур можно будет оценить только через некоторое время.

Обычно Антарктику представляют как зону чистого льда и снега. На самом деле это не так. Снег не совсем белый из-за пыли, которую приносит с окружающих

многочисленных скальных поверхностей на полуострове Файлдс, которые зимой не закрываются снегом. Не является чистым и ледниковый лед на куполе Беллинсгаузен. Дело в том, что в толще льда много прослоек вулканического пепла, который был принесен с вулкана Десепшен, находящегося в 120 км к запад-юго-западу от ледникового купола. Извержения происходили довольно часто, поэтому таких прослоек по льду много. Последнее извержение, пепел которого попал на купол Беллинсгаузен, было в 1970 году. Когда снег и наложенный лед на поверхности ледникового купола стаивают, то в обнажившемся ледниковом льду становятся видны пепловые прослойки. По мере таяния льда пепел водой сносится вниз по склону. Поскольку пепел темный, то он нагревается солнечной радиацией, формируя многочисленные криоконитовые стаканы

В ледниковой пещере под пиком Горацио



самых разных размеров с диаметром от миллиметра до 10–15 см. Максимальная глубина таких стаканов не превышает 30–35 см. Формирование криоконитовых стаканов ускоряет таяние льда. Пепел, снесенный в нижнюю часть склона ледникового купола, местами создает почти сплошной пепловый слой на поверхности льда. Из-за этого такой «грязный» лед сильнее нагревается и тает значительно быстрее чистого льда, так что присутствие пепла во льду ледникового купола способствует усилению таяния льда. В нижней части ледникового купола отдельные кристаллы льда имеют размер от 10 см и выше. При протаивании в них частиц пепла лед на поверхности купола становится буквально ажурным из-за большого количества пустот, возникших в нем.

За период наблюдений с 2007 года в основании ледникового купола растаяло около 10 м ледникового льда. В сторону вершины ледникового купола слой таяния уменьшался. А к юго-востоку от вершины ледникового купола за это время произошло накопление не менее 3,5 м льда. Конечно, общий баланс массы ледникового купола с 2007 по 2023 год отрицательный. Но не следует забывать, что высота ледникового купола Беллинсгаузен всего 250 м над уровнем моря, однако даже на этом куполе есть участки накопления льда. Самая большая высота ледниковых куполов острова Кинг-Джордж (Ватерлоо) превышает 700 м над уровнем моря. Поскольку в среднем граница между областью абляции и аккумуляции проходит ниже 250 м над уровнем моря, то понятно, что на большей части острова накопление льда превышает его расход, который происходит как за счет таяния снега и льда, так и за счет откола айсбергов на выводных ледниках острова. Это также означает, что накопление массы на куполах острова не может идти беспредельно. В конце концов накопленная масса льда в верхней части куполов острова заставит выводные ледники двигаться быстрее и выносить больше льда в море в виде айсбергов. Когда начнется этот процесс, пока сказать невозможно, поскольку мы не знаем время отклика местных ледников на изменение массы. Но это должно неизбежно произойти.

Для изучения динамики активного слоя вечной мерзлоты, повсеместно распространенной на острове, проводились наблюдения на субширотном мерзлотном профиле, в состав которого входят 8 точек. В каждой точке с частотой раз в неделю измерялась толщина оттаявшего слоя грунта и температура грунта на разных глубинах. Это позволяет получить не только фактические данные для характеристики изменения активного слоя грунта в течение летнего сезона, а значит, и особенностей таяния сезонно-мерзлых и многолетнемерзлых пород, но и данные для проведения модельных расчетов. В целом к концу летнего сезона грунт в точках наблюдений оттаивает на глубину 1–1,5 м. За лето 2022/23 года толщина активного слоя несколько превысила среднее значение.

В дополнение к этим работам в начале сезона, пока был снег на территории станции Беллинсгаузен, проводились измерения величины испарения или конденсации на снег в процессе его таяния, что позволит оценить вклад этих процессов в таяние снега (ранее эти факторы не учитывались как неизвестные). В качестве испарителей использовались белые пластмассовые емкости объемом 0,5 л и портативные электронные весы. Емкости заполнялись снегом и устанавливались в углубления в снегу вровень с его поверхностью. Наблюдения

продлились около 2 месяцев и завершились 7 января 2023 года, когда снег на территории станции полностью исчез. После этого проводился эксперимент по изучению изменения изотопного состава воды при испарении в условиях морского климата. Для этого в емкости испарителя при понижении уровня воды отбирались пробы в пластмассовые пробирки для дальнейшего измерения изотопного состава воды в лабораторных условиях.

Также для проведения изотопного анализа ежедневно отбирались пробы воды из ручья Станционный и из всех выпадающих осадков. Отбор проб воды для изотопного анализа производился и из ручья Корабельный, протекающего по территории уругвайской станции Артигас, который питается в основном тальми водами с ледникового купола Беллинсгаузен. Пробы брались раз в неделю или чаще. Это позволит оценить вклад в речной сток разных составляющих: таяние снега и льда, сток выпавших осадков, таяние многолетней мерзлоты.

Поскольку последние несколько лет отличались достаточно теплыми летними сезонами, то на некоторых участках ледникового купола край льда стал отступать. На месте отступившего льда обнажились участки поверхности рельефа с остатками мертвого мха. Этот мох вырос до того, как его накрыло льдом. Мы отобрали образцы этого мха для радиоуглеродного датирования в надежде, что по времени гибели мха удастся более точно оценить, когда происходило наступление льда на ледниковом куполе. Возможно, по полученным данным датирования удастся также оценить примерную скорость наступления края льда. Это важно для палеогеографических построений на территории полуострова Файлдс.

В предыдущие годы на полуострове Файлдс и на краю ледникового купола было обнаружено несколько ледниковых пещер. Их изучение помогает понять, как такие полости внутри льда и подо льдом образовались и какое влияние на ледники они оказывают сейчас и могут оказать в будущем. В сезоне 68-й РАЭ было обследовано три ледниковых пещеры, оценено их состояние и характер изменений с предыдущего сезона абляции. Оказалось, что одна ледниковая пещера, расположенная в западной части полуострова Файлдс у пика Горацио, изменилась незначительно, в то время как две другие пещеры, расположенные к северу от ледникового купола Беллинсгаузен, претерпели серьезные изменения. Морская пещера сократилась в размерах из-за обрушения свода, а пещера под нунатаком уменьшилась в размерах из-за протаивания свода над значительным протяжением галерей.

В конце февраля была проведена серия измерений толщины оттаявшего слоя на площадке CALM в бухте Биологов в квадрате 100×100 м по сетке через каждые 10 м. Здесь также было отмечено превышение средних значений активного слоя многолетнемерзлых пород. В конце сезона планируется снять показания с датчиков температуры, установленных в грунте под разными видами растительности (лишайник, мох и щучка) и на площадке CALM, в скважине у метеоплощадки, а также с температурных датчиков на ледниковом куполе. Всё вместе после обработки полученных результатов поможет охарактеризовать современное состояние природного комплекса на полуострове Файлдс.

*Б.Р. Мавлюдов (Институт географии РАН).
Фото автора*

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕДИЦИИ К СЕВЕРНОМУ ПОЛЮСУ НА БОРТУ АТОМНОГО ЛЕДОКОЛА «50 ЛЕТ ПОБЕДЫ» В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2022 ГОДА

Одним из наиболее ярких проявлений климатических изменений в высоких широтах Северного полушария является сокращение площади и средней толщины морских льдов. Начиная с 1979 года (эра спутниковых наблюдений) в летний сезон наблюдается максимальное уменьшение площади льдов в Арктике, составляющее в сентябре порядка 45 %, с 1979 по 2017 год (Stroeve J., Notz D. Changing state of Arctic sea ice across all seasons // *Environmental Research Letters*. 2018. V. 13. № 10. 103001). Кроме того, толщина арктического ледяного покрова в зимние месяцы сократилась в среднем на 1,5 м за период 1979–2018 годов (Kwok R. Arctic sea ice thickness, volume and multiyear ice coverage: losses and coupled variability (1958–2018) // *Environmental Research Letters*. 2018. V. 13. № 10. 105005). В Северном Ледовитом океане уменьшилась доля старых льдов, которые в настоящее время покрывают менее трети всей его акватории, по сравнению с приблизительно 60 % в начале 1980-х годов.

В настоящее время основным источником данных о состоянии ледяного покрова являются спутниковые снимки различных диапазонов. Результатом их дешифрирования являются обзорные ледовые карты Северного Ледовитого океана и региональные ледовые карты Евразийской Арктики (<https://www.aari.ru/data/realtime>), которые в оперативном режиме составляются ледовыми экспертами центра «Север» Арктического и антарктического научно-исследовательского института (АНИИ). Основная задача ледового эксперта состоит в правильной интерпретации спутниковых изображений, что требует большого опыта и, по возможности, участия в экспедиционных работах (Афанасьева Е.В. и др. Применение данных судового телевизионного комплекса в оперативном гидрометеорологическом обеспечении морской деятельности на примере картирования толщины ледяного покрова в Арктике // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2022. № 68. Т. 2. С. 96–117).

Однако для валидации результатов дешифрирования снимков необходимо их сравнение с данными натурных измерений основных параметров ледяного покрова.

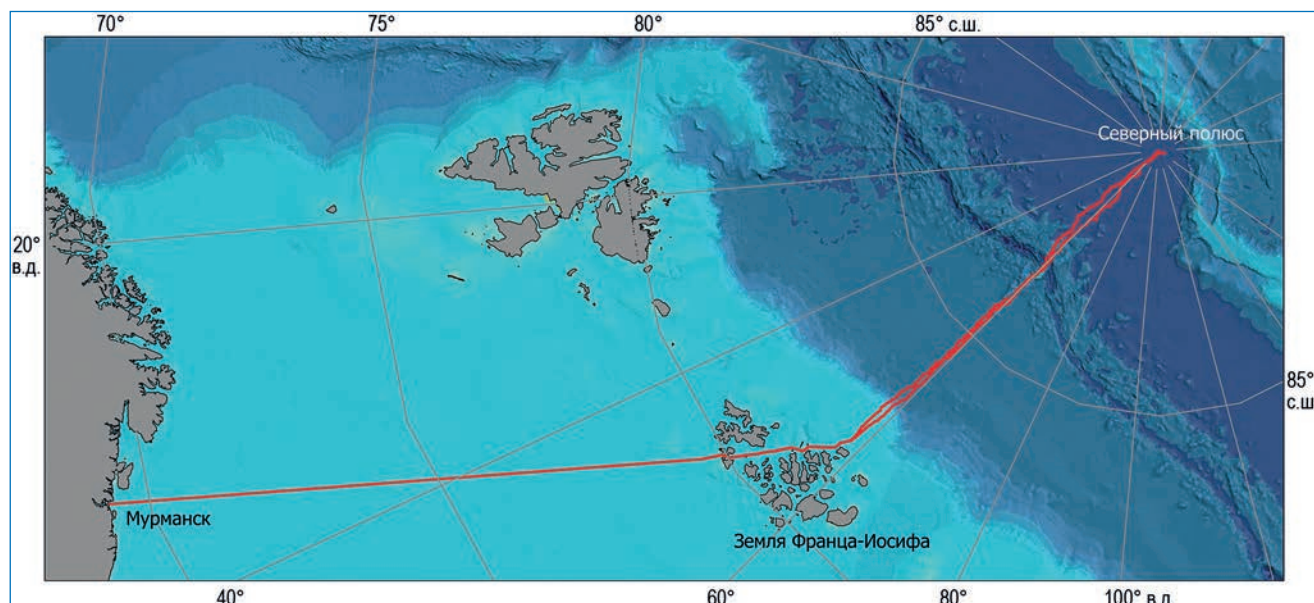
Проведение специальных ледовых наблюдений позволяет получить такие данные непосредственно в тех районах, для которых осуществляется картирование ледовой обстановки. Поэтому специальные судовые наблюдения занимают важное место в вопросе изучения ледяного покрова Северного Ледовитого океана.

История круизных рейсов в приполюсный район Арктического бассейна берет свое начало с августа 1990 года, когда атомный ледокол «Россия» впервые достиг географической точки Северного полюса с туристами на борту. С тех пор туристические рейсы на отечественных атомных судах («Россия», «Советский Союз», «Ямал», а с 2007 года — «50 лет Победы») стали проводиться регулярно в летний сезон, когда ледоколы не заняты проводкой транспортных судов по Северному морскому пути.

В периоды 1991–1996, 2006–2013 годов, а также в 2018–2019 и в 2021–2022 годах сотрудники АНИИ принимали активное участие в круизах с целью получения высокодетализированной информации о состоянии ледяного покрова на участке от архипелага Земля Франца-Иосифа до Северного полюса. Эти данные представляют особый интерес, поскольку маршрут пересекает западную часть Трансарктического дрейфа — одного из основных элементов циркуляции морских льдов в Арктическом бассейне. 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 ледокола между островами архипелага может незначительно меняться в зависимости от ледовой обстановки и выбора мест для кратковременных высадок туристов на берег.

В минувший сезон на борту ледокола «50 лет Победы» сотрудник АНИИ участвовал в двух туристических рейсах, с 8 по 17 июля и с 19 по 28 июля 2022 года. На рис. 1 представлен маршрут движения ледокола во втором полюсном рейсе. В состав ледоисследовательских работ, выполняемых с борта атомного судна во время экспедиции, входили судовые визуальные наблюдения

Рис. 1. Маршрут плавания атомного ледокола «50 лет Победы» в течение второго туристического круиза (19–28 июля) летнего сезона 2022 года



за ледовой обстановкой, а также инструментальные измерения толщины ледяного покрова и высоты снега.

Судовые специальные ледовые наблюдения осуществлялись визуально с ходового мостика ледокола в соответствии с методикой, разработанной в ААНИИ. Особенностью методики является непрерывность наблюдений и регистрация параметров ледяного покрова как по пути, так и в районе плавания, в пределах видимости ледового наблюдателя. По всему маршруту следования во льдах выделяются ледовые зоны с однородными характеристиками ледяного покрова. Среди определяемых параметров выделяются следующие: общая сплоченность льдов; частная сплоченность льдов различного возраста и их преобладающие формы; торосистость, разрушенность, сжатие и загрязненность ледяного покрова; средняя и максимальная высоты торосистых образований; толщина ровного льда и высота снежного покрова; средняя ширина нарушений сплошности льда. В журнале ледовых наблюдений дополнительно фиксируются эксплуатационные показатели автономного движения ледокола в пределах выделяемой ледовой зоны. Попутно ведутся наблюдения за айсбергами, а также за представителями местной фауны: белыми медведями, моржами, тюленями и некоторыми видами птиц.

Визуальные судовые наблюдения за толщиной льда выполняются путем зрительной оценки льдин, вставших на ребро у борта ледокола при его движении, при помощи ледомерной рейки с шириной отсечек 10 см (рис. 2б). Дополнительно к визуальным наблюдениям для определения толщины льда и высоты снега был установлен судовой телевизионный комплекс (СТК). Ключевая задача СТК состоит в фотофиксации выворотов отдельных льдин вдоль борта ледокола во время его движения в дрейфующих льдах — таким образом СТК регистрирует толщину ровного, недеформированного ледяного покрова, т. е. вне торосистых образований (рис. 2а). Полученные после первичной обработки материалы затем обрабатываются посредством прикладного программного обеспечения. Всего за время экспедиции было получено порядка 140 часов записи СТК, и на момент подготовки статьи данные находятся в обработке сотрудниками отдела ледового режима и прогнозов ААНИИ.

По данным визуальных наблюдений ледовые условия плавания в Арктическом бассейне за летний период 2022 года на протяжении обоих рейсов можно охарактеризовать как легкие. На пути следования ледокола до точки Северного полюса судно вошло во льды в первом рейсе на $80,4^\circ$ с. ш. в проливе Британский канал и во втором рейсе на $81,1^\circ$ с. ш. в районе острова Солсбери, Земля Франца-Иосифа. По пути движения преобладали однолетние льды. Северная граница появления включений старых льдов отмечалась на $88,0^\circ$ с. ш. в обоих круизах, хотя первые отдельные поля были зафиксированы уже на $86,0^\circ$ с. ш. и на $83,0^\circ$ с. ш. в первом и втором рейсе соответственно. На протяжении всего маршрута количество старых льдов не превышало 10–20 %.

В разделе «Оперативные данные» на сайте ААНИИ (<https://www.aari.ru/data/realtime>) можно проследить положение границы старых льдов в Арктическом бассейне. Поскольку с началом летнего таяния ледяного покрова с 1 июня каждого года ледовые карты отображают только сплоченность морского льда, то следует рассматривать ледовые карты в конце мая — в период, когда еще возможно дешифрирование возрастной структуры льда. На рис. 3 приведена обзорная ледовая карта от 29–31 мая 2022 года, на которой видно, что район преобладания старых льдов в мае располагался к северу и к западу от

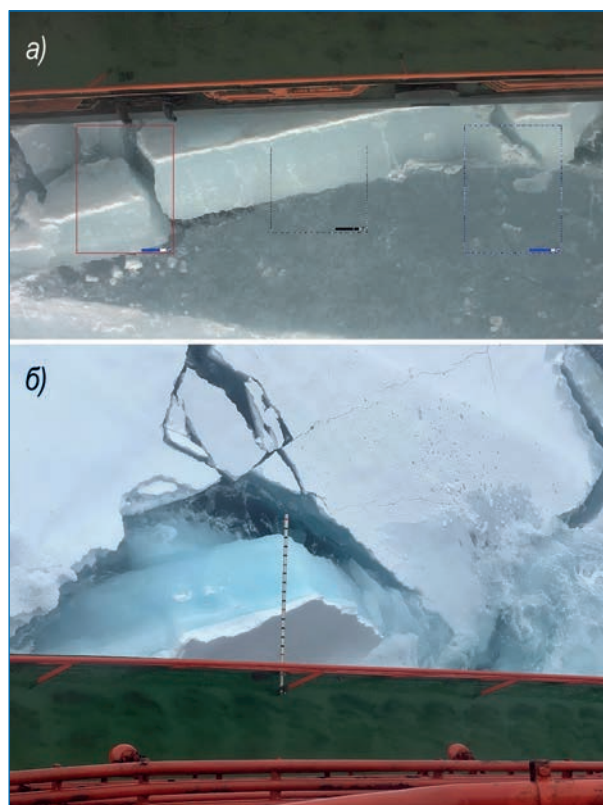
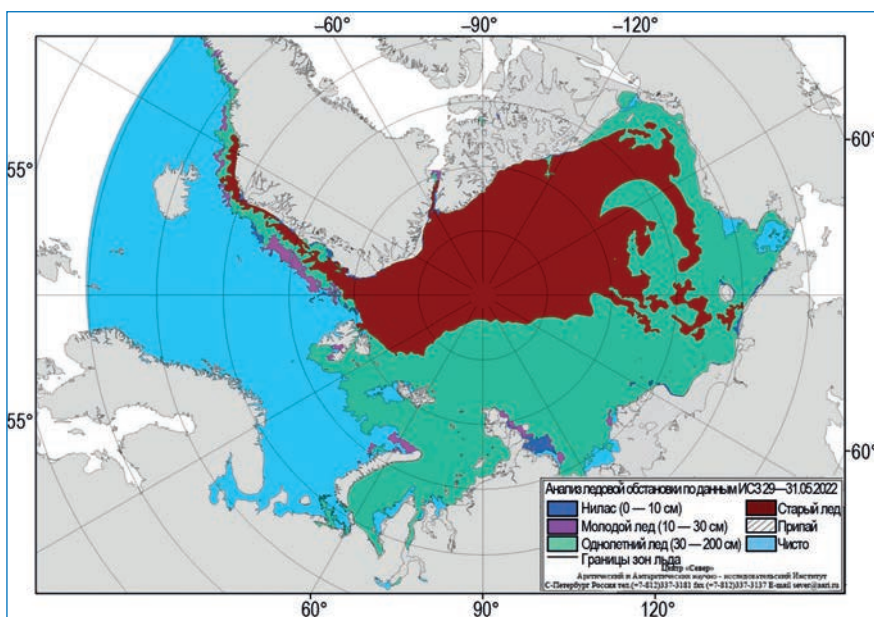


Рис. 2. Пример изображения СТК, установленного на кронштейне с правого борта атомного ледокола «50 лет Победы» (а) и проведение визуальных судовых наблюдений за толщиной льда с использованием ледомерной рейки, закрепленной на палубе бака (б)

аари.ru/data/realtime) можно проследить положение границы старых льдов в Арктическом бассейне. Поскольку с началом летнего таяния ледяного покрова с 1 июня каждого года ледовые карты отображают только сплоченность морского льда, то следует рассматривать ледовые карты в конце мая — в период, когда еще возможно дешифрирование возрастной структуры льда. На рис. 3 приведена обзорная ледовая карта от 29–31 мая 2022 года, на которой видно, что район преобладания старых льдов в мае располагался к северу и к западу от

Рис. 3. Обзорная ледовая карта Северного Ледовитого океана от 29–31 мая 2022 года (<https://www.aari.ru/data/realtime>)



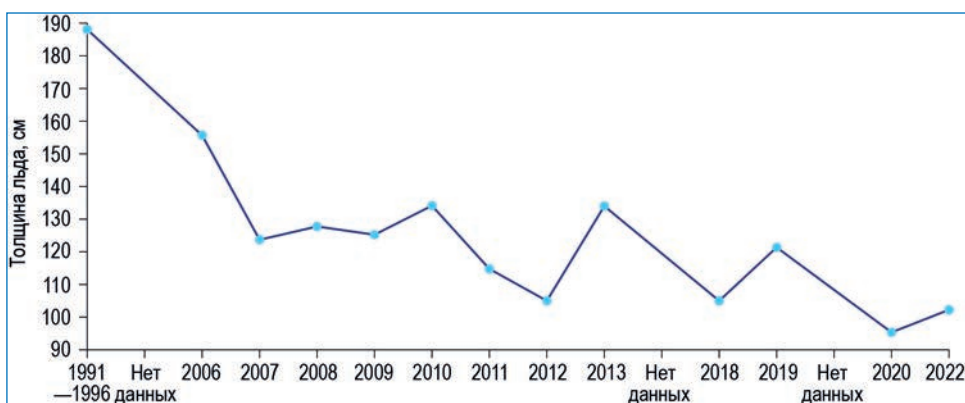


Рис. 4. Средняя толщина ровного льда по данным визуальных наблюдений с борта ледоколов по маршруту плавания от архипелага Земля Франца-Иосифа до Северного полюса в июле с 1991 по 2022 год

маршрута плавания. Поскольку район плавания туристических рейсов проходит через зону Трансарктического дрейфа, следующую в генеральном направлении к проливу Фрама, то к июлю граница старых льдов в районе между архипелагом Земля Франца-Иосифа и точкой Северного полюса должна была сместиться западнее по сравнению с ее положением в конце мая. Похожее расположение границы преобладания старых льдов в исследуемом районе наблюдалось в 2014 и 2016 годах.

