



РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК



ISSN 2218-5321 PRINT
ISSN 2618-6705 ONLINE



В НОМЕРЕ:

ОФИЦИАЛЬНАЯ ХРОНИКА

Имя полярного капитана Ю.С. Кучиева присвоено безымянному мысу в Арктике 3

ХРОНИКА ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-42»

А.Ю. Ипатов. Завершение экспедиции СП-42 5
А.В. Скрябин. Операция головного универсального атомного ледокола «Арктика»
по выводу НЭС «Северный полюс» из гринландского сектора Северного Ледовитого океана 7
М.А. Емелина. Встреча участников экспедиции «Северный полюс-42» в Санкт-Петербурге 9
Участники экспедиции «Северный полюс-42» получили награды Росгидромета 12

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Н.О. Медведев, Д.С. Фатеев. Предварительные результаты сезонных комплексных
геолого-геофизических исследований в оазисе Холмы Тала 13
Д.К. Дронов, Н.П. Сенчина, Д.А. Носов, И.С. Сизиков, А.С. Калишин, Ю.Г. Турбин. Абсолютные
гравиметрические измерения на НЭС «Северный полюс»: первый опыт, трудности и перспективы 16

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, ЗАСЕДАНИЯ

Г.В. Алексеев. Наблюдения в Арктическом бассейне предупредят
об ослаблении меридиональной циркуляции воды в Северной Атлантике и похолодании 25
А.Д. Журавлева, С.А. Иванова, Л.С. Курочкина. Оценка испарения в заполярной области России
по водноиспарительной сети Росгидромета 27
А.В. Тertyшников, А.В. Холопцев. Тенденции вариаций ускорения свободного падения в Арктике
за 2003–2025 годы (по результатам миссии GRACE) 29
А.В. Тertyшников. Итоги измерений магнитных склонений
в высокоширотных морских экспедициях 2020–2021 годов 31
И.Е. Манушин, А.С. Кудряшова, Н.А. Стрелкова, Д.Ю. Блинова, К.С. Рольская, Н.Е. Моисеева, А.А. Ломака,
В.С. Вязникова, Д.В. Захаров, L.L. Jørgensen. Результаты многолетнего мониторинга
мегазообентоса Баренцева моря 33
Ю.И. Зуенко, А.С. Курносова, А.С. Малышева. Восточные ворота в Арктику открываются шире:
последствия климатических изменений для биогенного переноса в высокие широты
и биопродуктивности Чукотского моря 35

СООБЩЕНИЯ

В.А. Кучин, А.Е. Елизаветинская. В небесах, на льдах и на морях Арктики и Антарктики 40
В.Л. Бронников. «Дом на краю света» 44

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ААНИИ

Ю.Д. Быченков, О.С. Девятаев, В.В. Евсеев, А.Н. Ильина. Центру ледовой и гидрометеорологической
информации ААНИИ — 40 лет 47
Ю.Д. Быченков, Ю.А. Григорьева, О.С. Девятаев, В.В. Евсеев. К биографии начальника ЦЛГМИ
Сергея Владимировича Бресткина (1951–2025) 55

ДАТЫ

Н.А. Кузнецов. М.М. Шунько — видный полярный радист и организатор радиосвязи в Арктике 57
Вдохновение в науке: к юбилею Натальи Федоровны Благовещенской 61
А.В. Юлин. Евгению Уаровичу Миронову — 75! 64

НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

..... 66

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@aan.ru

М.А. Емелина (ответственный секретарь редакции)

М.В. Гаврило, М.А. Гусакова, В.Ю. Замятин,
С.Ю. Лукьянов, А.С. Макаров,
Н.В. Петрова, В.Т. Соколов, М.В. Татаркин,
К.В. Фильчук

Литературный редактор Е.В. Миненко
Выпускающий редактор М.А. Емелина
Оригинал-макет А.С. Филиппова

Редакционная почта: rpi@aan.ru

РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 3 2026 г.

ISSN 2218-5321 Print
ISSN 2618-6705 Online

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

Мнение редакции может не совпадать с позицией автора.

Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать материал.

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

На 1-й странице обложки: вверху — атомоледоход «Арктика» завершает проводку НЭС «Северный полюс», 12 июля 2026 года (фото К.О. Семенова);
внизу — участники СП-42 в Пулково, 21 июля 2026 года (фото В.А. Емелина).

На 4-й странице обложки: процесс магнитометрических наблюдений в оазисе Холмы Тала, 10 февраля 2026 года (фото Н.О. Медведева).