На рис. 4 показано изменение средней толщины ровного льда за период судовых наблюдений в туристических рейсах к Северному полюсу. Так, в 90-е годы прошлого века средняя толщина ровного льда составляла 187 см; в 2006 году это значение существенно уменьшилось и составило порядка 155 см, с 2007 по 2019 год средние толщины ровного льда колебались в пределах 105–135 см с минимумами в 2012 и 2018 годах. Средняя толщина льда в 2021 году составила порядка 95 см — это минимальная за историю ледовых наблюдений с 1991 года толщина, зафиксированная с борта ледоколов в исследуемом районе Северного Ледовитого океана. По данным визуальных наблюдений в 2022 году средняя толщина ровного льда увеличилась до 102 см.

Распределение и межгодовая изменчивость толщины, возрастного состава льдов и других параметров

является результатом сложных термодинамических и динамических процессов в Арктике, которые тесно взаимосвязаны друг с другом. В период туристических рейсов к географической точке Северного полюса на борту атомного ледокола «50 лет Победы» летом 2022 года были получены уникальные данные о состоянии ледяного покрова Арктического бассейна, а именно — средняя толщина ровного льда и распределение его возрастного состава. Систематизация данных судовых ледовых наблюдений, накопленных за годы круизов по традиционному маршруту в течение летнего периода, позволяет оценить межгодовые и пространственные изменения основных параметров морских льдов Северного Ледовитого океана. Регулярное участие сотрудников ААНИИ в рейсах на борту атомных ледоколов к Северному полюсу дает уникальную возможность для решения ряда научных задач, связанных с динамикой морских льдов и климатическими изменениями в Арктике.

Авторы выражают благодарность ФГУП «Атомфлот» за предоставляемую ежегодную возможность участия в рейсах к Северному полюсу, что вносит неоценимый вклад в развитие науки.

Е.С. Егорова, Т. А. Алексеева, С.С. Сероветников, В.Т. Соколов (ААНИИ)

ИТОГИ РЕЙСА НАУЧНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО СУДНА «МИХАИЛ СОМОВ» ПО ТРАССЕ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ В 2022 ГОДУ

В период с 25 августа по 30 октября 2022 года состоялся рейс научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» с целью обслуживания полярных станций по трассе Северного морского пути. Рейс судна совпал с 90-летием первого в истории сквозного рейса ледокольного парохода «А. Сибиряков» по Северному морскому пути за одну навигацию, одним из результатов которого стало создание Главного управления Северного морского пути и начало широкомасштабного освоения Арктики.

Данный рейс является вторым в сезоне плановым рейсом по обеспечению станций Росгидромета в Арктике.

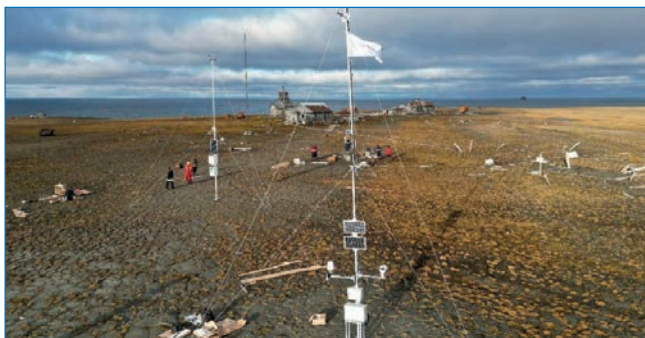
Основными задачами рейса НЭС «Михаил Сомов» являлись: завоз продовольствия и топлива, смена полярников на станциях Росгидромета, Росатома и других хозяйствующих субъектов, обслуживание автономных метеорологических комплексов и станций. Общая длина маршрута

составила порядка 8800 миль. Экспедиция стартовала в Архангельске, конечным пунктом являлся о. Врангеля, после чего судно снова вернулось в Архангельск.

В ходе рейса были обслужены 13 труднодоступных станций Севгидромета (МГ-2 Колгуев Северный, МГ-2 им. Е.К. Федорова (Вайгач), МГ-2 Белый Нос, ОГМС Остров Диксон, ГФ Колба, МГ-2 Мыс Стерлегова, МГ-2 Известий ЦИК, МГ-2 Остров Визе, МГ-2 им. Г.А. Ушакова (о. Голомянный), ОГМС им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина), МГ-2 Амдерма, МГ-2 Ходовариха, ОГМС им. Э.Т. Кренкеля (о. Хейса), 3 станции Якутского УГМС (МГ-2 Кигилях, МГ-2 Пролив Санникова, АЭ Остров Котельный) и 5 станций Чукотского УГМС (МГ-2 Бухта Амбарчик, МГ-2 Раучуа, МГ-2 им. В.С. Сидорова (о. Айон), МГ-2 Валькаркай, МГ-2 Остров Врангеля). На всех жилых станциях работают автономные метеорологические комплексы (АМК). От-



Маршрут НЭС «Михаил Сомов» по трассе СМП в 2022 году.
Зеленой линией обозначен путь на восток, красной – обратно на запад



Остров Русский. Установка тестовых автоматических станций



Новый дизель-генератор на станции МГ-2 Известий ЦИК



Снегоход «Буран» на станции ОГМС им. Е.К. Федорова (Мыс Челюскина)



Доставка продуктов на станцию

мечались случаи поломок, связанные преимущественно с активностью белых медведей.

Проведены работы по обслуживанию трех автоматических метеостанций (АМС) Севгидромета на о. Русский, о. Уединения и на о. Вилькицкого. На ряде станций причиной выхода из строя являются белые медведи, которые перегрызают кабельканалы, выводят из строя датчики. На о. Русский установлены две тестовые автоматические станции российского производства компаний АО «Мини-макс-94» и Sokol Meteo. Они проводят сравнительные испытания параллельно со станцией ФГБУ «Северное УГМС».

Обеспечена доставка снабжения на контрольно-корректирующие станции ГЛОНАСС Гидрографического предприятия Росатома (о. Олений, о. Андрея, о. Столбовой, Индигирка, Каменка). Доставлены грузы на научно-исследовательский стационар «Ледовая база Мыс Баранова» ААНИИ и заповеднику «Остров Врангеля». Завезено топливо и продукты питания.

Стоит отметить необходимость продолжения работ по ликвидации накопленного за период освоения Арктики мусора, основную часть которого составляют бочкотара и объекты покинутой инфраструктуры, непригодные для дальнейшей эксплуатации. В настоящее время в большинстве случаев хозяйствующие субъекты ведут эти дорогостоящие работы самостоятельно и силами волонтерских организаций.

Завезены новые дизель-генераторы (АД-20 и АД-30) на девять станций Росгидромета, поставлено два новых снегохода («Буран»).

Попутно канд. истор. наук П.А. Филиным в рамках проекта «Северность России и этнокультурный потенциал Арктики» (рук. А.В. Головнёв) проведены историко-антропологические исследования на полярных станциях. По согласованию с Росгидрометом производилось выявление и копирование исторических документов на полярных станциях, изучение различных аспектов функционирования самой северной инфраструктуры России. Интересные комплексы документов выявлены на станциях Мыс Стерлегова, Валькаркай, Амдерма.

В рейсе участвовала известная художник Л.П. Славинская, которая создала около 70 художественных работ, представляющих различные аспекты жизни современных высокоширотных станций.

Ледовая обстановка была относительно благоприятной. Первичные формы льда в ходе рейса наблюдались в районе устья Индигирки только в последних числах сентября (29–30 сентября). На обратном пути в районе станции Валькаркай после шторма 12 октября судно оказалось в полосе интенсивнодвигающегося с запада поля молодого льда, которое закончилось примерно напротив устья Колымы. В дальнейшем движение шло по открытой воде до северо-западной части моря Лаптевых, где судно вновь встретило молодой лед.

На обратном пути судно посетило научно-исследовательский стационар «Ледовая база Мыс Баранова» ААНИИ на Северной Земле, пройдя проливом Шокальского, затянутым молодым битым льдом.

Затем судно направилось к Земле Франца-Иосифа, около которой преодолеvalo молодой лед до 20–30 см толщиной (23 октября). Тем не менее на следующий день уже на подходах к Новой Земле льды не наблюдались, и далее на всем переходе по Карскому морю к о. Вилькицкого и через пролив Югорский Шар в Архангельск льды нигде не были встречены.

*П. А. Филин (Центр арктических исследований МАЭ РАН).
Фото автора*

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА ГИДРОЛОГИЧЕСКИМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ В В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2022 ГОДУ

Методическое руководство гидрологическими наблюдениями, согласно нормативным документам, ведется по двум направлениям: научно-методическое обеспечение и оперативное методическое руководство.

Научно-методическое обеспечение наблюдений, осуществляемое головными научно-исследовательскими институтами (НИУ), включает: научную разработку теоретических и практических основ построения, совершенствования наземной сети наблюдений и проводимых ею наблюдений и работ с учетом требований ВМО и основных потребителей информации; научно-исследовательские работы по созданию новых методов и технологий наблюдений, обработки и контроля данных; разработку соответствующих нормативных документов; участие в испытаниях новых и модернизируемых средств измерения и другие задачи.

Оперативное методическое руководство, осуществляемое НИУ, включает ряд задач, среди которых: введение новых и переработанных нормативных документов; регулярный контроль и анализ оперативной и режимной информации по результатам наблюдений; подготовка заключений, обзоров, методических указаний и рекомендаций по разделам наблюдений и работ; инспекции деятельности УГМС; проведение совещаний, семинаров и т. п.

В 2022 году задачи научно-методического обеспечения гидрологических наблюдений в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) решались в рамках Плана научно-исследовательских и технологических работ (НИТР) Росгидромета на 2022 год. Одной из основных задач ААНИИ, как головного НИУ по всем видам наблюдений в Арктике, является разработка научно-методических основ для совершенствования функционирования гидрологической сети в АЗРФ. В настоящее время объем производимых наблюдений на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек АЗРФ не соответствует современным требованиям экономики столь важных и активно развивающихся районов.

В целях выработки оптимальных решений при модернизации сети и организации гидрологических наблюдений и сопутствующих работ на ней с учетом современных технических возможностей в 2022 году разработана программа региональных гидрологических наблюдений в Обско-Тазовской устьевой области. Для разра-

ботки программы проанализирована гидрологическая и гидрографическая изученность объекта и составлены хронологические перечни фондовых и опубликованных — включая навигационные карты и лоции — источников по гидрологическому режиму и процессам в Обско-Тазовской устьевой области. Перечни охватывают период с 1920 по 2022 год и содержат более 450 наименований и около 200 материалов Госфонда в ААНИИ. На основе анализа диапазонов многолетней изменчивости характеристик гидрологического режима устьевой области выполнено гидролого-морфологическое районирование Обско-Тазовской устьевой области в целом и устьевых областей рек Надым, Пур и Таз (см. рисунок). Районирование проведено на топографической карте масштаба 1:200 000 в ГИС, в результате получены цифровые географические ориентиры морских и речных границ, а также линии водоразделов основных составляющих местного водосбора устьевой области. Применительно к разработке программы региональных гидрологических

Схема Обско-Тазовской устьевой области:

- 1 — замыкающие створы рек; 2 — верхние речные границы УО; 3 — морская граница;
- 4 — водосбор больших рек ниже замыкающих створов; 5 — водосбор выше замыкающих створов;
- 6 — водосбор р. Оби от замыкающего створа до морского края дельты; 7 — водосбор малых рек Обской губы;
- 8 — водосбор малых рек Тазовской губы

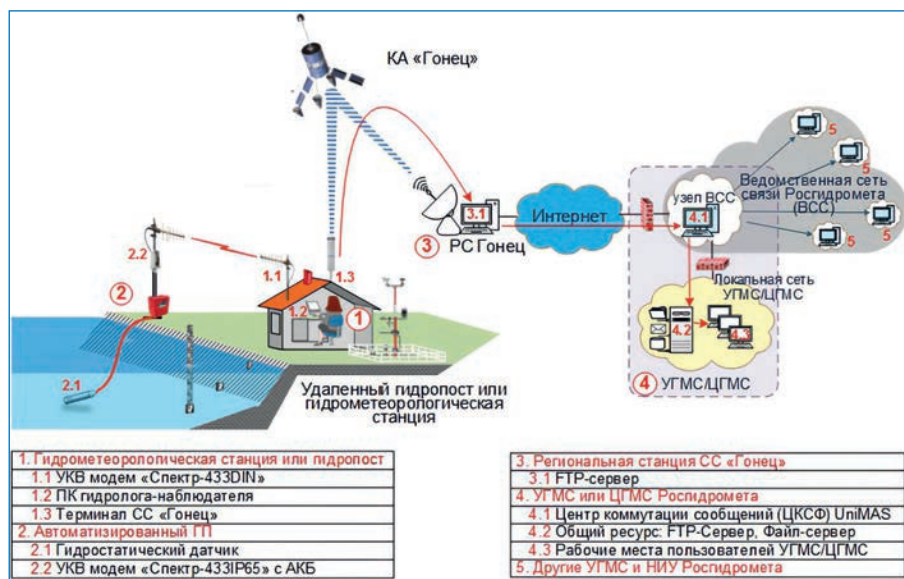


наблюдений в Обско-Тазовской устьевой области важность районирования заключается в том, что в зависимости от района или зоны местоположения станции или поста определяются состав и регламент наблюдений.

В дальнейшем необходимо совершенствование районирования с учетом сильнейшего современного антропогенного воздействия, в результате которого природный объект Обско-Тазовская устьевая область превращен в новую природно-техногенную систему, требующую соответствующего мониторинга для обеспечения техногенной безопасности. Предлагаемый в программе состав гидрологических наблюдений и работ содержит полный перечень возможных видов наблюдений и их состава по элементам режима, предусмотренным нормативными документами. При составлении программы наблюдений и работ для конкретного квазиоднородного района или наблюдательного подразделения в нее включаются те виды и состав наблюдений и работ, которые определены в соответствии с принятыми в УГМС решениями на планируемый год. Наилучший вариант планирования и организации гидрологических работ в устьевых областях рек можно осуществить в рамках устьевых станций. Программа предназначена как для действующих наблюдательных подразделений, так и для ранее закрытых станций и постов Обско-Тазовской устьевой области.

В связи с развитием возможностей дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и актуальностью применения его результатов для условий АЗРФ из-за крайне редкой наблюдательной сети в разработанной программе учтена возможность выполнения наблюдательными подразделениями подспутниковых наблюдений в составе специальных (тематических) наблюдений. Такие наблюдения позволяют получить необходимые данные для вывода расчетных зависимостей, обеспечивающих значения характеристик гидрологического режима. Обработка и анализ подспутниковых данных средствами информационных технологий, которые содержат различные пакеты обработки гидрологической информации, предусмотрена в специализированных подразделениях Росгидромета, включая НИУ-кураторы. Для регионов АЗРФ открываются новые перспективы в получении данных ДЗЗ на базе новых технологий освоения и использования космического пространства с использованием пилотируемых комплексов нового поколения.

Структурная схема сбора данных с ПСПД АГП с использованием спутниковой системы «Гонец»



Другой важнейшей задачей НИУ являются научно-исследовательские работы по созданию новых методов и технологий наблюдений, обработки и контроля данных. В 2022 году в ААНИИ на основе промышленного Интернета вещей (IoT) разработана технология сбора данных о состоянии компонент платформ сбора и передачи данных автоматизированного гидрологического поста (ПСПД АГП) на удаленных пунктах наблюдений и управления режимами их работы с использованием спутниковой системы «Гонец» и транспортной инфраструктуры ведомственной сети связи Росгидромета (рисунок).

Для автоматизации гидрологических наблюдений в районах, где отсутствует или недостаточно устойчив доступ к сетям сотовой связи, предложено использовать разработанную в ААНИИ в ходе выполнения НИТР платформу сбора и передачи данных автоматизированного гидропоста с наблюдателем. ПСПД АГП обеспечивает проведение автоматических измерений уровня и температуры воды в водном объекте и передачу данных измерений в основной программно-аппаратный комплекс подразделений связи УГМС/ЦГМС — ЦКС UniMAS, с использованием имеющихся на удаленных станциях и гидропостах средств связи: спутниковых комплектов VSAT, АТ «Гонец», цифровой КВ-радиосвязи, модемов сотовой связи, терминалов ГМ спутниковой системы передачи данных НИЦ «Планета». Макет ПСПД АГП развернут и проходит опытную эксплуатацию на полевой базе ААНИИ «Ладога».

Технические и технологические решения по реализации алгоритма сбора данных о состоянии и функционировании компонент ПСПД АГП на удаленных гидропостах и удаленного управления режимом их работы с использованием беспроводных каналов связи и спутниковой системы «Гонец» позволят увеличить продолжительность автономной работы АГК в малонаселенных районах без выезда на объекты специалистов. Анализ результатов удаленного мониторинга состояния и функционирования компонент ПСПД АГП в УГМС/ЦГМС обеспечит, в том числе, выявление системных сбоев в работе оборудования и планирование мероприятий на их устранение.

Разработанные и реализованные на макете технологии компоненты удаленного контроля и управления средствами измерений, связи, автономного энергообеспечения автоматизированного гидропоста с наблюдателем с применением технологии промышленного Интернета вещей IoT создают основу для дальнейшего развития и использования на автономных автоматических гидро-

постах с использованием перспективной российской спутниковой системы «Марафон IoT», которую предполагается развернуть в ближайшие годы. Повышение надежности функционирования системы автоматизированных гидрологических наблюдений в удаленных районах Арктической зоны РФ будет способствовать существенному сокращению затрат на ее содержание.

В рамках решения задачи по разработке нормативных документов, как составляющей научно-методического руководства, ААНИИ разрабатывает стандарт организации (СТО) по проведению научно-методической экспертизы подготовленных к изданию ежегодно-многолетних данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек (ЕМДМ) по АЗРФ.

В 2022 году разработана вторая редакция СТО по проведению научно-методической экспертизы подготовленных к изданию ЕМДМ по АЗРФ. Апробация первой редакции проекта СТО, разработанной годом ранее, выполнена по результатам анализа и экспертизы материалов ежегодных данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек (ЕДМ) томов 3–6 частей 1 и 2. Для апробации первой редакции проекта СТО также использованы результаты экспертизы многолетних рядов гидрологических характеристик устьевых областей рек бассейнов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского, подготовленных Тиксинским филиалом Якутского УГМС в рамках внедрения РД 52.10 764–2012 «Водный кадастр Российской Федерации. Методические указания по составлению и подготовке к изданию многолетних данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек» (МДМ). В результате апробации первой редакции СТО на основе материалов ЕДМ и МДМ составлен список типичных ошибок и подготовлены предложения по доработке СТО в части 1 «Море» и в части 2 «Устья рек». Предложения внесены в проект второй редакции СТО. Излагаемые в СТО Требования к содержанию работ, порядку и методике проведения научно-методической экспертизы информационной продукции Водного кадастра по морям и морским устьям рек АЗРФ на стадии ее подготовки к изданию необходимы для повышения качества подготовки публикуемой части Водного кадастра в рамках научно-методического руководства сетевыми организациями по вопросам ведения Водного кадастра. В дальнейшем стандарт организации планируется к внедрению в ФГБУ «АНИИ» для экспертизы изданий Водного кадастра ЕМДМ, которая является важнейшим этапом подготовки этих изданий для получения качественных данных мониторинга поверхностных водных объектов АЗРФ, включая устьевые области рек.

Кроме этого в 2022 году обеспечивалось научно-методическое сопровождение мониторинга поверхностных водных объектов на территории деятельности НИС «Ледовая база Мыс Баранова» на арх. Северная Земля и РНЦ на арх. Шпицберген, получены данные о состоянии элементов водного баланса (и влияющих на них факторов) исследуемых водных объектов и их водосборов в районе деятельности стационаров, а также разработана первая редакция нормативного документа (СТО) по организации и проведению мониторинга поверхностных водных объектов суши в условиях Арктики. В рамках этой работы также проводилась методическая работа по применению новых и модернизируемых средств измерений. Развитие новых методов и средств измерений влечет за собой получение большего объема данных с меньшими усилиями без потери в их качестве, а также делает возможным проводить исследования, недоступные ранее. В 2022 году на архипелаге Шпицберген применялся георадиолокационный метод измерения высоты снежного покрова. Георадиолокация позволяет оперативно получать данные о высоте снежного покрова и характере его залегания на равнинных водосборах и ледниках при производстве маршрутной и площадной снегомерных съемок. Измерение высоты снежного покрова производится в движении со снегохода, существенно сокращается время производства работ, что особенно актуально при обширной географии работ в условиях Арктики. Применение современных технологий также позволило измерить испарение с поверхности снежного покрова гравиметрическим способом и, таким образом, оценить вклад испарения в водный баланс рек Шпицбергена эмпирически.

Оперативное методическое руководство гидрологическими наблюдениями в АЗРФ выполнялось в рамках Плана оперативно-производственных работ (ОПР) Росгидромета на 2022 год.

Основными результатами оперативного методического руководства являются: обзор изданий Водного кадастра по морям и устьевым областям рек АЗРФ в 2021 году, обзор состояния морской наблюдательной сети в АЗРФ за 2021 год, обзор состояния и работы гидрологической сети АЗРФ в 2021 году; 6 экспертных заключений на предложения УГМС о переносе, закрытии гидрометеорологических станций и постов в АЗРФ и изменении программ наблюдений; 5 ответов-консультаций на методические вопросы УГМС по производству гидрометеорологических наблюдений в АЗРФ и обработке их результатов; 14 экспертных заключений на материалы ЕДМ по АЗРФ, поступающих из УГМС; 5 ответов на запросы Росгидромета и сторонних организаций по производству гидрометеорологических наблюдений в АЗРФ.

Кроме этого, поддерживалась актуальность сведений в базе данных «Состояние гидрометеорологической сети за период инструментальных наблюдений в Арктической зоне РФ»: усвоены 2244 записи о состоянии гидрологической и морской береговой сети. Источниками сведений являлись материалы (опросные табличные и текстовые формы) о работе и состоянии 354 наблюдательных подразделений АЗРФ, поступившие в 2022 году из УГМС: паспортные сведения, программы и работы, пропуски в наблюдениях, измерения расходов воды, приборы, оборудование, транспорт, связь, кадровое обеспечение, состояние и работа МГЛ, АГК, ОК. Продолжался сбор сведений об исторической и действующей гидрологической сети, расположенной на территориях, присоединенных к Арктической зоне РФ в 2019 и 2020 годах, по литературным и архивным источникам, включая издания Водного кадастра. В базу данных добавлены 762 записи паспортных сведений НП, в том числе описания гидрологических постов за периоды наблюдений, и определены их географические координаты на крупномасштабных картах 1: 50 000 и 1: 200 000 на основе использования QGIS. По состоянию на 01.12.2022 в базу данных включены сведения о 1925 гидрологических и морских наблюдательных подразделениях, расположенных в соприкасающихся административно-территориальных границах Арктической зоны РФ.

Одной из задач оперативного методического руководства АНИИ является обеспечение функционирования Автоматизированной системы учета наблюдательных подразделений (АСУНП) Росгидромета по своей зоне ответственности. В АНИИ осуществлялась проверка полноты и качества ввода сведений о состоянии пунктов наблюдений в АСУНП, в том числе по новой форме ГМ-10, сверка и уточнение количества пунктов по видам наблюдений.

К результатам методического руководства можно также отнести проведение 25–26 октября 2022 года научно-практической конференции «Задачи и проблемы мониторинга природных условий Обской губы на фоне изменяющегося климата и интенсивной хозяйственной деятельности». Целью конференции являлось обсуждение результатов исследований гидрометеорологического режима и экологического состояния Обской губы и выработка подходов к организации и ведению комплексного гидрометеорологического и экологического мониторинга бассейнов Обской и Тазовской губ для рационального хозяйственного освоения региона в ближайшей перспективе. Конференция собрала несколько десятков участников из 14 организаций Росгидромета, научно-исследовательских институтов РАН, вузов, нефтегазодобывающих компаний.

М.В. Третьяков, А.П. Кузьмичев (АНИИ)

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СНЕГОМЕРНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

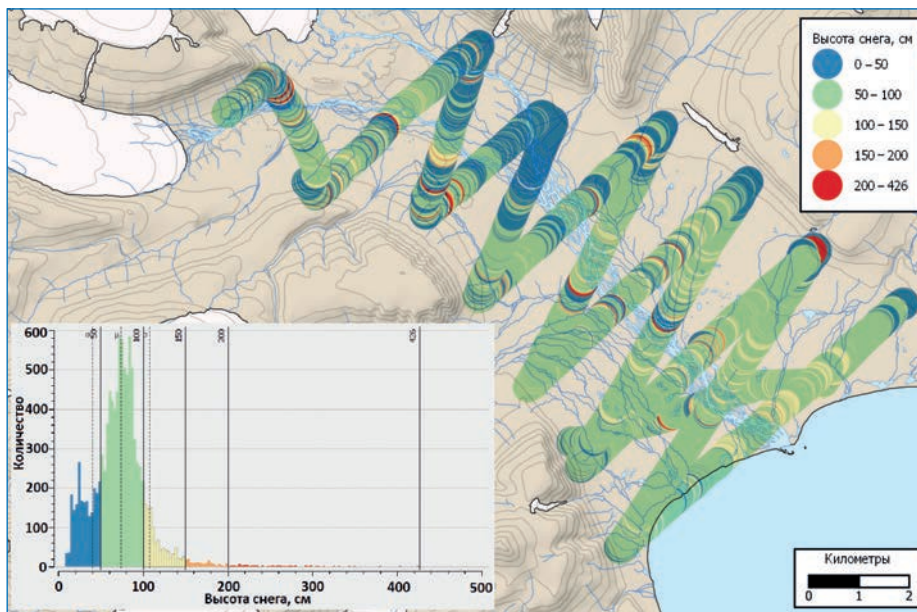
Применение современных методов и средств измерений при исследовании природной среды Арктики способствует повышению качества получаемых данных без увеличения трудозатрат, а также открывает новые возможности. Одним из примеров современных методов является георадиолокация. Данный метод применяется в геофизических исследованиях с 80-х годов прошлого века, но с конца 2000-х получил более широкое распространение вследствие появления на рынке средств измерений недорогих и простых в эксплуатации георадаров, которое стало возможным благодаря развитию соответствующих технологий и материалов.

В отделе гидрологии устьев рек и водных ресурсов ФГБУ «АНИИ» с 2014 года при проведении снегомерных работ применяют георадар отечественной разработки «Пикор-Лед» компании ООО «ФПК «ЭСТРА»». Сотрудниками отдела накоплен значительный опыт производства работ в условиях высокоширотной Арктики (архипелаги Северная Земля и Шпицберген), разработаны собственные методики производства работ и обработки результатов измерений. Главным преимуществом данного метода измерений является оперативность получения данных о высоте снежного покрова на исследуемом участке — георадар и его программное обеспечение позволяют производить работы в движении со скоростью до 40 км/ч, выполняя измерение высоты снежного покрова каждый метр, а координатную привязку измерений — каждые 5–10 м. Точность измерения — до 2 см. Георадиолокационный метод измерения высоты снежного покрова существенно превосходит по скорости получения результатов стандартные методы, принятые в Росгидромете, при значительно меньших трудозатратах. Это обстоятельство стало решающим при выборе метода измерения при планировании снегомерных работ на восточном побережье архипелага Шпицберген весной 2022 года.

Снежный покров восточного побережья архипелага Шпицберген в настоящее время остается малоизученным. Исследования в этой части архипелага являются актуальной задачей для всего научного сообщества на Шпицбергене. Целью этих снегомерных работ было получение данных об основных характеристиках снегонакопления данного региона (высота, плотность, стратификация). В качестве объектов исследования были выбраны ледник Свейг и долина Агард, представляющие основные типы водосборов архипелага (ледник и горная долина). Отличительной особенностью данных работ по сравнению с мониторинговыми наблюдениями вблизи Российского научного центра на архипелаге Шпицберген были логистические условия в совокупности с размерами исследуемых объектов. Расстояние до объектов исследования составляет 120 км, временные затраты на передвижение до места работ оценивались в 6–8 часов. Суммарная площадь исследуемых объектов 90 км² — 70 км² долина и 20 км² ледник, длина снегомерных маршрутов 72 км и 15 км соответственно. Вследствие отсутствия возможности остановки на ночлег в расположенном неподалеку от района работ поселке Свея, а также короткого периода с удовлетворительной погодой, продолжительность выезда ограничивалась 16 часами. Таким образом, на работы отводилось 8–10 часов, что делало невозможным применение стандартной контактной методики измерения высоты снежного покрова (металлическим щупом), которая подразумевала суммарно 435 точек измерения при шаге 200 м между точками. По совокупности условий было принято решение выполнять работы по измерению высоты снежного покрова георадиолокационным методом, а также существенно сократить количество шурфов (до 4 на объект), но оставить метод их выполнения стандартным.

Район производства работ на восточной части острова Западный Шпицберген





Результаты георадарной съемки в долине Агард

По прибытии на место производства работ было обнаружено, что снег восточной части архипелага существенно отличается от снега западной. Снежный покров в долине формировался под воздействием сильных продолжительных ветров и горизонтального переноса снега, что привело к его интенсивному уплотнению, образованию застрогов и наддувов. В связи с состоянием поверхности снежного покрова значительно уменьшилась скорость передвижения по долине, что увеличило время выполнения работ на этом объекте и стало причиной отказа от выполнения работ на леднике.

Согласно методике применения георадара, калибровка проводилась перед началом, в процессе и после окончания работ и заключалась в определении значения диэлектрической проницаемости снежного покрова. Во время работ георадар крепился на снегоход "Yamaha Venture" на специально сделанный заранее брусок, зафиксированный перпендикулярно движению снегохода, с вынесенным вбок длинным концом для обеспечения измерения прибором не нарушенного снегоходом снежного покрова. Коммуникационный провод притягивался к бруску и проводился вдоль снегохода к защищенному ноутбуку "Panasonic Toughbook CF-19", который был закреплен между рулем и водителем. GPS-GLONASS модем имел магнитное крепление и потому распола-

гался на металлическом болте между рулем и ветровым стеклом снегохода. Данная конструкция обеспечивала максимальное удобство выполнения измерений.

Измерения высоты снежного покрова георадио-локационным методом в долине Агард длились 6 часов включая время, потраченное на калибровку и настройку прибора. За это время было пройдено 72 км, произведено 10361 измерение высоты снежного покрова с координатной привязкой (326780 измерений всего). Среднее расстояние между точками измерения высоты снежного покрова с координатной привязкой составило 7 м. Полученные результаты измерений позволили достоверно оценить количественные характеристики снежного покрова и особенности его распределения в долине Агард.

Таким образом, применение современного метода измерения сделало возможным оперативно провести снегомерные работы на крупном удаленном объекте, что в очередной раз продемонстрировало преимущества современных методов перед стандартными. Результаты измерений могут быть использованы при моделировании и других исследованиях, где применяются эмпирические данные о характеристике снежного покрова архипелага Шпицберген. Данный опыт также полезен при планировании снегомерных работ на удаленных объектах.

И.И. Василевич, А.С. Масловский (АНИИ)

Крепление георадара «Пикор-Лед» на снегоход «Yamaha Venture». Фото И.И. Василевича



Производство измерений георадаром в долине Агард. Фото И.И. Василевича



НА СТАНЦИИ МИРНЫЙ ВВЕДЕН В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВЫЙ МОДУЛЬНЫЙ ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС

Мирный — это легендарная российская, а ранее советская антарктическая станция. Основанная в 1956 году, она стала первой советской станцией в Антарктике, и на протяжении 67 лет здесь не прекращаются научные работы, посвященные комплексному исследованию природной среды «льдинного материка» (так называли Антарктиду в своих

дневниках русские мореплаватели-первооткрыватели). Важнейшую роль сыграла станция Мирный и в освоении неприступных ранее районов Антарктиды: вплоть до 2010 года именно отсюда уходили первые санно-гусеничные поезда внутрь континента, которые основали внутриконтинентальные станции Пионерская, Комсомольская, Восток-1, Полюс Недоступности, Советская. Все они в итоге

стали временными полевыми лагерями, а станция Восток, основанная в точке Южного геофизического полюса планеты, стала базой для отечественных ученых, здесь же был определен и полюс холода, а также обнаружено самое большое в Антарктике подледниковое озеро. Поэтому транспортные походы к станции Восток от станции Мирный стали важнейшей задачей. В 2010 году транспортная база для походов была перенесена на станцию Прогресс, а станция Мирный приобрела новое стратегическое значение как главная отечественная база по мониторингу климатических и геофизических процессов, поскольку данные с этой станции имеют наиболее длительные непрерывные ряды наблюдений.

Героическая история изучения труднодоступных уголков планеты, увы, порой сопряжена и с серьезными испытаниями. Так, 21 июня 2020 года на станции Мирный произошел серьезный пожар. Благодаря мужеству и умелым действиям сотрудников зимовочного состава, обошлось без жертв, однако одно из главных служебно-жилых зданий было уничтожено

огнем. Несмотря на то, что на ближайшие годы запланирована масштабная реконструкция станции Мирный, было важно оперативно восполнить утраченный жилой фонд, не дожидаясь глобальных строительных работ. Руководством ФГБУ «АНИИ» было принято решение о возведении на станции Мирный нового сезонного

жилого комплекса. Работы в этом направлении были начаты уже в 2020 году: в рамках 67-й Российской антарктической экспедиции на станции были выгружены и смонтированы основные конструкции модульного здания, а уже к концу летнего сезона 68-й РАЭ здание было введено в эксплуатацию.

Новый сезонный жилой комплекс станции Мирный — это просторное одноэтажное здание, построенное по

технологии модульного строительства и вмещающее до двадцати человек. Комплекс удалось сделать полностью автономным, что особенно важно на станции Мирный: здесь нередки штормовые условия, при которых сотрудникам запрещено покидать помещения станции. В здании 10 жилых помещений, 3 выхода, размещена дизель-генераторная установка, полностью обеспечивающая электричеством, небольшая кают-компания, в которой можно собраться проживающим, и очистные сооружения для переработки всех отходов жизнедеятельности поляриков. Благодаря оперативной организации работ

и творческому подходу всех участников строительства, новый жилой комплекс был запущен в работу в максимально сжатые сроки и готов принять под своей крышей сотрудников следующих экспедиций: ученых, инженеров и новые строительные отряды. Через несколько лет мы рассчитываем приступить к масштабному преобразованию станции.

*В.Л. Мартянов (РАЭ).
Фото из архива РАЭ*



Новое здание сезонного модульного комплекса на 26.01.2023 (на фото справа)



Новое здание сезонного модульного комплекса крупным планом

БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОГО ЛЕДОКОЛЬНОГО ФЛОТА: «ЯКУТИЯ» СПУЩЕНА НА ВОДУ, НА «УРАЛЕ» ПОДНЯТ ФЛАГ

22 ноября 2022 года состоялись два знаковых события в истории отечественного судостроения и российского атомного флота: на воду был спущен атомоход «Якутия», а на новом универсальном атомоходе «Урал» был поднят Государственный флаг Российской Федерации.

Церемония проходила в Санкт-Петербурге на Балтийском заводе. Корабелы, почетные гости и представители СМИ, воспитанники морских учебных заведений и заинтересованные петербуржцы собрались у стапеля, на котором в то время еще возвышался корпус «Якутии» — третьего серийного ледокола проекта 22220. Судно было заложено на стапеле завода 26 мая 2020 года и теперь, спустя 2,5 года, было готово к спуску. Ледокол оснащен двумя новейшими реакторными установками «РИТМ-200» (мощность каждой 150 МВт, разработаны АО «ОКБМ Африкантов»).



«Якутия» на стапеле перед спуском.
Фото М.А. Емелиной

В режиме видеоконференции участие в торжественной церемонии принял президент РФ В.В. Путин. Он сказал: «Суда такого ледового класса имеют для нас стратегическое значение. Они нужны для изучения и освоения Арктики, для обеспечения безопасного устойчивого судоходства в данном регионе, для увеличения перевозок по Северному морскому пути. Развитие этого транспортного коридора позволит России полнее раскрыть свой экспортный потенциал, наладить эффективные логистические маршруты, в том числе в Юго-Восточную Азию».

Заместитель председателя правительства РФ Д.В. Мантуров приветствовал собравшихся на трибуне, установленной перед атомоходом «Якутия». В своем выступлении он подчеркнул, что спуск «Якутии» и поднятие флага на «Урале» — это «существенный вклад в наращивание группировки ледоколов и укрепление статуса нашей страны как единственной державы, имеющей такую группировку ледоколов». Он также отметил, что до конца года с Балтийским заводом будет подписан контракт на строительство пятого и шестого ледоколов проекта 22220, что обеспечит реализацию поручения, данного В.В. Путиным.

Генеральный директор АО «ОСК» А.Л. Рахманов затем кратко рассказал о выполнении балтийцами заказов на постройку атомных ледоколов и подчеркнул, что работы велись, несмотря на пандемию, при этом число

рабочих мест возросло с 3 тыс. до 6 тыс., а всего судостроители ОСК за 15 лет работы построили 20 ледоколов и судов ледового класса. Он отметил, что сотрудничество двух корпораций — ОСК и «Росатома» — в наши дни «обеспечивает технологический суверенитет России».