**ИМЯ ПОЛЯРНОГО КАПИТАНА Ю.С. КУЧИЕВА
ПРИСВОЕНО БЕЗЫМЯННОМУ МЫСУ В АРКТИКЕ**



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

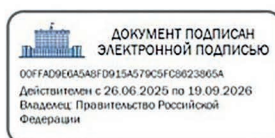
РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 10 августа 2026 г. № 2097-р

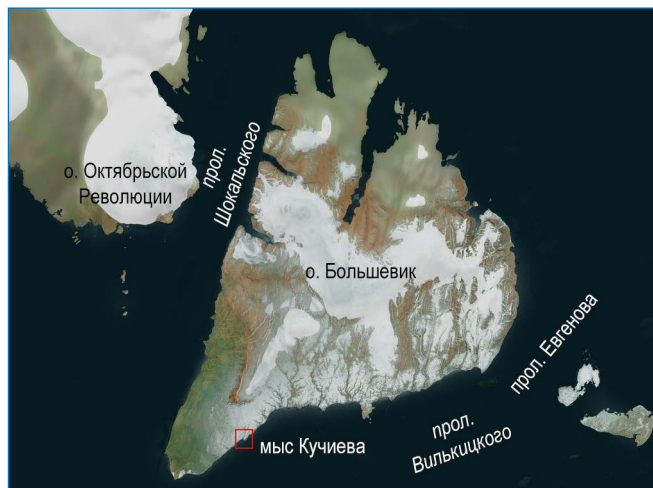
МОСКВА

В соответствии с Федеральным законом "О наименованиях географических объектов" и на основании предложения Законодательного Собрания Красноярского края присвоить наименование "Кучиева" безымянному мысу с координатами 78°03,6' северной широты и 100°46,0' восточной долготы, расположенному на острове Большевик архипелага Северная Земля на территории Красноярского края.

Председатель Правительства
Российской Федерации



М.Мишустин



Мыс Кучиева на спутниковом снимке острова Большевик

**Краткое описание
географического объекта мыс Кучиева**

Инициативу присвоить имя Кучиева еще одному географическому объекту в Арктике при поддержке ветеранов — капитанов атомного ледокольного флота несколько лет назад выдвинул капитан А.В. Скрябин (с 2022 года он руководит экипажем атомохода «Арктика» проекта 22220). Предложение поддержало Законодательное Собрание Красноярского края. Отныне безымянный прежде мыс на острове Большевик архипелага Северная Земля (Красноярский край) носит имя полярного капитана Юрия Сергеевича Кучиева.

Географический объект находится на южном берегу о. Большевик архипелага Северная Земля в координатах 78° 03,6' с. ш. и 100° 46,0' в. д. в районе пролива Вилькицкого. Береговая линия довольно изрезана, для нее

характерны каменистость и щебнистость. В юго-западной части острова, где располагается мыс, преобладают равнины, переходящие в холмы и плато. Самая возвышенная часть, удаленная от берега, — гора Герасимова высотой 261 м (78° 36' 33" с. ш., 102° 55' 41" в. д.).

Растительность довольно скудна, представлена в прибрежных равнинах мхами и лишайниками. Климат суров и соответствует арктической пустыне с ее низкими температурами, ветрами, длинными периодами полярной ночи и полярного дня.



Капитан Ю.С. Кучиев. 1977 год. Фото предоставлено С.Ю. Лукьяновым

Юрий Сергеевич Кучиев
(26 августа 1919 г. — 14 декабря 2005 г.)

Советский полярный капитан, почетный полярник. Родился в ауле Тиб (Алагирский р-н, Северная Осетия — Алания). После окончания школы работал матросом в порту Диксон. В годы войны был мобилизован, окончил курсы штурманов (1944) и был назначен помощником капитана ледокольного парохода «Таймыр» (Северный флот). За участие в Великой Отечественной войне был награжден медалями «За оборону Советского Заполярья» и «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.». Впоследствии был удостоен ордена Отечественной войны II степени (28.04.1991).

В 1945–1962 годах работал на штурманских должностях на ледоколах «Ермак», «Малыгин», «А. Сибиряков», «Илья Муромец», «Красин». В 1963 году заочно окончил Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адмирала С.О. Макарова. С 1962 по 1971 год командовал ледоколами «Мурманск» и «Киев», а в 1964–1965 годах являлся дублером капитана и затем недолгое время капитаном атомохода «Ленин», в 1966–1968 годах (в периоды вне арктических навигаций) руководил экипажем ледокола «Красин». В 1971 году Юрий Сергеевич стал первым капитаном атомохода «Арктика». Под его командованием 17 августа 1977 года «Арктика» стала первым в мире надводным судном, достигшим Северного полюса. За этот рейс Ю.С. Кучиев был удостоен звания Героя Социалистического Труда (14.09.1977).

С марта 1981-го по июнь 1995 года Ю.С. Кучиев трудился на берегу — сначала в Мурманском морском пароходстве, затем занимался проектированием и строительством атомных ледоколов на Балтийском судостроительном заводе в Санкт-Петербурге. Вышел на заслуженный отдых в 1997 году, отдав 56 лет своей жизни флоту и 40 из них — активному плаванию во льдах Арктики. Вклад Ю.С. Кучиева в развитие мореплавания в Арктике неоднократно отмечался наградами. Он был награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени, медалью «За трудовое отличие». Ему присвоили звания «Почетный работник морского флота», «Почетный член Географического общества СССР», почетный капитан атомохода «Арктика».

Скончался Ю.С. Кучиев в Санкт-Петербурге, согласно завещанию, его прах был развеян над географической точкой Северного полюса. Ныне его имя носят улица и школа № 27 в г. Владикавказе, остров в архипелаге Земля Франца-Иосифа (2008), танкер, сквер в Санкт-Петербурге. В 2019 году, когда отмечалось 100-летие прославленного капитана, во Владикавказе ему установили памятник, а в Санкт-Петербурге на доме, где он жил (№ 11 по Большой Пушкарской улице), — мемориальную доску.