Крестной матерью атомохода «Якутия» стала заместитель председателя правительства РФ В.В. Абрамченко. В кратком напутственном слове она сказала: «Над нами возвышается атомный ледокол «Якутия». Планируется завершить его строительство в установленный срок — к декабрю 2024 года». Она также подчеркнула, что для атомоходов проекта 22220 характерны высокие экологические стандарты: здесь применяются безотходные технологии, обеспечивается высокая степень защиты от ионизирующего излучения (поэтому внутри ледокола уровень радиации ниже, чем естественный радиационный фон), выбросы вредных веществ при работе



В.В. Абрамченкова, А.Л. Рахманов и Д.В. Мантуров во время церемонии.
Фото В.Ю. Замятина

таких судов минимальны (например выброс угольной сажи в год составляет всего 500 г).

После команды А.Л. Рахманова «Задержник резать!» газорезчики 5 разряда стапельного цеха № 14 Балтийского завода А.О. Богданов и П.П. Полосин приступили к своей работе. Через пять минут корпус атомохода «Якутия» длиной более 170 м, массой 16,9 тыс. т отсоединился от задержника и по специальным дорожкам преодолел путь до воды в 25 м. Здесь «Якутию» встретили буксиры и начали ее буксировку к причальной стенке завода, где будет проходить достройка атомохода. Высота корпуса сейчас составляет 15,5 м, а когда судно будет готово, то с учетом грот-мачты его высота достигнет 55 м (18-этажный дом).

По завершении спуска «Якутии» началась церемония на вертолетной площадке второго серийного универсального атомного ледокола «Урал».

Слово передали генеральному директору госкорпорации «Росатом» А.Е. Лихачеву. Он сказал, что «обновление атомного ледокольного флота — это ключевое условие для всего развития Арктического региона» и теперь флот принимает новое судно. Он также представил капитана «Урала». Экипажем атомохода руководит И.А. Курбатов — самый молодой атомный ледокольный капитан. Но он уже проявил себя в ходе зимней навига-



Атомоход «Урал».
Фото В.Ю. Замятина

ции 2022 года в высоких широтах, когда работал старпомом на атомоходе «Арктика». Главный инженер-механик судна Е.А. Ходус — один из самых опытных работников «Атомфлота», а инженер-оператор по работе с ядерной энергетической установкой Е.Р. Емельянова является грамотным специалистом своего дела. Под звуки государственного гимна российский триколор взмыл в небо.

В заключительном слове В.В. Путин подчеркнул, что решение о строительстве нового ледокольного флота было принято своевременно, что развитие компетенций в сфере судостроения и атомной энергетики позволяет стране в этих областях сохранять высокий статус, а также наращивать лидерство на важных транспортных маршрутах. А.Е. Рахманов отметил, что с усилением атомного ледокольного флота Россия развивает Севморпуть как артерию для транзитных грузоперевозок

и тем самым создает альтернативу южному маршруту через Суэцкий канал.

23 ноября «Урал» покинул Санкт-Петербург и прибыл в порт приписки Мурманск спустя шесть дней, а 3 декабря отправился в свой первый зимний рейс.

29 декабря 2022 года Председатель Правительства РФ М.В. Мишустин подписал распоряжение Правительства РФ об осуществлении в 2023–2030 годах бюджетных инвестиций в строительство двух серийных универсальных атомных ледоколов (УАЛ) проекта 22220. Контракт на строительство пятого и шестого серийных (шестого и седьмого по счету) атомоходов ФГУП «Атомфлот» и АО «Балтийский завод» подписали 2 февраля 2023 года. Ввод в эксплуатацию пятого серийного УАЛ запланирован на декабрь 2028 года, шестого — на декабрь 2030 года.

М.А. Емелина (АНИИ)

ПОЛЯРНАЯ КОМИССИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОРОДСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИЙНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ (НОЯБРЬ 2020–2022 ГОД)

Полярная комиссия Всесоюзного географического общества была создана в Ленинграде в 1940-е годы как преемник Полярной комиссии Академии наук (1914–1936). Она объединила в себе действительных членов общества, занимающихся изучением истории и природы Арктики и Антарктики. После перерыва в ходе реорганизации Географического общества СССР Полярная комиссия вновь была создана (14 мая 1957 года). Ее членами-учредителями стали В.Х. Буйницкий, Я.Я. Гаккель, В.Д. Дибнер, В.И. Калесник, В.А. Обручев, А.Ф. Трешников, Е.Е. Шведе и другие. В задачи комиссии входило привлечение ученых к исследованию полярных областей и решению научных проблем в области географии, геологии, гляциологии, геофизики, биологии, картографии, метеорологии, а также истории открытий и исследования полярных стран, обмен результатами исследований и их популяризация, консультация по различным вопросам и подготовка экспертных оценок. Ее председателями были В.Х. Буйницкий, Я.Я. Гаккель, Н.А. Волков.

В российский период комиссия была преобразована в Полярную комиссию Русского географического общества, а с 2009 года — в Полярную комиссию Санкт-Петербургского городского отделения Русского географического общества (СПб РГО), которую с 1994 года и по настоящее время возглавляет В.И. Боярский.

В последние годы Полярная комиссия СПб РГО приобрела интересный опыт проведения своих заседаний. В ноябре 2020 года после длительного перерыва, вызванного пандемией, комиссия возобновила

свою работу в новом и единственно возможном на тот момент онлайн-формате. Первое в новых пандемических условиях заседание, как и все последовавшие за ним (до апреля 2022 года), прошли в виде видеоконференций на

платформе ZOOM и транслировались на YouTube-канале Лектория РГО имени Ю.М. Шокальского. Формат оказался очень удобным, позволил принимать участие слушателям из других городов. Аудитория заседаний Полярной комиссии значительно расширилась.

Остановимся на этих заседаниях чуть подробнее.

Заседание 17 ноября 2020 года была посвящено Антарктиде, и это не случайно, ведь 2020 год — это Год Антарктиды. В январе мы все отмечали замечательный 200-летний юбилей Великого географического открытия российскими морями шестого континента. Был показан фильм «На Юг, только на Юг!» о международной экспедиции «Трансантарктика», снятый французскими кинематографистами в 1989–1990 годах. Участникам экспедиции — представителям шести государств: Великобритании, Китая, СССР, США, Франции, Японии — и их собакам удалось пересечь Антарктиду по самому протяженному маршруту — от северной оконечности Антарктического полуострова через Южный полюс и Полюс холода (станцию Восток) до станции Мирный. Протяженность маршрута составила 6500 км, длительность — 220 дней. Фильм комментировал и отвечал на вопросы слушателей участник экспедиции, почетный полярник Виктор Ильич Боярский.



Приглашение на онлайн-заседание Полярной комиссии СПб РГО 17 ноября 2020 года



Приглашение на онлайн-заседание Полярной комиссии СПб РГО 29 января 2021 года

На следующем онлайн-заседании 29 января 2021 года состоялась презентация новых книг полярной тематики, изданных в течение 2020 года. Их авторы — люди, чья жизнь самым тесным образом связана с Арктикой и Антарктикой. В первую очередь отметим книгу воспоминаний «Мои полярные экспедиции» Николая Александровича Корнилова, выдающегося полярного исследователя, Героя Социалистического Труда, заместителя директора АНИИ, руководившего работой дрейфующей станции «Северный полюс-10» и многих антарктических станций. К сожалению, издание вышло в свет уже после его ухода. Книгу на заседании представлял один из

ближайших сподвижников Н.А. Корнилова Сергей Аркадьевич Кессель, сыгравший основную роль в подготовке этого издания.

Очередную этапную работу из серии «Острова и архипелаги Российской Арктики», посвященную острову Врангеля, представил автор этой книжной серии, доктор географических наук, известный полярный ученый, участник многих полярных экспедиций Лев Михайлович Саватюгин. Эта богато иллюстрированная книга — многостороннее, глубокое исследование истории открытия и освоения острова, подробное описание его природных особенностей и уникального животного и растительного мира.

Затем В.И. Боярский было представлено пятое, юбилейное издание его книги «Семь месяцев бесконечности», посвященное 30-летию международной экспедиции «Трансантарктика».

О книге почетного полярника, ветерана атомного ледокольного флота Юрия Ильича Смирнова «Соплататели мои, друзья верные», вышедшей в свет буквально накануне заседания, в отсутствие автора рассказал также В.И. Боярский, хорошо знакомый с автором. Воспоминания отличает живой и острый стиль изложения, разнообразие сюжетов, взятых из богатой событиями жизни.

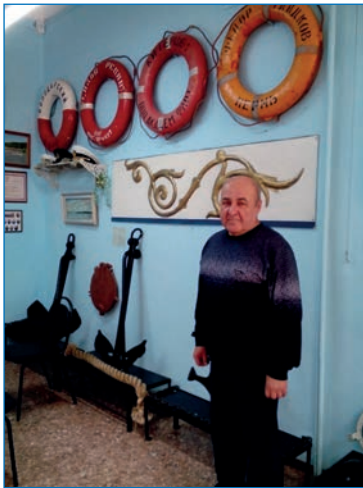
Все четыре издания подготовлены и выпущены издательством «ГеоГраф». Они входят в книжную серию «Полярные истории», издаваемую на протяжении почти 10 лет.

Особенное место среди полярных изданий занимают книги известного путешественника, историка и краеведа, большого друга нашей Полярной комиссии Игоря Демьяновича Смилевца. Две новые книги — «Маяк в океане» и «Саратовский след в Арктике» — были представлены на онлайн-заседании 29 января. Автор, житель поволжского города Энгельса, на протяжении многих лет занимается изучением истории своего края и ее связи с историей полярных исследований. Ему удивительным образом удалось в относительно короткий период подготовить, основываясь на архивных документах, и издать прекрасно иллюстрированные книги, содержащие интересные малоизвестные факты.



Приглашение на онлайн-заседание Полярной комиссии СПб РГО 27 декабря 2020 года

Презентации новых изданий продолжали регулярно проводиться на заседаниях Полярной комиссии. Так, на онлайн-заседании 28 апреля 2021 года неутомимый И.Д. Смилевец рассказал о своей новой книге «Ледовый капитан», посвященной Михаилу Яковлевичу Сорокину, выдающемуся волжанину, прославленному ледовому капитану, с именем которого связаны наиболее значимые операции по обеспечению навигации в морях Советской Арктики в середине XX века. А в конце года, 27 декабря, И.Д. Смилевец провел еще одну онлайн-презентацию



Выступает И.Д. Смилевец.
Фото с сайта И. Д. Смилевца

результатов своих архивных исследований — рассказал о книге, посвященной Фритюфу Нансену и его гуманитарной миссии в Поволжье в 1920-х годах, а также о книге «Саратовский ледокол: жизнь и судьба» (это история создания и работы первого российского ледокола, трудившегося на волжских просторах). Безусловно, все книги Игоря Демьяновича по праву займут самое достойное место среди изданий по истории освоения Арктики.

Новые издания полярной тематики также были представлены 15 июня и 29 сентября 2021 года. На первом заседании участники авторского коллектива — Маргарита Александровна Емелина, Михаил Авинирович Савинов и Павел Анатольевич Филин — рассказали о своей работе над двухтомной монографией «Летопись Арктического института», подготовленной к 100-летию Арктического и антарктического научно-исследовательского института. Второе заседание — презентация книги Вадима Арефьева «Дорога в Антарктиду» — состоялось



Авторы книги М.А. Савинов, М.А. Емелина и П.А. Филин на онлайн-трансляции в РГО. 15 июня 2021 года.
Фото Т.Г. Николаевой

в петербургском Офицерском клубе «Честь имею» и стало в 2021 году единственной очной встречей.

В ходе других онлайн-заседаний Полярной комиссии СПб РГО зрителям были представлены рассказы о знаменательных экспедициях прошлого, результаты современных полярных экспедиций, продемонстрированы документальные фильмы.

На заседании 29 марта 2021 года выступил Виктор Петрович Серов, известный полярный путешественник и альпинист, автор многих фильмов о полярных путешествиях. После его сообщения «Современные негосудар-

ственные экспедиции к Южному полюсу» был показан авторский фильм «На лыжах к Южному полюсу».



Приглашение на онлайн-заседание Полярной комиссии СПб РГО 29 марта 2021 года

11 мая 2021 года гостем Полярной комиссии был Сергей Юрьевич Панюхин, директор Исследовательского краеведческого центра «Землепроходцы» (Тверь). Он весьма интригующе обозначил тему своих исследований в анонсе: «Однажды я ознакомился с любопытным документом — письмом Витуса Беринга из Якутска от 12 июня 1733 года кабинет-министру графу Остерману, в котором есть строчки: «Сиятельный граф... в прошлом 1733 году следовал я со всею командою и с отправленными в экспедицию тяжелыми припасами... по рекам Волгой и Камой на судах, которые я по прибытии моем из Санкт-Петербурга строил во Твери». Это означало, что в Твери в 1-й половине XVIII века работали мощные верфи и именно здесь были построены первые суда флотилии Великой Северной экспедиции». Докладчик раскрыл роль Твери в организации Великой Северной экспедиции.



Приглашение на онлайн-заседание Полярной комиссии СПб РГО 27 сентября 2021 года



Трансляция доклада М.Е. Бекжанова. 27 сентября 2021 года

Осенью 2021 года Полярная комиссия СПб РГО возобновила работу с приглашения ветерана полярной гидрографии Майдана Елемесовича Бекжанова, расска-

завшего о своей многолетней трудовой деятельности в Арктике. Он также продемонстрировал документальные фильмы 1970-х годов о полярных гидрографах.

Об итогах совместной экспедиции РГО и Министерства обороны РФ по аэродромам трассы АЛСИБ поведал ее участник кандидат исторических наук П.А. Филин (26 октября). На следующем заседании, 5 ноября, с докладом «Апостол Андрей» четверть века под парусами за Полярным кругом» выступил известный путешественник, капитан яхты «Апостол Андрей» Николай Андреевич Литай.



Приглашение на онлайн-заседание Полярной комиссии СПб РГО 26 октября 2021 года



Яхта «Апостол Андрей».
Фото предоставлено Н.А. Литай

Первые заседания 2022 года также проходили онлайн. 9 января с докладом «К 120-летию первой в истории международной полярной экспедиции по измерению дуги меридиана Свальбард» выступил Герой России, почетный полярник, председатель Рязанского областного отделения РГО Михаил Георгиевич Малахов. А 10 февраля путешественник Олег Юрьевич Докторов в сообщении «Эволюция экосистем Приполярной России» рассказал о подробностях автономной экспедиции на гидроциклах по реке Таз к местам обитания кочевых рыбаков-ненцев и проживания оседлых селькупов, к месту раскопок древнерусского города Мангазея и к руинам депо «Долгий» сталинской трансполярной магистрали.



М.Г. Малахов.
Фото представлено М.Г. Малаховым

1 марта полярники Виктор Альбертович Симонов и Артур Владимирович Чубаркин рассказали о международной экспедиции «Берингов мост», состоявшейся в 2020 году, представили видеопрезентацию. Они, как руководители и участники проекта, подчеркнули, что в нем заключена социально-культурная связь прошлого и настоящего: освещается трансфер социально-культурных традиций северных коренных народов, в том числе выживания и принципов передвижения в Арктике, изучение которых сыграло решающую роль в успехе многих арктических экспедиций.



Выступает А.В. Чубаркин.
Фото предоставлено А.В. Чубаркиным

Таким образом, с ноября 2020-го до апреля 2022 года состоялось 14 заседаний Полярной комиссии СПб РГО в ставшем уже привычным онлайн-формате, у которого, как мы могли убедиться, есть свои и немалые преимущества. Несмотря на пандемийные ограничения, работа оказалась продуктивной и интересной, позволила расширить аудиторию, а благодаря записям трансляций — привлечь новых зрителей. Мы надеемся, что в дальнейшем будет возможно сохранить смешанный формат проведения заседаний.

С апреля 2022 года слушатели приглашались на очные заседания Полярной комиссии СПб РГО в Лекторий им. Ю.М. Шокальского. До летнего перерыва состоялось три заседания, также три встречи прошли во второй половине года. С докладами выступали директор Российского государственного архива Военно-морского флота Валентин Георгиевич Смирнов, начальник Высокоширотной арктической экспедиции ААНИИ Владимир Тимофеевич Соколов, ветеран Гидрографической экспедиции Северного флота Олег Юрьевич Корнеев, заслуженный путешественник России, мастер спорта Вадим Валерьевич Васильев, ведущий научный сотрудник лаборатории изменений климата и окружающей среды ААНИИ Алексей Анатольевич Екайкин.

В ходе предстоящей работы Полярной комиссии СПб РГО мы еще не раз встретимся с исследователями полярных областей нашей планеты и узнаем о новых экспедициях и открытиях. Нас ждут новые встречи с нашими известными полярниками. Ознакомиться с прошлыми нашими заседаниями и узнать о предстоящих можно по ссылке Лектория РГО им. Ю.М. Шокальского: https://www.youtube.com/channel/UCIw9tmGvLFiFtMNL-_Z79Dg/streams

Ждем Вас на наших заседаниях в Штаб-квартире РГО (Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 10).

*В.И. Боярский, С.Ю. Лукьянов
(Полярная комиссия СПб РГО)*

**ЕЖЕГОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР
«АНАЛИЗ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ
И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРСКИХ ОПЕРАЦИЙ В АРКТИКЕ
В 2022 ГОДУ»**

29 ноября 2022 года на базе Государственного научного центра РФ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (АНИИ) прошел очередной ежегодный научно-практический семинар «Анализ гидрометеорологических процессов в арктических морях и гидрометеорологическое обеспечение морских операций в Арктике в 2022 году», который является продолжением практики проведения семинаров, существовавшей до начала 1990-х годов и возобновленной в 2017 году.

Основной целью семинара, как и в предыдущие годы, является подведение итогов гидрометеорологического обеспечения морских операций в Арктике, анализ потребностей пользователей гидрометеорологической информации, возможности расширения ее объемов и номенклатуры, улучшения качества гидрометеорологической информационной продукции, используемой при осуществлении хозяйственной деятельности в Арктике.

В работе научно-практического семинара приняли участие более 70 экспертов из 20 российских организаций и компаний, среди которых представители ключевых российских предприятий: ФГБУ «Главное управление Северного морского пути», ФГБУ «Администрация Северного морского пути», АО «Объединенная судостроительная корпорация», ФГУП «Росморпорт», ООО «Автоматика-Сервис», ООО «Гекон», ООО «Бюро Гиперборей», 373 Центр ВМФ, ФГБУ «НИЦ «Планета», ФГБУ «Северное УГМС», ЧОУ «Учебно-тренажерный

центр «Совкомфлот», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» и др.

Открыл семинар директор Арктического и антарктического научно-исследовательского института А.С. Макаров. От АНИИ были представлены традиционные доклады по вопросам особенностей атмосферных и ледово-гидрологических процессов в Арктике в 2022 году, особенностей специализированного гидрометеорологического обеспечения судоходства в Арктике в 2022 году, а также доклады, посвященные мониторингу гидрометеорологических и ледовых условий при проведении строительных работ в Обской губе и использованию сети поверхностных дрейфующих буев для оценки параметров морского льда.

Начальник отдела навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения ФГБУ «Администрация Севморпути» А.В. Калашников рассказал об итогах навигации в акватории СМП. Директор ООО «Гекон» М.Н. Григорьев представил актуальную информацию по оценке рынка услуг по гидрометеорологическому обеспечению на акватории Северного морского пути. Большой интерес вызвала тема «Автоматическая маршрутизация ледового плавания — анализ практического применения», которую осветил заместитель генерального директора по научной работе ООО «Бюро Гиперборей» А.Г. Топаж. Крайне актуальные вопросы были обозначены в докладе заместителя заведующего отделом ФГБУ «НИЦ «Планета»» А.А. Максимова «Использование государственной системы космического

мониторинга для оценки гидрометеорологических и ледовых условий в Арктике и замерзающих морях России».

С сообщением на семинаре выступил генеральный директор ФГБУ «ГлавСевморпуть» С.Н. Зыбко. Была отмечена важность и необходимость сотрудничества и развития отношений между ФГБУ «ГлавСевморпуть» и ФГБУ «АНИИ».

Участники в очередной раз отметили безупречную и продуктивную организацию семинара, полезность и необходимость регулярного проведения таких семинаров как эффективного инструмента повышения качества гидрометеорологического обеспечения морских операций в полярных широтах.

М.С. Зубкова (АНИИ)

Рабочий момент семинара.
Фото О.Н. Григорьевской



ЗАСЕДАНИЕ СЕМИНАРА «ПОЛЯРНЫЙ И ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ» В ААНИИ

1 марта 2023 года в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте состоялось очередное заседание научного семинара «Полярный и глобальный климат». Его вел главный научный сотрудник лаборатории гидрологического режима Л.А. Тимохов, в подготовке активно участвовали О.А. Трошичев и Г.В. Алексеев. Заседание получилось необыкновенно продуктивным, так как были представлены и обсуждены сразу три доклада. Ученые говорили о разных факторах (помимо антропогенного воздействия), которые влияют на глобальный климат.

Заместитель генерального директора ФГБУ «ВНИИ-Океангеология» доктор геолого-минералогических наук Г.Л. Лейченков подробно рассказал о роли геологических процессов в изменении климата Земли. Изучая по геологическим данным механизмы изменений, характерные для прошлого, можно будет использовать накопленные знания для понимания современных процессов. В своем выступлении он подчеркнул, что рост сейсмической и вулканической активности, о котором говорится в последнее время, с точки зрения геологической истории является нормой. Статистические данные, собранные за 100 лет, показывают связь активности с движением литосферных плит. С развитием науки и регистрирующих устройств в распоряжении ученых оказалось больше сведений о землетрясениях и извержениях. Появилась возможность составлять карты теплового потока и делать прогнозы таяния льдов в Мировом океане — даже для Антарктиды, где исследования затруднены суровыми природными условиями. Г.Л. Лейченков рассказал об углеродных циклах Земли и подчеркнул, что современные геологические процессы не влияют на выбросы CO₂ в атмосферу.

Кандидат физико-математических наук И.А. Миронова, старший научный сотрудник кафедры физики Земли СПбГУ, ведущий ученый в области солнечно-земной физики, представила доклад «Влияние космической

погоды на земную атмосферу». В нем были затронуты проблемы воздействия длительно- и короткопериодных вариаций солнечной активности на состояние нижней атмосферы Земли, указано на важность учета влияния космической погоды на климат Земли.

И.А. Миронова подчеркнула, что явления космической погоды (вспышки на Солнце, геомагнитные бури, изменения геомагнитного поля) могут сильно влиять на окружающую среду Земли (радиационную обстановку, озоновый слой, химический состав атмосферы, вариации приземной температуры), поэтому их понимание так важно для современного общества.

Доктор географических наук, заведующий лабораторией исследования последствий изменения климата ВНИИГМИ-МЦД Б.Г. Шерстюков выступил с докладом «Колебательная система климата и прогноз изменения климата». Он отметил, что при изучении климата справедливее говорить о его колебаниях, и указал на связь циклических воздействий космоса (космической погоды) и климатической системы Земли, на необходимость учитывать изменения барицентрического вращения Солнца. Циклические изменения Солнечной системы сказываются на процессах в Мировом океане и взаимодействии системы океан — атмосфера, приводя, в свою очередь, к изменениям глобального климата.

Ученые в ходе последовавшей дискуссии отметили важность учета разных факторов и данных при изучении динамики климата планеты, а также указали на тот факт, что процессы, характерные для глобального климата, происходят иначе в полярных областях. Намечено новое заседание семинара, в ходе которого специалисты ААНИИ планируют представить результаты своих исследований, выполненных на основе наблюдений и с учетом массива данных, полученных в Арктике и Антарктике.

М.А. Емелина (ААНИИ)

Выступление Г.Л. Лейченкова.
Фото В.Ю. Замятина



Выступление И.А. Мироновой.
Фото М.А. Емелиной



МАРИОН-ДЮФРЕН — ФРАНЦУЗСКИЙ ДЖЕЙМС КУК К 250-летию открытия архипелагов Принс-Эдуард и Крозе в Антарктике

6 февраля 1840 года состоялось подписание соглашения между представителями Великобритании и вождями некоторых племен маори. Это произошло в населенном пункте Вайтанги, давшем соглашению свое имя — договор Вайтанги. В соответствии с соглашением Новая Зеландия переходила в управление Великобритании, в обмен на это маори сохраняли свои имущественные и неимущественные права, получали покровительство британской короны и передавали ей исключительные права на покупку у них земель. Этот договор положил основу созданию государства Новая Зеландия и является одним из основных конституционных документов страны. Но первым европейцем, заявившим права на эти территории за 70 лет до англичан, был французский поданный Марк Жозеф Марион-Дюфрен (фр. *Marc-Joseph Marion du Fresne*; 1724–1772). Кто этот французский поданный?



Марк Жозеф Марион-Дюфрен

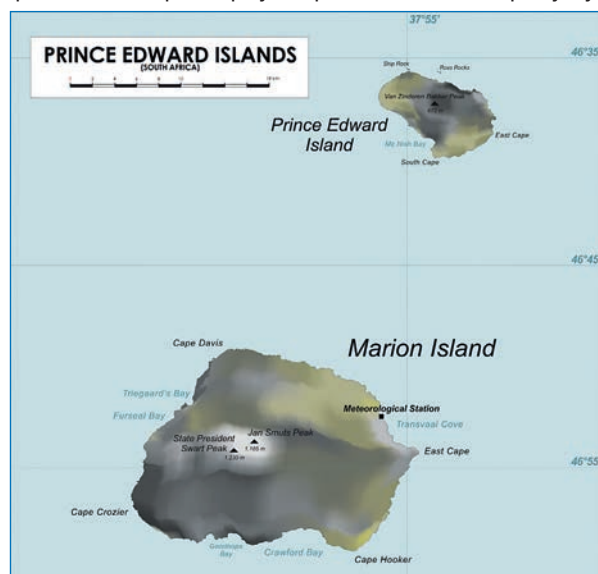
Марк Жозеф Марион-Дюфрен (фамилия иногда пишется Марион дю Френ) родился 22 мая 1724 года в столице корсаров Франции Сен-Мало в семье бывшего капера Жюльена Марион-Дюфрена, сколотившего приличный капитал и ставшего судовладельцем во Французской Ост-Индской компании. Именно на одно из принадлежавших компании судов он и отправил работать юнгой 11-летнего сына. Марк оказался способным моряком и в 21 год уже командовал французским военным судном в Семилетней войне, где снискал себе славу решительного и талантливого офицера. Марион-Дюфрен служил на различных судах Французской Ост-Индской компании, плавая в Индийский океан и в Китай, торговал на Сейшельских островах и в Индии. В 1759 году он был повышен до капитана, а в 1761 году был награжден королевским военным орденом Святого Людовика, предназначавшимся для награждения исключительных офицеров.

К 1769 году компания, утратившая в ходе войны с англичанами все свои владения в Индии, обанкротилась, Марк Жозеф потерял работу и регулярное жалование. В 1771 году он получил от интенданта острова Маврикий два задания и с радостью согласился их вы-

полнить. Во-первых, он должен был доставить на Таити туземца Аутуру (его привезла в Париж экспедиция Бугенвиля, и теперь таитянин пытался вернуться домой), а во-вторых — исследовать малоизученные области Индийского океана в поисках предполагаемого «Южного континента».

Для экспедиции Марион-Дюфрену выделили два фрегата: 22-пушечный «Маскарин» и 16-пушечный «Маркиз де Кастри».

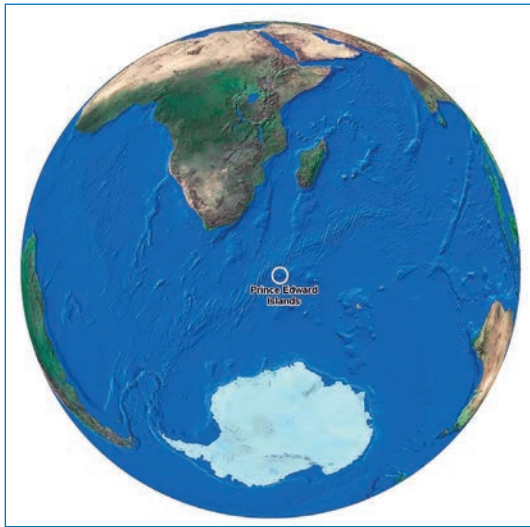
Корабли отплыли из Порт-Луи 18 октября 1771 года, направляясь на близлежащие острова Бурбон и Мадагаскар, чтобы взять припасы, а также избежать эпидемии оспы, опустошающей Маврикий. При заходе «Маскарина» на Мадагаскар Аутуру умер от оспы, и, поскольку теперь пропала необходимость его доставки на Таити, Марион-Дюфрен решил отправиться в кругосветное путешествие, чтобы открыть для себя новые острова и особенно Южный континент. Для этого французский мореплаватель развернул корабли на юг к острову Буве.



Карта островов Принс-Эдуард

13 января 1772 года Марион-Дюфрен на 46° ю. ш. и около 38° в. д. открыл, нанеся на карту и незамедлительно объявив территорией Франции два небольших острова. Вначале он посчитал, что это часть великого Южного континента и дал большему острову название остров Надежды (фр. *Île de l'Espérance*), поскольку сначала надеялся, что открыл не остров, а часть Южной земли, а меньшему — остров Пещеры (фр. *Île de la Caverne*), по примечательному объекту на острове. Когда туман рассеялся, Марион-Дюфрен убедился, что перед ним лишь небольшие острова. Но там моряки обнаружили огромные колонии морских слонов, пингвинов, буревестников и бакланов.

На острове Надежды старший помощник Марион-Дюфрена Жюльен Мари Крозе (1728–1782) по установленному обычаю первооткрывателей на приметном хол-



Местоположение островов Принс-Эдуард

ме закопал бутылку с запиской: «Место, где я высадился, было абсолютно каменистым. Я поднялся на холм, с которого увидел снег, простирающийся в несколько долин; земля казалась засушливой и заросла мелкой травой...».

Через четыре года, 12 декабря 1776 года, Джеймс Кук во время своего третьего кругосветного плавания обнаружил эти острова и назвал их острова Принс-Эдуард (англ. *Prince Edward Islands*), в честь четвертого сына британского монарха Георга III. Впоследствии большой остров получил название Марион-Айленд в честь капитана Марион-Дюффрена.

Но ни Марион-Дюффрен, ни Джеймс Кук не были первооткрывателями этих островов. Они были открыты в 1663 году голландцами под командованием капитана Барента Баренцзона Лама (нидерл. *Barent Barentssoon Lam*) на судне "Maerseveen". Но координаты были определены не очень точно. Большой остров был назван Марсеевен, а маленький — Дина (на некоторых немецких и голландских картах эти острова так обозначены до сих пор).

Первая зарегистрированная высадка на острова произошла в 1803 году. Это были охотники за тюленями или китобои.

В 1947–1948 годах на востоке острова Марион-Айленд ЮАР построила метеорологическую станцию, а острова объявила частью ЮАР.

На обоих островах архипелага обитает достаточно много пингвинов и тюленей, которые образуют порой огромные колонии на побережье.



Полярная станция ЮАР на острове Марион-Айленд

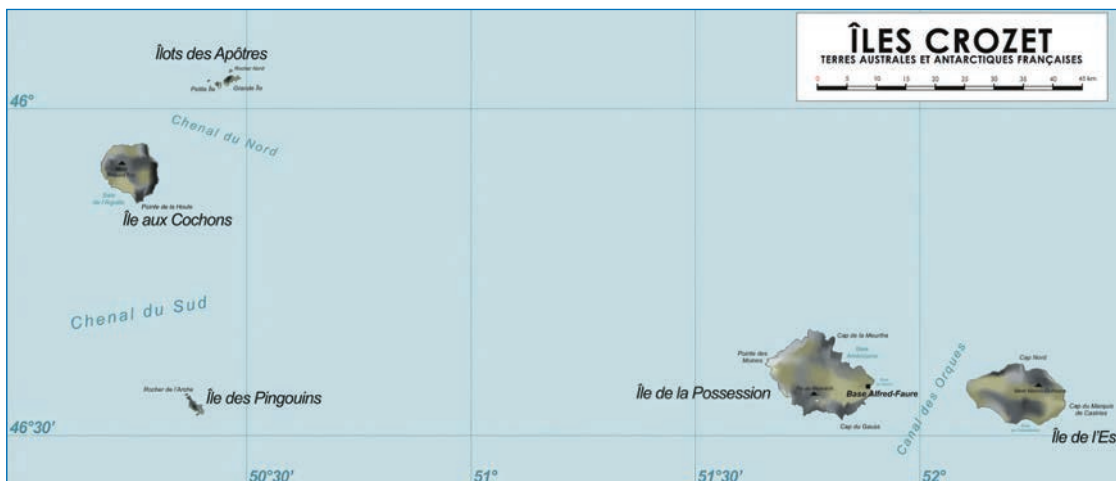
Кроме этого, побережье островов служит местом гнездования морских птиц, в частности альбатросов и тайфунников, которых здесь великое множество. Среди альбатросов следует отметить их подвид, именуемый сероголовым альбатросом, который в данное время стал достаточно редким и требует защиты. Встречаются здесь и буревестники, в частности их подвид *Pachyptila salvini*.



Сероголовый альбатрос (*Diomedea chrysostoma*)

Люди, работавшие на метеорологической станции, завезли на остров Марион-Айленд сначала мышей, а потом для борьбы с ними и пять кошек, которые, в достаточном количестве расплодившись и одичав, едва ли не разрушили экосистему острова. К 1970-м годам популяция кошек на острове составила более 3 тыс. особей. Только в 1991 году кошки были отловлены и вывезены с острова.

Карта архипелага Крозе



Климат на островах влажный и ветреный. Количество осадков составляет более 2000 мм в год, преимущественно в виде дождя, который на островах идет более 300 дней в году. Более 100 дней среднесуточная скорость ветра превышает 100 км/ч, а порывы ветра иногда достигают 200 км/ч.

После открытия островов Принс-Эдуард Марион-Дюфрен продолжил путь на восток к острову Буве, но 23 января 1772 года примерно на 52° в. д. в тумане была замечена группа из шести островов, а на следующий день французы высадились на самом большом из них (ныне остров Поссесьон). Капитан назвал острова Южными, полагая, что они являются преддверием искомого континента, и объявил их собственностью Франции. По некоторым источникам, Марион-Дюфрен тогда же назвал архипелаг островами Крозе, по имени своего старшего помощника Жюльена Крозе.

Джеймс Кук во время своего третьего кругосветного плавания (1776–1779) назвал западную группу островов островами Мариона (англ. *Marion Islands*), а восточную — островами Крозе (англ. *Crozet Islands*). Впоследствии название острова Крозе закрепилось за всем архипелагом, а именем Мариона стали называть один из островов Принс-Эдуард.

Архипелаг состоит из шести вулканических островов и небольшого количества окружающих их маленьких островков и скал. Расстояние от самого западного до самого восточного острова составляет около 100 км.

Самый крупный из островов — Поссесьон (с фр. — владения) — имеет географические координаты: 46°24' ю. ш. 51°46' в. д. Остров получил свое название в честь церемонии, которую осуществил старший помощник Марка Жозефа Марион-Дюфрена Жюльен Мари Крозе по закладке на острове капсулы с грамотой французского короля, которая возвещала о том, что остров является владением Франции.

Поссесьон является самым большим островом по площади в составе архипелага и отдален от острова Восточный Крозе (Восточный) к западу примерно на 18 км проливом Касаток. Рельеф острова гористый, с обрывами скал, на побережье также достаточно много скал и рифов. Наивысшей точкой острова Поссесьон является гора вулканического происхождения Маскарин, высотой 934 м над уровнем моря.

Остров является частью подводного вулканического плато, возникшего около 10 млн лет назад.

Острова Крозе не покрыты ледниками, но климат суровый субантарктический. Практически на протяжении всего года здесь пасмурно, дождливо и ветрено. Количе-

ство выпадающих в виде дождей и мороси осадков в течение года порой превышает отметку в 2500–2600 мм. Сильные порывистые ветра, скорость которых порой достигает 100 км/ч, дуют на острова, как правило, с северо-востока, принося сюда дожди, а в летний период туманы. Летом температура воздуха иногда может подниматься до +20°, а зимой — редко опускаться ниже 0.

На островах обитает большая популяция золотоволосых и королевских пингвинов. Другие виды пингвинов (папуанский пингвин) представлены маленькими колониями. Кроме пингвинов, на островах обитают тюлени, а из морских птиц наиболее распространены буревестники и альбатросы.

Острова Крозе после открытия были забыты на некоторое время, и лишь в середине XIX века они стали довольно часто посещаться китобоями и охотниками на морских млекопитающих. Этот период особенно богат на катастрофы кораблей в этом районе. Так, в 1821 году британское промысловое судно «Принц Уэльский» (*Prince of Wales*) потерпело крушение в районе острова Поссесьон, а оставшиеся в живых члены экипажа провели на этом острове два года, пока не были спасены. В 1887 году в районе острова Свиный (его очертания на карте напоминают пяточок свиной) потерпело катастрофу французское судно «Тамарис» (*Tamaris*), и оставшиеся в живых члены экипажа долгое время жили на этом острове.

В 1923 году острова Крозе были переданы под управление колониальной администрации на острове Мадагаскар.

В 1938 году территория суши и прилегающая акватория островов Крозе были объявлены заповедником.

В середине 1955 года Франция включила острова Крозе в состав Французских Южных и Антарктических территорий, которые стали управляться с острова Реюньон.

В 1961 году французская научная экспедиция под началом Альфреда Фора основывает на острове Поссесьон базу и метеорологическую станцию, а в 1969 году данная станция получает название в честь своего основателя.

В 2006 году территория практически всех островов Крозе (кроме острова Поссесьон), вместе с островами Каргелен, Амстердам и Сен-Поль вошли в состав созданного Национального заповедника Французских Южных и Антарктических территорий.

После открытия архипелагов Марион-Дюфрен направил свои фрегаты к берегам Новой Зеландии, чтобы пополнить запасы пресной воды и продовольствия,

Бетонная пирамида — место закладки капсулы с грамотой французского монарха на острове Поссесьон



Поссесьон — остров королевских пингвинов



подлечить заболевших цингой, отремонтировать корабли экспедиции. Но завершение плавания оказалось для Марион-Дюфрена трагичным. 1 мая 1772 года его корабли достигли мыса Бретт у входа в залив Бей-оф-Айлендс в Новой Зеландии.

«Маскарен» и «Маркиз де Кастри» встали на якорь около одного из крупнейших островов залива Бей-оф-Айлендс. Этот остров сейчас известен как Мотуруа. Видя дружелюбие аборигенов, французы решили разбить на острове лагерь-лазарет, ведь многие члены команды в ходе долгого плавания заболели цингой — тяжелым заболеванием, которое в те времена уносило тысячи жизней моряков, лишенных в море возможности употреблять продукты, содержащие витамин С. Чтобы спасти больных, требовалось добыть им свежие фрукты и овощи, а чтобы ускорить выздоровление, считалось полезным перенести их с кораблей на сушу.

Сначала отношения с маорийцами были дружелюбными. Марион-Дюфрену подарили «тики» — маорийское украшение в виде человеческой фигуры из нефрита, которое носится на шее. Но потом туземцы украли у французов мушкет и шинели, те в ответ сожгли селение маори.

12 июня на «Маскарен» прибыли двое новозеландских вождей и пригласили Марион-Дюфрена посетить селение вождя Те Каури и половить рыбу. С Марион-Дюфреном отправились 15 моряков, и лишь двое из них были вооружены. Больше оставшиеся на корабле французы этих людей и своего командира не увидели.

Утром 13 июня маорийцы напали на матросов, прибывших на берег за дровами. Всего за два дня погибли 27 французов. Руководство экспедицией перешло к заместителю Марион-Дюфрена Жюльену Крозе.

Французские моряки двинулись на крепость-селение маорийцев и одержали победу: погибло 250 из 450 защитников крепости.

На следующий день французы ликвидировали свой лагерь на Мотуруа и переправили имущество на кораб-



Маорийское украшение «тики»

ли. Доставить же на корабли мачты, сделанные на берегу, не представлялось возможным из-за угрозы нападения туземцев. Французы решили сделать новые мачты. Поэтому они задержались в Бей-оф-Айлендс еще на месяц.

13 июля 1772 года, оставив в новозеландской земле бутылку с посланием о том, что Новая Зеландия является владением Франции, осиротевшая экспедиция покинула негостеприимные берега и взяла курс на Манилу.