Редколлегия журнала

ЗАВЕРШЕНИЕ ЭКСПЕДИЦИИ СП-42

Научно-экспедиционное судно (НЭС) «Северный полюс» и базирующаяся на нем экспедиция «Северный полюс-42» (СП-42) летом 2026 года смещались от южной части западной периферии котловины Амундсена севернее о. Гренландия к южной части хребта Гаккеля.

На день окончания дрейфа 10 июля 2026 года:

- общая длина маршрута, пройденного НЭС в дрейфе, составила 3169,1 морских миль (5869,1 км);
- генеральный дрейф составил: на первом этапе (01.10.2024–09.09.2025) — 488,9 морских миль в северном-северо-восточном направлении (14°); на втором этапе (13.09.2025–10.07.2026) — 424,8 морских миль в северо-западном направлении (308°);
- средняя скорость на двух этапах экспедиции была одинакова и составляла примерно 0,38 км/ч (0,2 узла).

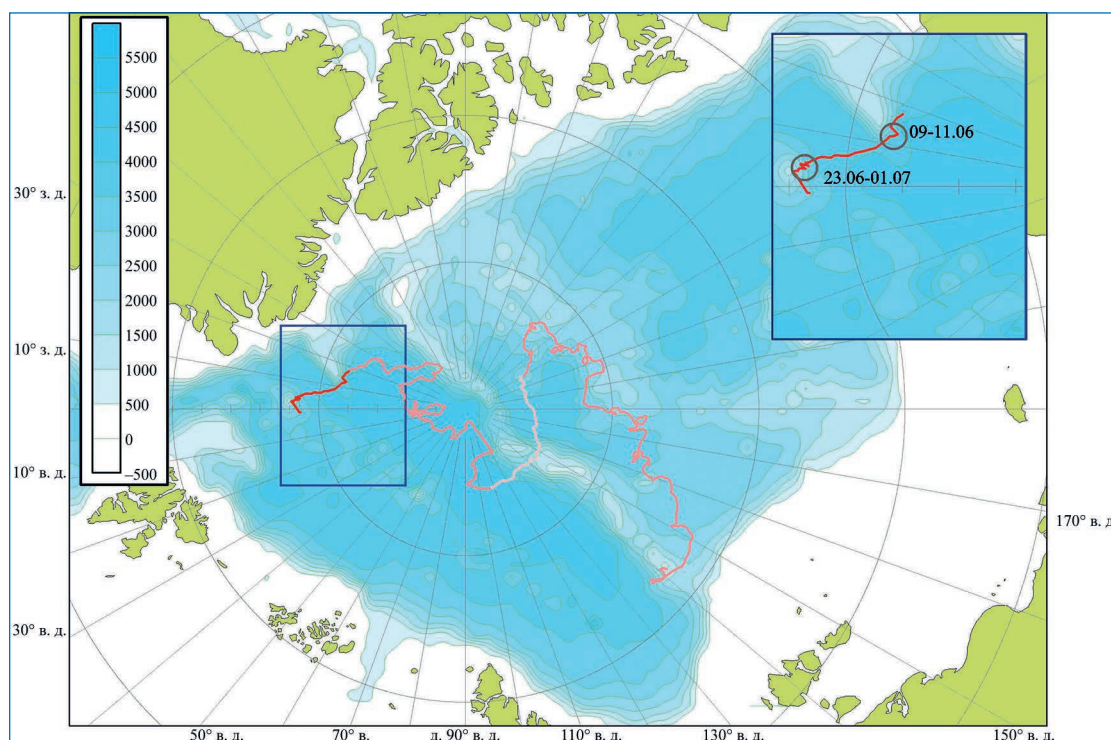


Рис. 1. Траектория дрейфа экспедиции «Северный полюс-42» летом 2026 года. Составитель А.Ю. Ипатов

Особенности дрейфа станции в летний период 2026 года

С 31 мая по 10 июля 2026 года НЭС «Северный полюс» преодолело в дрейфе 239,8 морских миль (444,0 км) со средней скоростью 0,25 узла (0,46 км/ч). До 7 июля дрейф проходил в Западной полушарии и характеризовался преимущественно линейной траекторией на юго-восток и на юг. Затем направление дрейфа сменилось на северо-восточное. В целом его траектория сохраняла линейный характер, свойственный весеннему периоду, за исключением двух временных отрезков (09–11.06 и 23.06–01.07) (рис. 1), когда смещения на юг чередовались с изменением направления дрейфа на северо-восточные. Наибольшая скорость дрейфа была отмечена 11–16 июня, тогда она составила 0,45 узла (0,84 км/ч) с максимумом 12 июня (0,67 узла, 1,25 км/ч). Минимальная скорость дрейфа наблюдалась 3–4 июня (0,094 узла, 0,18 км/ч) с минимумом 3 июня (0,092 узла, 0,17 км/ч).

Ледовая обстановка

В июне динамическая активность соседних ледяных полей увеличилась. Подвижки полей и их обломков в области базирования НЭС «Северный полюс» начались 2 июня. К вечеру 6 июня вокруг судна образовалась система разводий, достигшая наибольшего развития к утру следующего дня. При этом лед южнее и юго-восточнее НЭС представлял собой обломки ледяных полей размером не более 0,5 км в своей максимальной протяженности. К вечеру 8 июня обломки ледяных полей были максимально поджаты, при этом западнее судна на расстоянии 1,0–1,5 км оставались разводья шириной 50–200 м и одно разводье меньшего размера и ширины. Активные движения льда западнее и южнее НЭС в широтных направлениях возобновились в начале ночи 9 июня и затем днем 15 июня. Сперва началось смещение на юго-запад, затем начал двигаться на юг лед южнее льдины базирования. Максимальное развитие ситуации, при которой лед активно расходился от

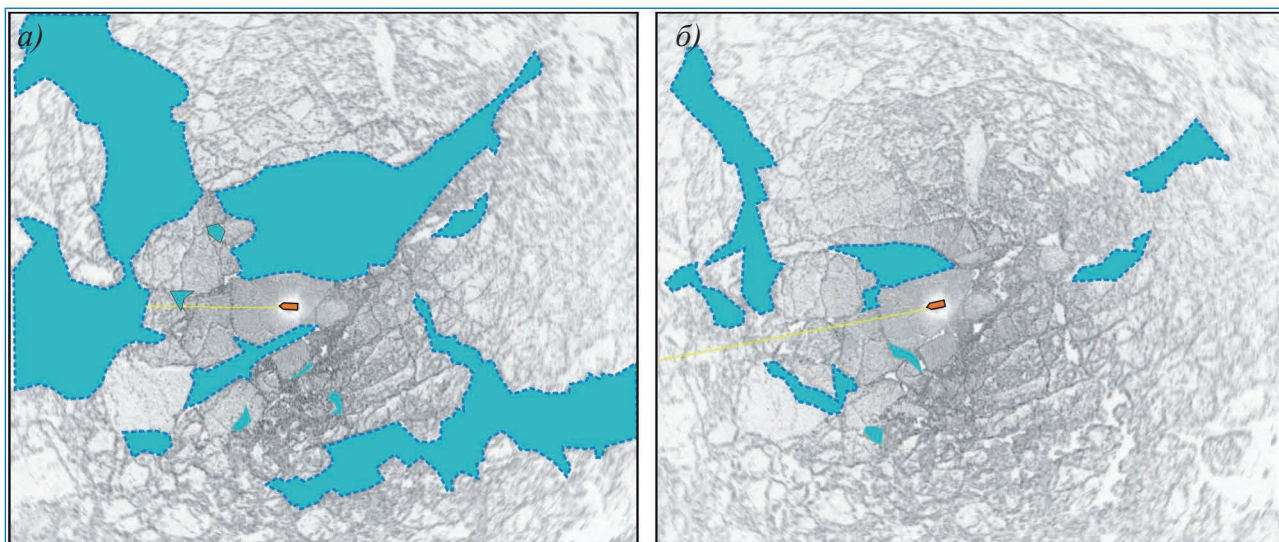


Рис. 2. . Разводья около НЭС «Северный полюс»: а — 16 июня 2026 года на 06:23 мск; б — 18 июня 2026 года на 13:08 мск

НЭС, отмечено к 10:20 мск 16 июня (рис. 2а). Движения охватили все сектора в пределах локаторной видимости, т. е. в радиусе около 6 км. С середины следующего дня разводья начало поджимать с максимальным развитием данной тенденции через сутки (рис. 2б).

Таким образом, после 6 июня произошло качественное изменение ледовой обстановки. Причем количество больших ледяных полей уменьшилось, обширные ледяные поля не наблюдались, увеличилось количество мелко-крупнобитого льда. Данные изменения коснулись в первую очередь южных, восточных и западных секторов. Наиболее подвижны были южный и западный сектора. Ледяные поля, указанные на рис. 3 (на 30 мая) в обзоре ледовой обстановки весной, перестали существовать, будучи сегментированными.