Во время своего первого трехлетнего плавания на барке «Индевор» (1768–1771) Джеймс Кук открыл Новую Зеландию и убедился, что в умеренных широтах нет никаких признаков Южной земли. В 1769 году «Индевор» зашел в залив Бей-оф-Айлендс и тоже чуть было не подвергся нападению аборигенов.

Но Кук сразу начал вести себя жестко, потому что маорийцы первыми проявили агрессию, к тому же он плыл вдоль новозеландского побережья на исправном корабле и в любой момент мог покинуть негостеприимное место, в котором произошел конфликт, в отличие от Марион-Дюфрена, который был вынужден встать в Бей-оф-Айлендс на несколько месяцев для ремонта кораблей и лечения экипажа, поэтому ему было необходимо соблюдать с аборигенами мир. Причина, по которой новозеландцы убили Марион-Дюфрена, так до конца и не ясна.

Не исключено, что эта трагедия послужила причиной прекращения отношений между французами и маори, вследствие чего у англичан появилось больше возможностей для усиления своего влияния власти в Новой Зеландии (см. Кочетков Д.С. Вторая встреча маори с французами: экспедиция Марион-Дюфрена // Юго-Восточная Азия: Актуальные проблемы развития. 2021. Т. 4. № 4 (53). С. 240–261).

Л.М. Саватюгин (АНИИ)

Смерть Марион-Дюфрена. Художник Шарль Мерион, 1840 г.



К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛЕДОИССЛЕДОВАТЕЛЯ НИКОЛАЯ ВАСИЛЬЕВИЧА ЧЕРЕПАНОВА

Николай Васильевич Черепанов родился 4 февраля 1923 года в деревне Слободское Солигаличского района Костромской области в семье сельского фельдшера. В 1925 году семья переехала в город Солигалич к месту новой работы отца. В 1931 году в этом городе Николай поступил в среднюю школу, которую окончил в 1941 году. В августе 1941-го его призвали в ряды Красной Армии и направили в авиашколу в г. Фрунзе, но по состоянию здоровья не приняли и перевели в учебный батальон в г. Чирчик. В октябре того же года его откомандировали в распоряжение Солигаличского райвоенкомата (по месту жительства). В июне 1942 года он повторно был призван в армию и направлен в 1-ю авиадесантную авиабригаду (после переформирования — 5-я гвардейской стрелковой бригады). В августе в составе части выехал на Южный фронт. Принимал участие в боях в районах городов Грозный и Моздок. 6 октября 1942 года рядовой роты противотанковых ружей Н.В. Черепанов в бою за станцию Ищерская при отражении танковой атаки немцев получил тяжелое пулевое ранение в ногу.

После лечения в эвакогоспитале в феврале 1943 года его направили в Ленинабад в Высший военный гидрометеорологический институт Красной Армии на гидрологический факультет. В июле 1943 года вместе с институтом он переехал в Москву, а в 1944 году — в Ленинград. В августе 1945 года был демобилизован с 3-го курса из числа слушателей военного факультета в звании младшего техника-лейтенанта и направлен в Ленинградский государственный университет (ЛГУ) на 4-й курс географического факультета. В 1946 году участвовал в экспедиции на Заравшанский ледник и, как указано в характеристике, «проявил исключительную наблюдательность и интерес». Окончил ЛГУ в июне 1947 года по специальности «Гидролог суши» и тогда же вместе с двумя сокурсниками по плану распределения моло-

дых специалистов поступил на работу в Арктический научно-исследовательский институт (АНИИ) для участия в экспедиции на Землю Франца-Иосифа (ЗФИ). 9 июня он был принят на должность младшего научного сотрудника и в июле в составе зимовочной экспедиции А-70 выехал на ЗФИ, где и находился до сентября 1949 года. Экспедиция провела всесторонние гляциологические и геоморфологические исследования о. Гукера, рекогносцировочные гляциологические и геоморфологические исследования большинства островов архипелага, попутные ледовые наблюдения в проливах архипелага, вспомогательные метеорологические наблюдения и топографические работы. Заместитель начальника экспедиции по научной части П.А. Шумский отмечал хорошее качество наблюдений гляциолога Черепанова. В частности, им был собран основной материал по обследованию островов с самолета и хорошо выполнены структурные исследования льда. Большим достижением явилось применение микрофотографии, оборудование для которой было изготовлено своими силами.

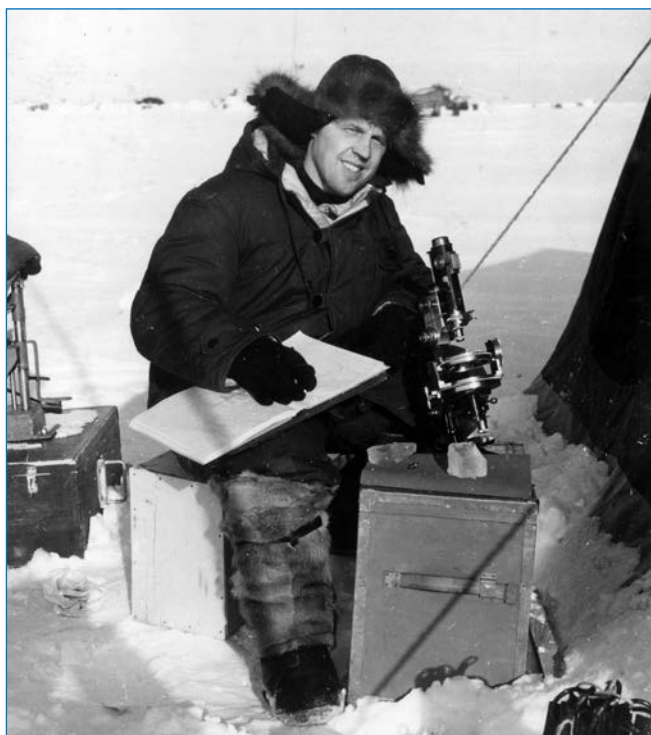
В феврале 1950 года Николай Васильевич был уволен из института в связи с закрытием штатов экспедиции. В его характеристике отмечалось, что он «проявил большие способности в области гляциологических и гидрологических работ». В течение двух лет он работал в Управлении гидрометслужбы Украинской ССР — был начальником гидрометстанции Чортков Тернопольской области.

В июне 1952 года Н.В. Черепанов был отозван для работы в АНИИ и принят на должность старшего научного сотрудника сектора № 37 отдела № 3 (гидрологии), а в сентябре командирован в дельту реки Лены в составе гидрологической экспедиции А-112. Зимовочная экспедиция А-112 работала в этом районе с 1950 года, перед ней стояли задачи изучения руслового, гидрологического и ледового режимов как основы для улучшения судоходных условий в протоках дельты. Вернулся Н.В. Черепанов в сентябре 1953 года, а марте следующего года был снова включен в состав экспедиции А-112 (ставшей сезонной), теперь уже начальником. После возвращения из экспедиции перешел на работу младшим научным сотрудником в лабораторию № 2 (Ледоисследовательская лаборатория, 1961–1964 — Лаборатория льда и методов его разрушения), которую возглавлял известный ученый И.С. Песчанский.

В 1950–1960-х годах Николай Васильевич активно участвовал в полевых работах в Арктике. Это были высокоширотные экспедиции «Север-7» (отряд на дрейфующей станции СП-4, 1955), «Север-8» (на СП-4, 1956), «Север-10» (на СП-6, 1958), «Север-13» (1961), А-90 (отряд ВВЭ «Север-21», 1969), кораблеисследовательские экспедиции А-62 (1955, 1960), экспедиция по расстановке дрейфующих автоматических радиометеостанций А-138 (1959), экспедиция А-68(6) (1962). А в результате специальной экспедиции по разрушению ледяного покрова А-158 (1957), которую он возглавил, были не только своевременно выведены из льда вынужденно зазимовавшие в районе мыса Шмидта пароход «Войков» и танкер «Эльбан» и продолжены исследования по внедрению в практику радиационного и взрывного методов разрушения ледяного покрова, но и получены новые и весьма ценные материалы по физико-механи-

В экспедиции на Земле Франца-Иосифа. Весна 1948 года.
Фонды ААНИИ





Изучение шлифов льда при помощи поляризационного микроскопа.
Экспедиция «Север», середина 1950-х годов.
Фонды ААНИИ

ческим свойствам, структуре, напряженному состоянию и естественным колебаниям льда. В этом районе такие научные работы ранее не выполнялись.

В область интересов Николая Васильевича входили не только морские льды Северного Ледовитого океана. В феврале 1960 года он участвовал в работах на Каспии, а в ноябре 1970 — мае 1971 года был ледоисследователем в морском отряде сезонного состава 16-й САЭ на дизель-электроходе «Обь».

Главное внимание в своих исследованиях Н.В. Черепанов уделял изучению кристаллической структуры морского льда и особенностям ее формирования в зависимости от гидрометеорологических факторов, а также вопросам классификации льдов по основным типам кристаллических структур, выявлению закономерностей в географическом распространении структурных типов льдов, совершенствованию методики структурных исследований в полевых и лабораторных условиях.

На основе наблюдений, выполненных им в Арктике, в 1963–1965 годах он написал и в мае 1965 года защитил диссертацию «Структура морского льда и условия ее формирования».

В служебных характеристиках Николая Васильевича отмечалось, что выполненные им в Арктике и в ледоисследовательской лаборатории работы заложили фундамент важного раздела ледоведения — структурного анализа — и он является ведущим специалистом в этой области знаний у нас в стране.

Н.В. Черепанов подготовил и опубликовал большое число научных статей. Так, в 1976 году в «Трудах ААНИИ» им была опубликована основополагающая «Классификация льдов природных водоемов». Отличительной особенностью предложенной Николаем Васильевичем классификации является включение в ее основу не только кристаллического строения льда, но и условий его образования, что позволило связать присущий определенной акватории гидрометеорологический режим

со строением льда и его физическими свойствами, что, в свою очередь, явилось существенным прорывом в вопросах изучения физики льда.

Николай Васильевич был не только видным ученым, но и талантливым изобретателем. Он создал и внедрил в практику новый метод исследования структуры льда, разработал ряд новых приборов и образцов оборудования. Он — автор трех изобретений, многих рационализаторских предложений. Наиболее известным его изобретением является кольцевой бур (авторская заявка была подана Н.В. Черепановым совместно с Ф.Д. Соколовым в 1964 году). Он получил обозначение ПИ-8, но многие гидрологи и ледоисследователи знают его как бур Черепанова. Это ручное устройство для бурения льда, состоящее из стального кольца с резцом, штока и коловорота с двумя ручками; оно позволяло просверливать отверстия в ледяном покрове толщиной до 1,5 м (а при использовании удлиняющих штанг и умении — заметно больше) и отбирать при этом образцы льда (керны) для изучения строения и физических свойств ледяного покрова. Появление кольцевого бура стало настоящим прорывом в методиках изучения льда. Ранее для получения образцов для исследований из толщи льда выпиливались ледяные блоки, которые потом распиливались на образцы, что занимало много сил и времени. С помощью бура Черепанова появилась возможность в короткие сроки получить образцы льда для исследований с большой площади ледяного покрова, что позволило перейти к изучению пространственной неоднородности строения и физических свойств льда.

Бур Черепанова прошел проверку временем, благодаря своей эффективности, простоте конструкции и легкости, его производство продолжается и в настоящее время. Он используется не только ледоисследователями (его применение резко сокращает время и усилия на отбор образцов льда), но и гидрологами при подготовке майн во льду для опускания приборов, при постановке судов на ледовые якоря, гляциологами для отбора кернов из ледников. Его нередко применяют и рыбаки для подготовки лунок во время зимней подледной рыбалки.

Информационный листок о буре ПИ-8
для Выставки достижений народного хозяйства. 1967 год.
Фонды ААНИИ





В.А. Бородкин работает на шлифовальном станке, внедренном Н.В. Черепановым. О. Средний, 1989 год.
Архив В.А. Бородкина

Для изготовления шлифов, пластин льда толщиной меньше 1 мм, используемых для изучения кристаллического строения льда, Н.В. Черепановым был разработан и внедрен в практику работ специальный шлифовальный станок, позволивший существенно сократить сроки подготовки образцов к изучению.

С 1 февраля 1977 года ледоисследовательская лаборатория вошла в состав отдела физики льда и океана как сектор прикладных проблем, и Н.В. Черепанов был переведен на должность младшего научного сотрудника этого сектора. С 25 февраля он уже был старшим научным сотрудником. 10 января 1978 года его назначили исполняющим обязанности руководителя лаборатории физического моделирования (с местом нахождения в пос. Осиновец, Всеволожский район Ленинградской области), а с 23 марта, после прохождения по конкурсу, — ее руководителем.

Лаборатория физического моделирования являлась преемницей научно-исследовательской станции (НИС) «Ладожская», организованной в АНИИ в 1950 году. Николай Васильевич был хорошо знаком с ней, с середины 1950-х годов часто выезжал туда в командировки. Задачи лаборатории заключались в физико-техническом обеспечении и участии в выполнении тематических работ отдела по физике льда, радиофизике, акустике, гидрооптике; выполнении структурных исследований льда и снега в условиях лаборатории. В развитии исследова-

Н.В. Черепанов у опытного лотка в павильоне лаборатории физического моделирования. 1980-е годы.
Фонды ААНИИ



тельской базы на Ладогe большая заслуга Н.В. Черепанова. В 1980-е годы здесь проводились эксперименты по моделированию слоистой переохлажденной структуры пресно-морской воды для изучения физики процессов снежно-ледового облипания судов в арктических морях, полунатурные и лабораторные эксперименты, направленные на определение элементов подледного гидрологического режима по ориентации кристаллов ледяного покрова. Осуществлялись эксперименты по физике образования внутриводного льда применительно к формированию ледяного покрова. Сотрудники лаборатории разработали методику изготовления образцов льда для изучения его трещиностойкости при разрушении. На базе подразделения также осуществлялись испытания новых гидрометеорологических приборов, проходили подготовку и стажировку специалисты перед отправкой в экспедиции в Арктику и Антарктику.

Николай Васильевич неоднократно выражал желание создать круглогодичную ледовую лабораторию в Арктике. На ее базе он планировал не только выполнять работы по структурно-текстурному анализу, но и проводить опыты со льдом, изучая его физические свойства при различных температурных режимах или условиях ледообразования. Его наработки и предложения использовались при попытках создать ледоисследовательский полигон с ледовой лабораторией на мысе Ватутина, на мысе Локоть и на острове Средний архипелага Северная Земля, а в настоящее время реализуются на НИС «Ледовая база Мыс Баранова».

В 1990-е годы финансирование науки, в т. ч. и прикладных задач ледоведения, резко сократилось. Это негативно сказалось на судьбе лаборатории и отдела физики льда и океана. Николай Васильевич в меру сил и возможностей старался поддерживать исследовательскую базу на Ладогe. В настоящее время она продолжает работать как подразделение, основная задача которого — подготовка молодых специалистов и испытания новой техники и систем наблюдений.

Николай Васильевич Черепанов проработал в ААНИИ более 60 лет. В марте 2013 года он по собственному желанию уволился из института в связи с выходом на пенсию, но и после этого продолжал консультировать и давать рекомендации по вопросам изучения морского льда, помогать советами при организации работ на НИС «Ледовая база Мыс Баранова».

Не раз заслуги Н.В. Черепанова отмечались наградами. За участие в войне он был награжден медалями «За оборону Кавказа» (1944), «За боевые заслуги» (23.07.1945), «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1945), орденом Отечественной войны I степени (06.11.1985). Успехи в работе отмечены орденом Трудового Красного Знамени (19.07.1983), медалями «За трудовую доблесть» (22.02.1974) и «Изобретатель СССР» (1980), значками «Отличник гидрометслужбы СССР» (24.04.1970), «Почетному полярнику» (13.02.1978) и «Почетный работник Гидрометеослужбы России» (1998).

Николай Васильевич ушел из жизни 30 марта 2018 года. В памяти сотрудников института, работавших с ним или знавших его, он остается не только прекрасным специалистом в области структуры морских льдов, равного которому нет сейчас и вряд ли появится в обозримом будущем, но и человеком высоких душевных качеств, готовым делиться своими знаниями и опытом.

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

НИКОЛАЮ НИКОЛАЕВИЧУ АНТИПОВУ — 75 ЛЕТ!



Николай Николаевич Антипов родился в 1948 году в г. Вологде.

После окончания школы Николай поступил на географический факультет Ленинградского государственного университета, который окончил в 1971 году по специальности «океанология».

В ААНИИ хотел попасть сразу по окончании университета, но сперва пришлось поработать в ЦКП ВМФ в отделе подготовки пособий для плавания. В 1975 году появилась возможность перейти в ААНИИ и он был принят в научно-методический отдел, возглавлявшийся тогда Н.П. Смирновым, а в феврале 1977 года перешел в отдел Полярного эксперимента (ПОЛЭКС).

В 1980 году Н.Н. Антипов избирается на должность младшего научного сотрудника отдела ПОЛЭКС, а с 1986 года становится младшим научным сотрудником лаборатории исследований Южного океана отдела взаимодействия океана и атмосферы. В 1988 году избирается на должность научного сотрудника, а в 1989-м — на должность старшего научного сотрудника этой лаборатории. С 2005 по 2016 год работает в должности старшего научного сотрудника лаборатории океанологических и климатических исследований Антарктики (ЛОКИА). С 2016 года исполнял обязанности заведующего ЛОКИА, которая в 2017 году была переименована в лабораторию Южного океана и вошла в состав отдела океанологии.

Работа в ААНИИ включала активную экспедиционную деятельность. Н.Н. Антипов принимал участие в морских экспедициях в сезонные периоды 24, 26, 27, 31, 33, 35, 37-й САЭ, 53–56-й РАЭ, в том числе в экспедициях по программе международных (в первую очередь, СССР и США) исследований круговорота Уэдделла.

Научная деятельность Н.Н. Антипова связана в основном с изучением гидрологического режима Южного океана. Он является автором и соавтором 69 печатных работ, в том числе в журналах «Океанология», «Метеорология и гидрология», «Лед и снег». Николай Никола-

евич был редактором сборника литературных произведений полярников «Полюса».

С конца 1990-х годов является идеологом и одним из разработчиков программ океанологических исследований ААНИИ в рамках сезонных антарктических экспедиций.

В последние десятилетия основным объектом исследований ААНИИ в Южном океане стал залив Прюдс моря Содружества. Разработанная под руководством Н.Н. Антипова программа изучения района позволила обнаружить факт формирования в заливе антарктической донной воды, а в процессе дальнейшего развития схемы натурных исследований получить информацию, позволившую сделать фундаментальные выводы о процессах формирования и распространения плотных шельфовых вод на шельфе и материковом склоне.

Начиная с 2020 года под редакцией Николая Николаевича выпускаются пособия по гидрометеорологическому режиму районов расположения прибрежных российских антарктических станций. Большое внимание в пособиях уделено самым современным данным: спутниковые снимки, данные с дрейфующих буев и программа установки датчиков на морских млекопитающих МЕОР. В частности, благодаря программе МЕОР, данные наблюдений в рамках которой общедоступны, появилась возможность изучать режим вод шельфа и склона в недоступных для судов районах.

Н.Н. Антипов награжден знаками «Почетному полярнику» (1996) и «Почетный работник Гидрометеослужбы России» (2009).

Николай Николаевич встречает свой юбилей полным творческих сил. Даже в период вынужденного карантина он быстро переключился на дистанционную работу. Он эффективно решает все поставленные задачи по выполнению тематических исследований, планированию экспедиций, подготовке статей и докладов.

Коллеги, друзья, дирекция института и редакция журнала поздравляют Николая Николаевича с 75-летием, желают ему здоровья и благополучия, неиссякаемой энергии для дальнейших творческих побед на пользу морской науки, участия в новых грандиозных экспериментах и открытиях, уникальных результатов исследований.

НОВИНКИ ПОЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ



Данькин М.А., Замятина Н.Ю., Зайцев А.А. и др. Опорные населенные пункты Российской Арктики: Материалы предварительного исследования / АНО «Информационно-аналитический центр Государственной комиссии по вопросам развития Арктики», АНО «Институт регионального консалтинга». [Б. м. : б. и.], 2022. 246 с.