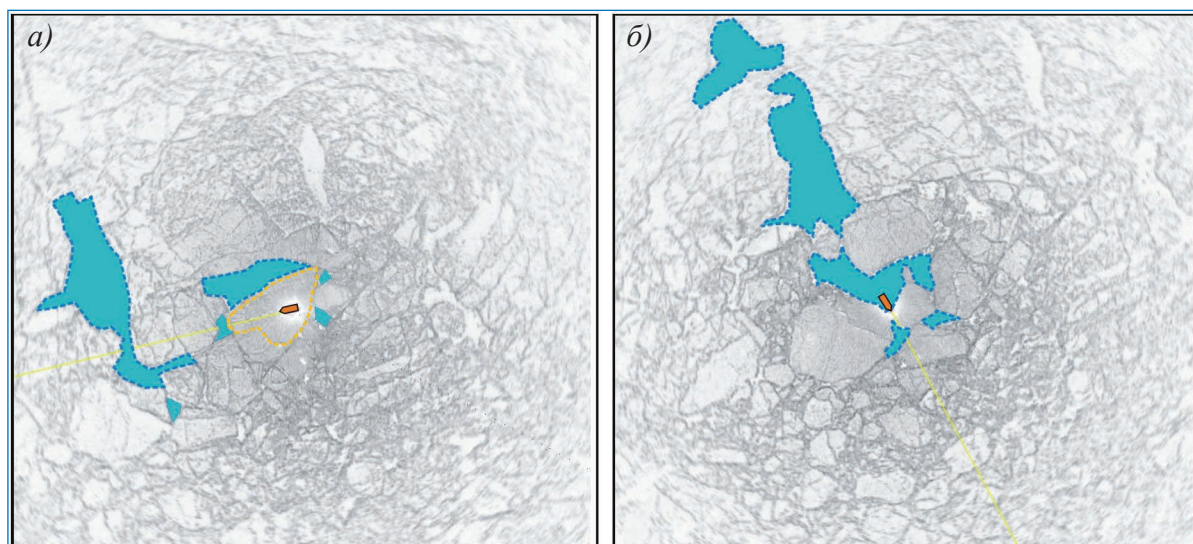
После 18 июня еще один период динамической активности меньшего масштаба наблюдался 23 июня в 1,0–3,0 км к северо-западу от НЭС. При движении обломков ледяных полей на радарх неоднократно отмечалось образование торосов, преимущественно западнее судна, к северо-западу и юго-западу, а также в непосредственной близости от него на разводье в 0,2 км к северу.

После успешной попытки выхода НЭС «Северный полюс», предпринятой 30 июня с 16:25 до 16:50 мск, произошло разрушение обломка ледяного поля льдины базирования и перемещение НЭС в разводье севернее от нее (рис. 3).

В начале июля ледовая обстановка была в целом спокойной. Обломки ледяных полей поджало утром 2 июля, начиная с севера и северо-востока, затем с северо-запада и снова с севера. Незначительные кратковременные подвижки с юго-востока на северо-запад были отмечены только 6 июля днем на юго-западе на расстоянии 2,0–3,0 км. При этом лед западнее НЭС поджимался, а восточнее становился незначительно реже, значимые разводья в пределах радарной видимости зафиксированы не были.

Начиная с 8 июля движения обломков ледяных полей вокруг НЭС стали более выраженными, нежели ранее, когда эти обломки были консолидированными. С раннего утра начались подвижки в западных секторах с образованием разводья. Наибольшего развития это разводье, находившееся в 2,0–2,5 км северо-западнее НЭС, достигло к 19:30 мск 9 июля при ширине

Рис. 3. Ледовая обстановка в районе дрейфа НЭС «Северный полюс» 30 июня 2026 года: а — до выхода из льдины базирования 16:23 мск; б — после выхода в северное разводье 17:53 мск



0,5–0,75 км. Динамическая активность проявилась и в секторах восточнее НЭС на расстоянии 2 км и более: образовалось развожье, меньшее, однако, по площади, нежели западное, описанное выше. Кроме того, при активном движении льда вокруг судна образовалось множество малых по площади разводий.

На 10 июля — на момент прекращения дрейфа — состояние ледяного покрова характеризовалось следующими показателями: сжатие — 1 балл, общая сплоченность льда — 8–9 баллов, обломки ледяных полей — 5–6 баллов, мелко-крупнобитый лед — 3 балла; старый лед — 1 балл, двухлетний лед — 7 баллов, однолетний лед — 2 балла; торосистость — 2 балла, высота торосов до 3 м, заснеженность — 2 балла, всхолмленность старого льда — 1 балл.

Проведение исследований на СП-42 в летний период дрейфа 2026 года

В связи со входом в исключительную экономическую зону Дании (о. Гренландия) в 16:00 мск 30 апреля 2026 года в координатах 86° 56,8' с. ш. 25° 14,7' з. д. в связи с отсутствием разрешения на проведение научно-исследовательских работ наблюдения были свернуты и продолжены только срочные метеорологические наблюдения с борта судна. Такое положение дел сохранялось и в последующие летние месяцы, так как дрейф СП-42 по-прежнему проходил в той же датской исключительной экономической зоне.

По данным наблюдений, за июнь средняя температура воздуха составила –1,0 °С, максимальная — +4,1 °С, минимальная — –8,6 °С; среднее атмосферное давление на уровне моря составило 1003,3 гПа, максимальное — 1021,9 гПа, минимальное — 998,9 гПа; средняя скорость ветра — 6,2 м/с, максимальная скорость ветра — 25 м/с. В описываемый период преобладали ветры направлений от юго-западного до северо-западного (повторяемость — 36,8 % и 44,4 % до 4 июля) и от востока-юго-востока до юга-юго-востока (32,9 % и 33,3 % повторяемости до 4 июля). С 4 по 10 июля преобладали южные направления ветра (от юга до юг-юго-запада — 53,8 % повторяемости и от юго-востока до юг-юго-востока — 30,8 % повторяемости).

Остальные группы исследователей занимались подготовкой итогового отчета, готовили к консервации



Рис. 4. Атомоход «Арктика» во время проводки НЭС «Северный полюс». Фото К.О. Семенова

и упаковке приборы и оборудование, наводили порядок в лабораториях и помещениях.

Завершение дрейфа

НЭС «Северный полюс» с 30 июня до 10 июля дрейфовало, находясь в развожье переменной конфигурации к северу от бывшей льдины базирования. 10 июля в 12:00 мск судно начало самостоятельное движение по разводьям, продолжавшееся до 16:30 мск, после чего движение было прекращено в ожидании атомного ледокола «Арктика», который должен был подойти для проводки. К 19:00 мск 10 июля атомоход был уже в пределах видимости. Около 19:30 мск атомоходом «Арктика» была начата проводка НЭС «Северный полюс» (рис. 4).

В 20:05 мск 12 июля в координатах 79° 40,43' с. ш. 04° 17,44' з. д. проводка была закончена. До 19 июля выполнялся самостоятельный переход в порт г. Мурманск. 19 июля в 21:30 мск НЭС «Северный полюс» было пришвартовано у причала порта. Экспедиция «Северный полюс-42» завершилась.

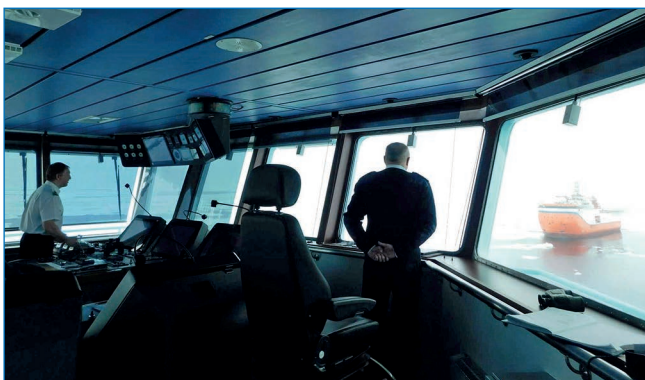
А.Ю. Ипатов (АНИИ)

ОПЕРАЦИЯ ГОЛОВНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО АТОМНОГО ЛЕДОКОЛА «АРКТИКА» ПО ВЫВОДУ НЭС «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС» ИЗ ГРЕНЛАНДСКОГО СЕКТОРА СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Атомоход «Арктика» (головной универсальный атомный ледокол проекта 22220, ФГУП «Атомфлот», предприятие госкорпорации «Росатом»), выполняя плановую работу по ледокольному обеспечению в период летне-осенней навигации 2026 года, получил необычное задание — направиться в район дрейфа научно-экспедиционного судна (НЭС) «Северный полюс» (гренландский сектор Северного Ледовитого океана, 84° с. ш. 1° з. д.) и провести его до чистой воды или редкого льда, в котором судно смогло бы самостоятельно продолжить движение в порт назначения Мурманск. Эта задача представляла особый интерес, ведь прежде атомоходы не обеспечивали ледокольные проводки судов такого ледового класса.



НЭС «Северный полюс» в ожидании ледокольной проводки



На ходовом мостике атомного ледокола «Арктика»

Первоначально, на основе анализа свежих радиолокационных ледовых спутниковых снимков, планировалось выполнить работы в период с 6 по 9 июля. Однако вмешалась погода — с 5 июля в районе нахождения НЭС задул продолжительный штормовой южный ветер, что прекратило его дрейф на юго-восток, в направлении попутного Восточно-гренландского течения, и 7 июля, как говорят ледокольщики, «массив поехал» на север, что привело к динамическим процессам, сопровождавшимся ледовыми сжатиями и деформациями обширных ледяных полей. Природа продемонстрировала свою силу. С другой стороны, те же ветра и сжатия стали причиной разрушения ледяного поля, в которое было вморожено судно. На календаре было уже 8 июля. За два следующих дня фрагменты ледяного поля развело, и появилось «окно возможностей». Данные динамические процессы существенно облегчили ледоколу работу по выводу НЭС «Северный полюс» из района многолетнего и двухлетнего сплоченного льда, толщина которого порой превышала три метра. «Арктика» подошла в заданный район вечером 10 июля 2026 года.

Операция по выводу НЭС «Северный полюс» продолжилась немногим более двух суток. Повезло... К началу проводки южный штормовой ветер стих, что позволило ледовому каравану избежать существенных ледовых сжатий во время движения на юг. Именно поэтому за период проводки ледокол «Арктика» только один раз окалывал платформу — при прохождении тяжелого, сильно торошенного участка, в условиях местного сжатия на стыке двух обширных ледяных полей.

Помимо льда, дополнительной сложностью было отсутствие видимости — район проведения операции постоянно был окутан густым низовым туманом. Движение осуществлялось по показаниям навигационных приборов. От НЭС требовалось только одно — следовать



Разведка корпусом ледовой обстановки по пути к НЭС «Северный полюс»