Книга отражает результат детального анализа всех арктических населенных пунктов России с населением более 500 чел. с учетом как стандартных статистических параметров, так и специально собранных данных о размещении медицинских и образовательных организаций, логистической инфраструктуре, близости к лицензионным участкам по добыче полезных ископаемых и др. Проведенная научно-исследовательская работа является базой для выделения опорных населенных пунктов АЗРФ. Детальность анализа позволяет формировать гибкую систему критериев опорных населенных пунктов в сфере внешней и внутренней безопасности, как центров социально-культурного обеспечения населения Арктики, центров сервисного и административно-управленческого обеспечения реализации ресурсных проектов, инновационного, информационного и кадрового обеспечения развития Арктики, а также пунктов размещения уникальных предприятий и организаций.

Текст книги доступен по ссылке: https://porarctic.ru/ru/upload/Opornye_naselennye_punkty_Arctic.pdf



Острова и архипелаги Карского моря, полуострова Ямал и Таймыр: Монография [Электронное сетевое издание] / Под общей редакцией П.В. Боярского. М.: Институт Наследия, 2022. 647 с.: ил.

Новый том серии «Острова и архипелаги Российской Арктики» посвящен истории, культурному наследию и природной среде островов, архипелагов Карского моря и побережьям полуостровов Таймыр и Ямал. В его основу легли результаты многолетних исследований Морской арктической комплексной экспедиции (МАКЭ) Фонда полярных исследований и Института Наследия под начальством и научным руководством П.В. Боярского, начатые в 1986 году. Большая часть разделов о природной среде подготовлена ведущими специалистами-исследователями из научных институтов России.

Издание предназначено для широкого круга ученых и специалистов, занимающихся проблемами Арктики, может быть использовано в качестве учебного пособия для студентов вузов и аспирантов.

Книга доступна по ссылке: <https://heritage-institute.ru/?books=ostrova-i-arhipelagi-karskogo-morya-poluostrova-yamal-i-tajmyr-monografiya-elektronnoe-setevoe-izdanie-pod-obshhej-redakcziej-p-v-bojarskogo-m-institut-naslediya-2022>



Петровский В.Е., Филиппова Л.В. Россия и Китай в Арктике. М.: Весь мир, 2022. 168 с.

Книга посвящена взаимодействию и сотрудничеству Российской Федерации и КНР в Арктике в целях использования многопланового экономического и геополитического потенциала Арктического региона и в контексте климатических изменений на планете. Авторы детально рассматривают все аспекты этой важной проблемы, выявляя совпадающие и разнонаправленные интересы двух стран, делая акцент на исключительном внимании Китая как «околоарктической державы» к потенциалу региона. В приложении к книге впервые приводится полный неофициальный перевод «Белой книги» по арктической политике Китая (2018).



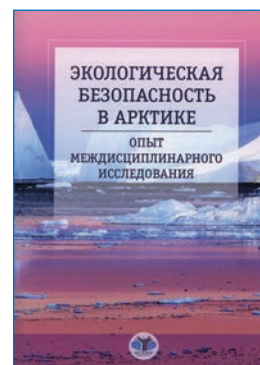
Порцель А.К. Шпицберген: политика, экономика, общество (XX в. — начало XXI в.). Мурманск: изд-во МГТУ, 2022. 280 с.

В монографии рассмотрены проблемы определения международно-правового статуса архипелага Шпицберген и разграничения прилегающих к нему морских пространств в XX в. — начале XXI в., развития рыболовства в зоне Шпицбергенского квадрата во второй половине XX в. и существующих в связи с этим международных споров; показаны становление и развитие отечественных и иностранных угольных рудников на Шпицбергене и социально-бытовые аспекты этого процесса; проанализированы взаимоотношения между советскими/российскими и норвежскими официальными лицами и рядовыми гражданами на архипелаге.

Салыгин В.И. Экологическая безопасность в Арктике: Опыт междисциплинарного исследования. М.: МГИМО-Университет, 2022. 220 с.

В монографии рассматриваются актуальные проблемы обеспечения экологической безопасности Арктического региона в контексте международного сотрудничества в Арктике, нормативно-правовой базы охраны окружающей среды региона и вопросов технологического развития. Отдельный раздел книги посвящен обзору технологий и инновационных разработок, направленных на обеспечение экологической безопасности нефтегазовой деятельности в высоких широтах.

Монография носит междисциплинарный характер, так как автор учитывает результаты правовых, экономических и политологических исследований современных изменений окружающей среды в Арктике.



Сироткин А.Н., Шарин В.В., Милославский М.Ю., Окунев А.С., Костева Н.Н. Геологические исследования на Шпицбергене: люди, события, результаты. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2022. 232 с.: ил.

Книга посвящена геологам Шпицбергенской геологической экспедиции НИИГА (ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ), которые с 1962 года проводят регулярные геологические исследования на архипелаге Шпицберген. Представлены материалы о жизни и работе научного коллектива, о людях, в разное время входивших в его состав, об их достижениях и открытиях, дан подробный ретроспективный обзор геологической изученности архипелага и ее современного состояния, краткий очерк современного представления о геологическом строении Шпицбергена. Авторами составлена расширенная библиография изданных научных работ, написанных геологами и их коллегами из других советских (российских) институтов, работавших на Шпицбергене, и база данных по изотопной геохронологии складчатых комплексов основания архипелага. В блоке цветных вкладок приведены примеры разного масштабных карт геологического содержания.

Книга доступна по ссылке: <http://evgengusev.narod.ru/svalbard/sirotkin-2022.html?ysclid=ld4dr67eqt650494997>



Friedrich D., Hirnsperger M., Bauer S. (Eds.) More than 'Nature' — Research on Infrastructure and Settlements in the North. LIT Verlag Münster, 2022. 344 p.

В научном сборнике, название которого переводится как «Больше чем природа. Исследование инфраструктуры и поселений на Севере», представлены темы, связанные с развитием инфраструктуры и поселений в Арктике, анализируется связь этих вопросов с климатическими изменениями. Авторы рассматривают переход от потребительского отношения к арктическим ресурсам к оценке воздействия на природу человека, анализируют тенденции развития добывающих отраслей и арктического туризма. Также анализируются острые современные проблемы Арктики: урегулирование вопросов социальной напряженности, потребности в организации спасательных операций в морских чрезвычайных ситуациях и т. д.

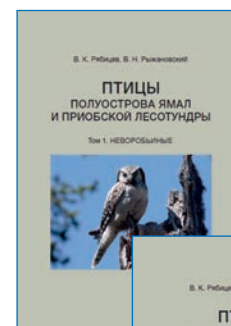


СПРАВОЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

Рябицев В.К., Рыжановский В.Н. Птицы полуострова Ямал и Приобской тундры. М.: Кабинетный ученый, 2022. Т. 1. 624 с.; Т. 2. 392 с.: ил.

Монография содержит сведения о распространении, численности, миграциях, поведении, гнездовой биологии, экологии, линьке птиц на территории п-ова Ямал и прилегающей лесотундры. Это результат многолетней работы — данные о птицах собирались учеными в многочисленных экспедициях и исследованиях, проводимых на стационарах с 1970 по 2000-е годы. Также использованы литературные материалы за весь период орнитологических исследований в этой части Западной Сибири.

В первый том включены вводные главы и видовые очерки всех птиц, за исключением воробьеобразных. Во второй том включены видовые очерки птиц отряда воробьеобразных, главы, посвященные изменениям в распространении и охране птиц, список литературы, указатели русских и латинских названий птиц.





Федотовских А.В. Особенности разработки и эксплуатации гражданских беспилотных авиационных систем с технологиями искусственного интеллекта в Арктической зоне Российской Федерации. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 277 с.: ил.

Монография представляет собой результаты научно-аналитического исследования по разработке и эксплуатации беспилотных авиационных систем с системами искусственного интеллекта в регионах АЗРФ. Автор (внешний пилот беспилотного воздушного судна) рассматривает особенности конструкции беспилотных воздушных судов, правила использования на территории РФ, возможности использования в различных сферах и практику применения БВС на территориях Крайнего Севера.

Текст для авторизованных пользователей доступен по ссылке: <https://www.iprbookshop.ru/120431.html>

СБОРНИКИ МАТЕРИАЛОВ КОНФЕРЕНЦИЙ



Народы Сибири и Дальнего Востока с древних времен до наших дней: Материалы IX Сибирского исторического форума. Красноярск, 14–16 сентября 2022 г. / Гл. ред. Н.И. Дроздов. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. 1649 с.: ил.

В сборнике представлены материалы докладов IX Сибирского исторического форума, посвященного 200-летию основания Енисейской губернии и народам Сибири и Дальнего Востока с древних времен до наших дней. Книга разделена на шесть разделов: 1) «Музеи: наследие, история и современность»; 2) «Скифский мир Евразии»; 3) «Народы Сибири и Дальнего Востока с древних времен до наших дней»; 4) «История Сибири»; 5) «Традиции и современность в культуре и искусстве Сибири»; 6) «Краеведение. 200 лет Енисейской губернии».

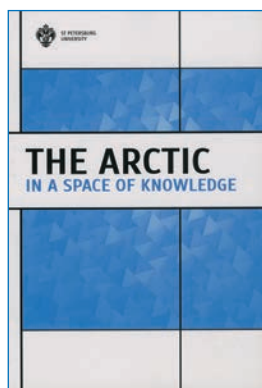
Режим доступа: <http://sibhistory.sfu-kras.ru/архив/> (по ссылке также доступны материалы предыдущих конференций начиная с 2016 года).



Полярные чтения — 2021. Художественное освоение Арктики: полярные регионы в культуре, искусстве и философии: Материалы 9-й междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 18–21 мая 2021 г.). М.: Паулсен, 2022. 584 с.: ил. (Библиотека «Совкомфлота»)

В сборнике представлены материалы конференции «Полярные чтения — 2021», проведенной совместно Арктическим музейно-выставочным центром и ААНИИ. Конференция была посвящена вопросам художественного и философского осмысления Арктики и Антарктики, выявлению и образованию смыслов, которые характеризуют и оформляют наше представление о полярных регионах. Развитие образа Арктики прослеживается в культуре народов Севера, в дневниках и воспоминаниях полярников, исследователей и путешественников, а также в путевой и художественной литературе, в изобразительном искусстве и архитектуре, в зеркале кинематографа. Ряд материалов посвящен формированию образа Антарктики.

Издание доступно по ссылке: <http://polarconf.ru/wp-content/uploads/2022/07/Сборник-Полярные-чтения-2021.pdf?ysclid=194e315hev488259859>



The Arctic in a Space of Knowledge: the Collection of St. Petersburg State Univ. Science Events Articles (2020–2021) / Ed. N. Kharlampieva. St. Petersburg: St. Petersburg Univ. Press, 2022. 270 с.

В сборник материалов научных форумов Санкт-Петербургского государственного университета «Арктика в пространстве знаний» (опубликован на английском языке) вошли статьи, посвященные истории изучения арктического региона, экономическим аспектам развития Арктической зоны, а также международному сотрудничеству. Задача книги — способствовать разработке стратегического научного планирования развития российского Севера. Издание адресовано прежде всего представителям социальных и естественных наук, специалистам в области международных отношений, экологам и другим исследователям Севера и Арктики.

Электронная версия издания доступна по ссылке: https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/36550/1/Arctic%20in%20a%20space%20of%20knowledge_text.pdf?ysclid=1951s1pbdj828536366

ИСТОРИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Аксючиц-Лаушкина В.В., Алёшков В.В., Алёшкова А.В., Бедина Н.Н., Богомазова А.А., Крысанов А.А., Лаушкин А.В., Матонин В.Н., Рапенкова С.В., Сингх С.С., Филин П.А. **Союз со счастьем: Соловецкий монастырь и морское наследие Русского Севера.** М.: Соловецкие острова, Архангельская область: Издательство Товарищества северного мореходства, 2022. 207 с.: ил.

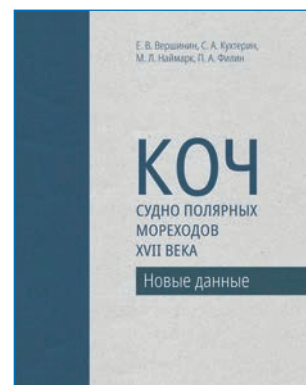
Коллективная монография рассказывает о морской истории Соловецкого монастыря: о монастырском флоте, зародившемся в Средневековье и существовавшем до начала XX века, о роли монастыря в развитии русского мореплавания в морях Арктики, об отношении островной братии к морской стихии, а также об опыте создания на Соловках морского музея, посвященного традиционному мореплаванию русских на Севере. Многие материалы впервые введены в научный оборот. В качестве приложения публикуется коллекция фотографий конца XIX — начала XX века, отражающая морскую практику обитателей берегов Белого и Баренцева морей. Среди снимков представлены фотографии села Сорока (г. Беломорск), уездного города Кемь.



Вершинин Е.В., Кухтерин С.А., Наймарк М.Л., Филин П.А. **Коч — судно полярных мореходов XVII века. Новые данные.** М.: Паулсен, 2022. 248 с.

В книге представлено исследование истории коча — судна полярных мореходов, основанное на анализе письменных и археологических источников, а также подробно рассказано о раннем периоде освоения русскими Новой Земли и северной Сибири (XVII век). Книга подробно проиллюстрирована рисунками А.С. Кухтерина, фотоснимками и чертежами деталей судна, фотографиями с мест раскопок.

Авторы — историки, специалисты по народному судостроению — стремятся также к проведению масштабного исторического эксперимента: к строительству коча, для того чтобы пройти на нем Мангазейским морским ходом и по рекам Восточной Сибири. Проект не только значим для патриотического соприкосновения с историей, но и направлен на развитие школы исторического судостроения. Книга — это своего рода учебник для такой школы, в ней представлены инженерные расчеты и материаловедческие справки.



Долгая выдержка: Коллекция цветных диапозитивов Н.В. Пинегина из экспедиции Г.Я. Седова к Северному полюсу 1912–1914 г. Архангельск: Северный морской музей, 2022. 254 с.: ил.

Научно-популярное издание, подготовленное сотрудниками Северного морского музея, — каталог диапозитивов, составленный в хронологическом порядке и иллюстрированный предметами из коллекций музея, дополненный очерками о развитии фотографии в Архангельске и особенностях изготовления диапозитивов, подробной биографией Н.В. Пинегина и рассказами об участниках экспедиции. Это опыт обобщения информации, посвященной первой русской научной экспедиции к Северному полюсу под руководством старшего лейтенанта Г.Я. Седова. В книге представлен результат исследования большого ряда источников (в основе — документы, воспоминания и дневники, публикации в периодике), раскрывающих ход и результаты седовской экспедиции.

Над изданием работали: В.Н. Абрамовский, А.В. Барзенин, А.О. Белов, Н.С. Гернет, Е.А. Тенетов, А.П. Широнова, а также потомки Н.В. Пинегина — Г.А. Дмитриевская и С.А. Скачкова.

Электронная версия книги доступна по ссылке: <https://northernmaritime.ru/longexposure?ysclid=1decakb3qc42423892>



Максимова О.В. **Штурман ледовитых морей.** М.: НП «Парвик», 2022. 546 с.: ил.

Книга посвящена жизни и деятельности выдающегося исследователя, гидрографа и океанолога Николая Васильевича Морозова (1862–1925), автора лоций Мурманского берега. Она основана на редких публикациях и уникальных архивных документах, в том числе из семейного архива Морозовых. Автор восстанавливает историческую справедливость в отношении предреволюционного периода истории исследования и освоения Северного морского пути, указывая на значимость проводки в 1905 году через Карское море на Енисей 22 судов Северной морской экспедиции Министерства путей сообщения с грузами. Успех экспедиции под командованием Н.В. Морозова убедительно доказал возможность использования морского пути в Сибирь для торгового мореплавания, а сама проводка стала крупнейшей транспортной операцией начала XX века в Северном Ледовитом океане.





Федоров П.В. Творцы и персонажи «великого арктического города»: Очерки по истории культуры Мурманска. СПб.: Арт-Экспресс, 2022. 346 с.: ил.

Доктор исторических наук, профессор, известный русский северовед и автор многочисленных книг по истории Кольского полуострова в своей новой книге, над которой работал более 30 лет, рассказывает о Мурманске как о «великом арктическом городе». Исследование охватывает творчество не только местных литераторов, музыкантов, архитекторов, художников, известных фотографов и скульпторов, оно касается всех представителей культуры, которые были связаны с Мурманском. В книге рассказывается о произведениях литературы, живописи, архитектуры, скульптуры, фотоискусства, музыки и прослеживается, как и когда формировался образ заполярного города.



Шпаро Д.И. Неизвестный Пири. М.: Паулсен, 2022. 784 с.: ил.

Перед нами психологическое и историческое исследование, написанное знаменитым путешественником — о другом знаменитом путешественнике. Автор хорошо знаком со спецификой полярных экспедиций и с литературой о первых достижениях Северного полюса. Он продолжает свое расследование соперничества двух полярных антагонистов — Р. Пири и Ф. Кука. В 2016 году вышла в свет его книга «Фредерик Кук на вершине континента», теперь исследование о Р. Пири. Здесь перед читателем возникают два ярких и очень разных по устремлениям человека и доказывается реальное первенство Ф. Кука в достижении самой северной точки Земли. Образ Р. Пири представлен полно и точно — автор привлек многочисленные источники. Огромный материал был проанализирован и сопоставлен одновременно заинтересованно и беспристрастно. Ценность книги заключается в том, что, благодаря вдумчивому подходу автора, она раздвигает жанр традиционной биографии и является исследованием знаменитых арктических экспедиций начала XX века.

ВОСПОМИНАНИЯ



Большов Н.Н. Время полярных будней. М.: Наш круг, 2022. Т. 1: Арктика далекая и близкая. 375 с.: ил.; Т. 2: На двух полюсах планеты. 423 с.: ил.

В художественно-документальном повествовании автор рассказывает о первых годах работы в Арктике, когда он был техником-электриком обсерватории им. Кренкеля на о. Хейса Земли Франца-Иосифа, магнитологом на полярных станциях Колба и Мыс Желания (середина 1980-х), о об участии в арктических (СП-31) и антарктических (38-я РАЭ) экспедициях. Книга основана на дневниковых записях и письмах автора, богато иллюстрирована фотографиями из личного архива, дополнена стихотворениями собственного сочинения. В ней много бытовых зарисовок, личных впечатлений, рассказов о работе и о людях.



Веселовская В.Д. Он был первым. М.: Паулсен, 2022. 136 с.: ил.

Автор книги — Валентина Веселовская — журналист с многолетним стажем работы в разных печатных изданиях Мурманска и Нижнего Новгорода. А в 1970-е годы она работала делопроизводителем-архивариусом в течение двух навигаций на борту атомного ледокола «Ленин». Эти годы запомнились ей на всю жизнь и побудили написать книгу — в память о Борисе Макаровиче Соколове, бессменно возглавлявшем экипаж первого в мире атомохода. Это книга воспоминаний о ледоколе, о его капитане и экипаже, о специфике работы в суровой Арктике.



Море. Арктика. Геология. Эпоха открытий / Авторы идеи: А.Г. Казанин, М.А. Казанина; составитель текста и научный консультант С.В. Шкарубо. М.: Издательство Национального фотоархива ГеоФото, 2022. 259 с.: ил.

Юбилейное издание, приуроченное к 50-летию создания объединения «Севморгео», куда в 1972 году вошла Комплексная морская арктическая геолого-географическая экспедиция (КМАГЭ, Мурманск), включает рассказы об экспедиции, о модернизации флота, сейсморазведке, Ассоциации полярников Мурманской области, фрагменты воспоминаний, биографические справки о сотрудниках, многочисленные фотографии и карты. В книге будто оживают сухие исторические факты 50-летней истории МАГЭ и ее малоизвестные события, имена участников рейсов и составителей геологических карт, геологов, геофизиков и моряков.

Подготовила М.А. Емелина

ПАМЯТИ СЕРГЕЯ БОРИСОВИЧА БАЛЯСНИКОВА



6 марта 2023 года на 73-м году жизни после непродолжительной болезни скончался капитан 1 ранга в отставке, кандидат технических наук Сергей Борисович Балясников.

Сергей Борисович родился в Ленинграде в семье офицера-подводника. Его детство и юность прошли в военных городках на Севере. После окончания Ленинградского гидрометеорологического института (ЛГМИ) в 1972 году по специальности «Океанология» он был призван в Военно-морской флот и назначен в 6-ю Атлантическую океанографическую экспедицию. Участвовал в походах океанографических исследовательских судов в разные районы Мирового океана.