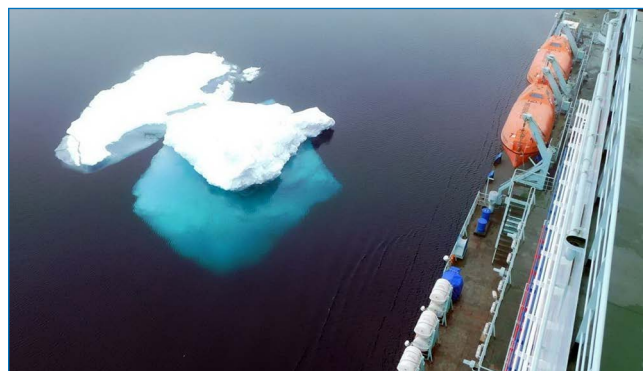
со скоростью, соответствующей работе движителя на полный передний ход. Ледокол при движении каравана поддерживал безопасную дистанцию до судна: во льдах — порядка 3–4 кабельтовых, на чистой воде — 5 кабельтовых, и даже на таких малых дистанциях оба судна визуально друг друга не наблюдали. В таких условиях маршрут вывода НЭС «Северный полюс» строился непосредственно по предварительно разведанному пути и осуществлялся с учетом многолетнего опыта работы во льдах капитана и старших судоводителей атомохода.

Безусловно, важным и непростым было прохождение начального участка, протяженностью около 120 миль, когда потребовалось предварительно проторить канал при следовании на север к НЭС; придерживаясь этого же маршрута, ледокол затем выводил платформу до следующего, протяженного по расстоянию участка редкого льда (в основном это были отдельно плавающие льдины). На завершающем пути следования встречались и узкие проходы между ледяными полями, и крепкие, но проходимые короткие ледяные переемы, в основном же это были скопления битого торошенного многолетнего льда, обнаруживаемые визуально на дистанции около кабельтова, которые атомоход успешно преодолел.

При проводке приходилось учитывать ограниченную управляемость платформы во льдах, что связано с обводами ее корпуса и расположением винторулевой колонки (ВРК). Воочию убедившись в этом в начале проводки, в дальнейшем судоводители старались делать все повороты максимально плавными. Учитывалась и большая парусность НЭС «Северный полюс», которая могла сильно помешать при боковом ветре, даже умеренном, — судно постоянно выносило бы на бровку канала, тогда контакт его корпуса со льдом был бы неминуем, как следствие — замедление скорости движения каравана вплоть до застревания НЭС и необходимости его окол, с сопутствующей



Околка НЭС «Северный полюс»



Многолетний лед рядом с атомоходом



Проводка НЭС «Северный полюс» лидированием



Прокладка канала по стыкам ледяных полей

щими рисками повреждения ВРК в тяжелых льдах. Прогноз погоды оправдался, и на первом, основном и самом тяжелом, участке движению каравана сопутствовало маловетрие, а последовавшее к завершению вторых суток пути усиление ветра при прохождении других, более легких, участков уже не имело негативного влияния. Караван шел на ветер, по запланированному с его учетом маршруту, по нормали к линии сжатия. При прохождении первого тяжелого участка очень помогла система пневмообмыва, отгоняющая по сторонам разбиваемые корпусом ледокола крупные льдины, именно поэтому канал по корме ледокола был гораздо чище, да и кильватерный след от этой работающей системы был виден позади идущей платформы гораздо четче, а значит, ей было легче ориентироваться в тумане при следовании за ледоколом.

12 июля операция была успешно завершена в 50 милях к западу от архипелага Шпицберген, в проливе Фрама. Дальнейшее движение — в порт Мурманск — НЭС «Северный полюс» смогло продолжить самостоятельно, без помощи ледокола «Арктика». Всего караваном было пройдено 392,7 морских мили. Средняя скорость проводки составила 7,9 узла. Это очень достойный показатель эффективности ледокольной проводки, если учесть, что максимальная скорость плавания НЭС по разводьям чистой воды среди ледяных полей со-



Завершение проводки НЭС «Северный полюс» выходом на открытую воду

ставляла около 8,5 узла. Достаточно «извилистым» был совместный путь, но это в очередной раз подтверждает тезис: «В Арктике путь по прямой — не самый быстрый».

Ледокол последовал в базовый порт Мурманск для смены экипажа, пополнения запасов провизии и снабжения, ведь впереди его ожидало продолжение активной работы на бескрайних ледовых трассах Севморпути.

А.В. Скрябин (капитан ГУАЛ «Арктика»).
Фото автора и судоводителей ледокола

ВСТРЕЧА УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-42» В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

21 июля 2026 года в аэропорту Пулково торжественно встретили полярников научной дрейфующей станции «Северный полюс-42». Встретить героев дрейфа пришли коллеги, друзья и родные. Почти 22 месяца, с 30 сентября 2024 года, НЭС «Северный полюс» дрейфовало в Арктике. Были пройдены тысячи морских миль, преодолены трудности тяжелой работы во льдах Северного Ледовитого океана, проведены важные научные исследования, получены ценные данные, которые после анализа позволят ученым лучше понять процессы, происходящие в северной полярной области.



12 июля под проводкой атомохода «Арктика» НЭС «Северный полюс» вышло из дрейфа и взяло курс на порт Мурманск, куда прибыло вечером 19 июля. Через день участники экспедиции вылетели на самолете в Санкт-Петербург.

Встречающих приготовили цветы, красочные плакаты и флажки с изображением научно-экспедиционного судна. Самолет приземлился в Пулково точно по расписанию. Низкая облачность и дождь не внесли свои коррективы. Встреча получилась очень радостной и светлой, полярников приветствовали все, кто находился в зоне



В ожидании встречи

прилета петербургского аэропорта, администрация которого также вручила памятные подарки.