С 1978 года Сергей Борисович продолжал службу в 525-м Научно-исследовательском океанографическом центре Министерства обороны (НИОЦ МО) СССР, где стал начальником лаборатории. В период с 1985 по 1987 год он обучался в Военно-морской академии имени Н.Г. Кузнецова. После ее окончания снова работал в НИОЦ и прошел путь до начальника центра. С.Б. Балясников составлял и руководил созданием современных пособий — электронных информационно-справочных систем для подразделений Гидрометеорологической службы ВМФ. В эти годы им было подготовлено и издано более 50 научных статей. В 1997 году С.Б. Балясникову присвоили ученое звание старшего научного сотрудника.

После увольнения в 2000 году с действительной военной службы С.Б. Балясников продолжил работу в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (выбор не был случайным, ведь в годы учебы в ЛГМИ он полгода работал в АНИИИ техником). Сергей Борисович был заместителем помощника директора по маркетингу (2002–2004), затем помощником директора по маркетингу, связям со средствами массовой информации и специальным научно-исследовательским работам (2004–2008), начальником отдела по связям с общественностью и выставочной деятельности (2009–2011). Благодаря его работе деятельность АНИИИ широко освещалась в прессе.

С.Б. Балясников деятельно помогал заместителю директора А.И. Данилову в подготовке бюллетеня «Новости МПГ 2007/08» и являлся его редактором. Это издание выходило в институте в 2007–2010 годах и отражало основные этапы научно-исследовательских работ, проведенных российскими учеными в рамках Международного полярного года 2007/08. С.Б. Балясников также провел работу по созданию фонда научно-технической документации по деятельности института в рамках МПГ 2007/08.

В 2010 году Сергей Борисович вошел в состав редколлегии информационно-аналитического сборника «Российские полярные исследования», был заместителем главного редактора. Новое издание стало продолжением и развитием бюллетеня. С.Б. Балясников являлся автором ряда статей и книг, пропагандирующих российские исследования в Арктике и Антарктике.

За время работы в АНИИИ С.Б. Балясников был награжден Почетной грамотой (17.05.2002) и Благодарностями руководителя Росгидромета (11.11.2005, 17.03.2006, 22.01.2009), Почетной грамотой Губернатора Санкт-Петербурга и грамотой начальника Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского.

Последние годы Сергей Борисович трудился в 280-м Центральном картографическом производстве ВМФ в должности начальника отдела банка геопространственных данных. Он проявил высокий профессионализм и организаторские навыки по совершенствованию и повышению информационных возможностей банка, в котором собраны данные о Мировом океане. Сослуживцы запомнили С.Б. Балясникова как талантливого руководителя, отзывчивого по отношению к своим сотрудникам и внимательного к профессиональному росту молодых специалистов.

С.Б. Балясников был награжден многими медалями СССР и РФ, почетными знаками Гидрометеорологической службы МО и Гидрографической службы ВМФ.

В наших сердцах сохранится память о Сергее Борисовиче Балясникове, о его вкладе в популяризацию российских полярных исследований, о работах по развитию системы гидрометеорологического обеспечения ВМФ.

*Редколлегия информационно-аналитического сборника
«Российские полярные исследования»*

ПАМЯТИ ГЕННАДИЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА ГОРБУНОВА



3 февраля 2023 года скончался один из старейших сотрудников ААНИИ Геннадий Александрович Горбунов (1937–2023).

Г.А. Горбунов родился и вырос в Ленинграде. В 1961 году он окончил 1-й Ленинградский медицинский институт и по 1964 год работал сначала врачом-хирургом, а затем главным врачом в больницах Шучанского района Курганской области. Затем он вернулся в Ленинград и стал младшим научным сотрудником в НИИ нейрохирургии. С 1966 по 1967 год работал в бассейновой санэпидемстанции Северо-Западного Водздравотдела и с 1967 по 1969 год — врачом-хирургом и онкологом в бассейновой клинической больнице им. Г.И. Чудновского.

Начиная с 1969 года Г.А. Горбунов работал в ААНИИ и неоднократно участвовал в высокоширотных экспедициях, являясь врачом дрейфующих станций «Северный полюс»: СП-16, СП-19, СП-22 (в двух сменах), СП-23, СП-25, СП-26, СП-31, а также 32-й Советской антарктической экспедиции. На СП-22 он вел исследования, связанные с изучением возможностей и здоровья аквалангистов, участвующих в подводных работах на станции. Г.А. Горбунов также был судовым врачом на научно-экспедиционных судах института «Михаил Сомов» и «Академик Федоров» (был в составе сезонных экспедиций на этом судне в период 42-й и 48-й РАЭ). Став старшим врачом РАЭ, в 1990–2000-е годы он руководил всем медицинским обеспечением антарктических экспедиций. Геннадий Александрович обладал уникальным клиническим опытом и знаниями в области здравоохранения в специфических экстремальных условиях полярных экспедиций. Он являлся одним из основоположников разработки комплекса лечебно-профилактических мероприятий по охране здоровья участников антарктических экспедиций и дрейфующих станций «Северный полюс». Г.А. Горбунов — автор работы «Рекомендации для врачей по рефлексопрофилактике дезадаптационных состояний среди участников полярных экспедиций» (1986) и один из авторов книги «Медицинское обеспечение Российской антарктической экспедиции» (2009). Геннадий Александрович обладал огромным авторитетом и пользовался безграничным уважением среди коллег и друзей.

Экспедиционная и научная деятельность Геннадия Александровича не раз была отмечена ведомственными наградами: нагрудными знаками «Отличнику здравоохранения» (1978), «Почетный работник гидрометеослужбы России» (16.11.1995), «Почетному полярнику». Кроме этого, в 1994 году его наградили орденом Мужества, в 2007 году — орденом Почета, а также медалями «За трудовую доблесть» (10.11.1982) и «В память 300-летия Санкт-Петербурга» (05.11.2003). В 2017 году ему была вручена Почетная грамота Росгидромета.

Геннадий Александрович останется для нас примером безграничной преданности своей профессии, милосердия и мудрости. Мы навсегда запоем его душевность, отзывчивость и жизнелюбие и сохраним в своих сердцах светлую память о замечательном человеке.

Коллеги и друзья

ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА МИХАЙЛОВИЧА ГРУЗИНОВА



20 января 2023 года после тяжелой болезни ушел из жизни известный российский ученый, доктор географических наук, профессор, член Совета МОО «Ассоциация полярников», научный руководитель Государственного океанографического института имени Н.Н. Зубова Владимир Михайлович Грузинов.

В 1958 году он закончил обучение на кафедре океанологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, в 1964 году защитил кандидатскую диссертацию. Через четыре года, будучи еще совсем молодым ученым, был назначен заместителем директора по научной работе ГОИН.

В 1980 году В.М. Грузинов был переведен на работу в центральный аппарат Госкомгидромета СССР на должность начальника Главного научно-технического управления.

Благодаря незаурядным организаторским способностям В.М. Грузинова в ГОИН удалось сформировать мощный научный флот. Под его руководством были организованы уникальные научно-исследовательские экспедиции.

Он представлял интересы отечественной науки во многих международных организациях, включая Конференцию по Договору об Антарктике и Межправительственную океанографическую комиссию.

С 1993 года после перехода на работу в Государственную Думу в течение многих лет В.М. Грузинов был советником заместителя председателя Государственной Думы А. Н. Чилингарова. Начиная с этого времени его жизнь неразрывно связана с Арктикой и Антарктикой.

В Государственной Думе он занимался социально-экономическими проблемами развития Арктической зоны Российской Федерации и, в частности, Ненецкого автономного округа.

Как эксперт принимал активное участие в деятельности Арктического совета, участвовал в подготовке экспертных оценок Программы мониторинга и оценки Арктики по глобальным климатическим изменениям, оценки уровня загрязнения Арктики, оценки воздействия развития нефтегазового комплекса на окружающую среду Арктики, был руководителем проекта АМАП «Влияние климатических изменений на катастрофические паводки на р. Лена» (2004).

В.М. Грузинов стоял у истоков организации Международного полярного года 2007/08, был одним из авторов Научной программы участия Российской Федерации в проведении МПГ.

По его инициативе, в рамках сотрудничества с Национальным научным фондом США, были восстановлены труднодоступные метеорологические станции на о. Хейса (Земля Франца-Иосифа) и на о. Белый в Карском море, построен комплекс международной климатической обсерватории в п. Тикси.

Вместе с А.Н. Чилингаровым В.М. Грузинов был инициатором начала генеральной уборки Российской Арктики, в 2001–2007 годах принимал участие в организации экспедиций по оценке уровня загрязнения островов архипелагов Земля Франца-Иосифа и Новосибирские острова, п. Амдерма, о. Врангеля.

С 2004 года и до середины 2020 года В.М. Грузинов занимал пост заместителя директора ГОИН, а с июня 2020 года являлся научным руководителем института. Был членом диссертационного совета географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, членом редколлегий журналов «Арктика: экология и экономика» и «Арктические ведомости», членом Совета по Арктике и Антарктике при Совете Федерации РФ.

Его перу принадлежат пять монографий, а также более сотни публикаций в ведущих научных журналах.

В.М. Грузинов активно занимался общественной деятельностью, в течение долгих лет был членом Совета Межрегиональной общественной организации «Ассоциация полярников». Деятельность В.М. Грузинова отмечена орденом «Знак Почета», медалями «300 лет Российскому флоту» и «Звезда Якутии», Грамотой Совета Федерации РФ.

В сердцах всех, кто знал Владимира Михайловича, он навсегда останется ученым мирового уровня, достойным представителем отечественного морского и полярного сообщества, жизнерадостным, доброжелательным человеком, отзывчивым и верным другом.

Друзья и коллеги по работе

8 декабря 2022 г. Портал «Арктика». В отложениях в самой северной точке Гренландии, в устье фьорда Северного Ледовитого океана, ученые обнаружили образцы ДНК, возраст которых составляет около 2 млн лет. ДНК принадлежат животным, растениям и микробам и являются самыми древними из зарегистрированных на сегодняшний день образцов. <https://ru.arctic.ru/environmental/20221208/1013296.html>

16 декабря 2022 г. ТАСС Наука. К 2024 г. будет развернута новая высокоточная гидрометеорологическая сеть в Российской Арктике на основе дрейфующих буйев. Это программу реализуют специалисты ААНИИ. Установлены семь дрейфующих метеостанций, в 2023 г. будут размещены еще 42. Это повысит точность прогнозов для безопасной навигации на СМП и позволит проводить новые научные исследования. https://nauka.tass.ru/nauka/16615355?utm_source=tass.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=tass.ru&utm_referrer=tass.ru

20 декабря 2022 г. ААНИИ. По итогам заседания экспертного совета Комитета Государственной думы по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды подтверждено создание системы мониторинга вечной мерзлоты. В 2023 г. планируется ввод в эксплуатацию первых 22 пунктов. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/v-2023-godu-planiruetsya-vvod-v-ekspluatatsiyu-pervykh-punktov-monitoringa-sistemy-monitoringa-vechnoy-merzloty>

27 декабря 2022 г. Правительство России. Председатель Правительства РФ М.В. Мишустин 26 декабря подписал распоряжение № 4214-р, согласно которому для ААНИИ в рамках обновления научно-исследовательского флота будет построено экспедиционное судно «Иван Фролов». В 2023–2028 гг. на его создание будет направлено 39,7 млрд рублей. <http://government.ru/news/47440/>

10 января 2023 г. РИА Новости. Российские ученые выдвинули гипотезу о причине резкого потепления климата в Арктике в конце XX в.: они считают, что это следствие мощных землетрясений. Сейсмические волны способствовали разрушению находящихся в мерзлых породах арктического шельфа метастабильных газогидратов — природных «хранилищ» метана. Этот газ попадал в атмосферу, что привело к заметному потеплению арктического климата. <https://ria.ru/20230110/arktika-1843802676.html>

16 января 2023 г. «Север-Пресс». Председатель Правительства РФ М.В. Мишустин подписал постановление о финансировании разработки и запуска цифровой экосистемы Северного морского пути. В 2023–2024 гг. из федерального бюджета на создание «ледового навигатора», который позволит выбирать для судов наиболее безопасный маршрут, выделят 3,8 млрд руб. <https://sever-press.ru/news/transport/na-sozdanie-ledovogo-navigatora-sevmorputi-vydeljat-pochti-4-milliarda-rublej/>

24 января 2023 г. Известия. От шельфового ледника Брант в Антарктиде откололся крупный айсберг. Его площадь составляет 1550 кв. км и сопоставима с территорией Лондона. Этот случай стал вторым крупным откалыванием айсберга в этой области за последние два года. <https://iz.ru/1459468/2023-01-24/ot-lednika-v-antarktide-otkololsia-aisberg-razmerom-s-london>

25 января 2023 г. ААНИИ. Ученые ААНИИ в составе международного научного коллектива опубликовали результаты масштабного исследования процессов, происходящих в водах Северного Ледовитого океана. Исследователи установили, что сокращение площади многолетнего льда в Арктике может привести к росту микроскопических водорослей и более активному поглощению атмосферного углерода. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/izmenenie-klimata-v-arktike-mozhet-sposobstvovat-snizheniyu-kontsentratsii-so2-v-atmosfere>

2 февраля 2023 г. ААНИИ. Специалисты РАЭ успешно подняли из ледника над озером Восток ледяной керн возрастом более 1 млн лет. Ученые получили уникальные образцы, содержащие информацию об изменениях климата на Земле от эпохи среднего плейстоцена до наших дней. <https://www.aari.ru/press-center/news/rae/rossiyskie-uchyonye-izvlekli-iz-lednika-v-antarktide-drevniy-lyod-vozzrastom-1-million-let>

14 февраля 2023 г. ТАСС Наука. Международный коллектив климатологов пришел к выводу, что скорость таяния ледников и роста уровня Мирового океана резко увеличится после потепления климата на 1,8 градуса Цельсия и выше в результате того, что таяние ледовых массивов Гренландии и Западной Антарктики станет фактически необратимым. <https://nauka.tass.ru/nauka/17048903>

15 февраля 2023 г. Nature. Ученые установили, что ледник Туэйтса в Западной Антарктиде интенсивно тает из-за повышения температуры воды. Это может привести к повышению на 1,5 м уровня Мирового океана. <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00459-6>

17 февраля 2023 г. Роскосмос. Госкорпорация планирует с 2026 г. начать разработку гидрометеорологического космического аппарата нового поколения «Арктика-МП». Предусматривается, что у спутника будет больше спектральных каналов и лучшее пространственное разрешение получаемых изображений. Это позволит получать качественно новую информацию о высокоширотных арктических районах Земли. <https://www.roskosmos.ru/38812/>

18 февраля 2023 г. Viruses. Группа ученых из Германии, Франции и России опубликовала результаты исследований древних вирусов, открытых в мерзлотных грунтах Евразии. В лаборатории вирусы были приведены в активное состояние, что позволило установить их способность заражать одноклеточные микроорганизмы. <https://www.mdpi.com/1999-4915/15/2/564>

20 февраля 2023 г. Портал «Арктика». Комиссия по границам континентального шельфа (CLCS) выпустила резюме, где говорится, что Россия получила одобрительные рекомендации по большинству своих претензий в отношении прав на морское дно в центральной части Северного Ледовитого океана — это примерно 1,7 млн кв. км. <https://ru.arctic.ru/geographics/20230220/1015439.html>

20 февраля 2023 г. Правительство ЯНАО. Ямальские ученые совместно с Институтом водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН и МГУ рассчитали вероятностные изменения температуры и осадков на территории ЯНАО до конца XXI в. и установили, что, несмотря на увеличение слоя стока рек, риски возникновения наводнений существенно не изменятся. Был разработан план по адаптации к изменениям. <https://yanao.ru/press-tsentr/novosti/vpervye-dlya-yamala-sdelan-prognoz-klimaticheskikh-izmeneniy-na-blizhayshe-desyatiletiya/>

21 февраля 2023 г. Официальный интернет-портал правовой информации. Пересмотрен ряд положений «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года». Новая редакция отражает задачу комплексного социально-экономического развития АЗРФ, а также развития науки и технологий в интересах не только освоения Арктики, но и ее инновационного развития. Введено признание необходимости оценки состояния и деградации многолетней мерзлоты. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202302210004>

27 февраля 2023 г. Министерство РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики. 22–24 марта в Якутске состоится международная научно-практическая конференция по вопросам изменения климата и таяния вечной мерзлоты. Форум направлен на поиск совместных практических и научно обоснованных решений в части адаптации экономики к изменению климата. https://minvr.gov.ru/press-center/news/22_24_marta_v_yakutske_sostoitsya_nauchno_prakticheskaya_konferentsiya_po_voprosam_izmeneniya_klimat/

28 февраля 2023 г. GoArctic. В Санкт-Петербурге создан Арктический экспертный совет Ассоциации полярников СПб, Проектного офиса развития Арктики и Центра арктических исследований и проектов РАНХиГС. Планируется усиление экспертной деятельности, а также создание отделения детско-молодежного движения «Движение Первых», команды «Молодая Арктика», образовательной арктической экосистемы и старт проекта «Арктика в движении». <https://goarctic.ru/news/arkticheskiy-ekspertnyy-sovet-poyavilsya-v-sankt-peterburge/>

2 марта 2023 г. Известия. На антарктическую станцию «Восток» доставили фитотехкомплекс для выращивания арбузов и огурцов. Первый урожай самой южной на планете «бахчи» ожидают в мае. <https://iz.ru/1462365/2023-01-30/v-antarktidu-dostavili-fitotekhnkompleks-dlia-vyrashchivaniia-arbuzov-i-ogurtcov>

4 марта 2023 г. The Guardian. Площадь льда вокруг Антарктиды сократилась до 1,79 млн кв. км — это рекордно низкое значение за все время спутниковых наблюдений. Таяние льда грозит значительным повышением уровня Мирового океана и дальнейшими изменениями. <https://www.theguardian.com/world/2023/mar/04/everyone-should-be-concerned-antarctic-sea-ice-reaches-lowest-levels-ever-recorded>

10 марта 2023 г. GoArctic. Найденный в арктической Якутии на месторождении трубка Удачная алмаз назвали самым древним на планете. Возраст минерала — порядка 3,6 млрд лет. <https://goarctic.ru/news/sibirskie-uchenye-datirovali-arkticheskiy-almaz-vozzrastom-3-6-milliarda-let/>

13 марта 2023 г. РИА Новости. Главгосэкспертиза одобрила проект международной арктической станции «Снежинка» на Ямале. Строительство станции начнется в 2023 г., а работа в тестовом режиме — в 2024 г. Ученые будут исследовать изменения климата, состояние вечной мерзлоты, «зеленую» энергетику. <https://ria.ru/20230313/proekt-1857547728.html>

14 марта 2023 г. GoArctic. Ученые Института мерзлотоведения имени П.И. Мельникова РАН опубликовали результаты исследований гидрогеологических условий поймы Лены у Якутска. В ходе исследования были изучены разрезы более 70 скважин и 250 анализов на химический состав поверхностных и подземных вод. <https://goarctic.ru/news/yakutskie-merzlotovedy-issledovali-gidrogeologicheskie-osobennosti-reki-leny/>

15 марта 2023 г. Nature. Норвежские океанологи установили, что в 2005–2007 гг. в Арктике необратимо изменилась структура многолетних морских льдов, в результате чего их средняя толщина и продолжительность существования снизились за последующие годы. Снижение произошло примерно в два раза. <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00317-5>

Подготовила М.А. Емелина

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

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

М.А. Емелина (ответственный секретарь редакции)

М.В. Гаврило, М.А. Гусакова, В.Ю. Зяматин,
А.В. Клепиков, С.Ю. Лукьянов, А.С. Макаров,
Е.П. Макурина, В.Л. Мартынов, А.А. Меркулов,
В.Т. Соколов, К.В. Фильчук

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

Редакционная почта: grg@aaari.ru

РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 1 2023 г.

ISSN 2218-5321 Print
ISSN 2618-0705 Online

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

Мнение редакции может не совпадать с позицией автора.
Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать материал.
Редакция не несет ответственности за достоверность сведений, изложенных в публикациях и новостной информации.