После первых приветствий состоялась торжественная церемония, в ходе которой начальник научной дрейфующей станции «Северный полюс-42» Александр Юрьевич Ипатов вручил заместителю директора ААНИИ по экспедиционной работе Юрию Валерьевичу Угрюмову флаг экспедиции — как символ ее успешного завершения и выполнения научной программы в полном объеме.

На небольшой пресс-конференции для журналистов и всех желающих А.Ю. Ипатов поблагодарил всех участников экспедиции за ответственность, взаимовыручку и высокий профессионализм и подчеркнул, что именно благодаря этим качествам «удалось успешно выполнить поставленные задачи и благополучно завершить дрейф станции».

Ю.В. Угрюмов отметил, что дрейф станции «Северный полюс-42» получился необычным, так как она

работала в обоих полушариях — не только в Западном, но и в Восточном, оказалась там, где исследования проводились крайне редко, поэтому данных за предшествующие десятилетия было получено критически мало. Он пояснил: «Потепление климата, наблюдаемое в последние десятилетия, особенно ярко проявляется в Арктике. Она нагревается значительно быстрее, чем другие регионы планеты. Поэтому важно получать достоверную информацию о состоянии природной среды Северного Ледовитого океана: льда, атмосферы, водных масс. Эти данные нужны не только ученым — вопросы глобального потепления вышли далеко за рамки чисто научного интереса и важны для всего общества. После обработки полученные материалы дополняют наши представления о климатических тенденциях, они найдут применение не только в науке, но и в хозяйственной деятельности, при подготовке мероприятий по адаптации к текущим и прогнозируемым изменениям. Ведь, как известно, по-

Моменты встречи





Моменты встречи



Участники СП-41 Д.Л. и А.А. Раевы с маленьким Борисом

тепление климата, которое мы наблюдаем в последние десятилетия, особенно ярко проявляется в Арктике».

К.В. Фильчук, начальник Высокоширотной арктической экспедиции ААНИИ, начальник СП-41, который принимал активное участие в организации СП-42, проведении ротационных мероприятий в 2025 году, в своем выступлении отметил: «Исследователи закончили сложную, физически тяжелую работу. Да, видно, что устали, но это естественно. Я не встретил ни у кого из полярников разочарования, сожаления о том, что отправился в экспедицию».

Экспедиция «Северный полюс-43» запланирована на 2027 год, когда будет отмечаться 90-летие работы дрейфующих станций. В настоящее время НЭС «Северный полюс» совершило переход из Мурманска в Санкт-Петербург, куда прибыло 27 августа. На судне пройдет

плановый ремонт, после чего оно будет укомплектовано всем необходимым оборудованием для следующего рейса в высокие широты. А.С. Макаров, директор ААНИИ, пояснил: «Сегодня мы формируем команду современных молодых ученых, которые могут сделать большую научную карьеру. Мы готовим новое поколение мотивированных полярников, обладающих мужеством и выдержкой, без которых работать в полярных широтах невозможно. Научная программа предстоящей экспедиции будет включать более 50 задач по исследованию хрупкой экосистемы Арктики».

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

А.Ю. Ипатов передает Ю.В. Угрюмову флаг СП-42



УЧАСТНИКИ ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-42» ПОЛУЧИЛИ НАГРАДЫ РОСГИДРОМЕТА

22 сентября 2026 года в Москве на заседании центрального аппарата Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в торжественной обстановке руководитель Росгидромета И.А. Шумаков вручил награды и почетные грамоты сотрудникам Арктического и антарктического научно-исследовательского института — участникам дрейфующей экспедиции «Северный полюс-42». Ведомство отметило специалистов, которые внесли особый вклад в проведение исследований в высоких широтах Северного Ледовитого океана.

Начальник Высокоширотной арктической экспедиции ААНИИ К.В. Фильчук был награжден нагрудным знаком «Почетный работник гидрометеослужбы России». Почетные грамоты Росгидромета вручили руководителю группы геофизических исследований СП-42 О.Ю. Стрибному, старшему электромеханику Р.В. Табале, а также

ведущему специалисту СП-42 С.В. Хотченкову. Благодарность Росгидромета объявили М.В. Дрозду, возглавлявшему группу океанологических исследований, руководителям группы гидрохимических исследований И.Б. Сиваченко и А.Д. Ужеговой, технику экспедиции А.В. Тетерину.

«Команда экспедиции «Северный полюс-42» выполняла свои задачи в поистине экстремальных, суровых климатических условиях. Проявленные мужество, стойкость и профессионализм заслуживают самого высокого уважения, а присужденные награды — это справедливая оценка вашего вклада в российскую науку», — отметил И.А. Шумаков.

*Медиагруппа ААНИИ.
Фото А.В. Тетерина (ААНИИ)*



И.А. Шумаков с К.В. Фильчуком (слева) и А.Д. Ужеговой (справа)



Участники СП-42 после церемонии награждения

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЗОННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОАЗИСЕ ХОЛМЫ ТАЛА

В рамках сезонных работ 71-й РАЭ специалисты Института Карпинского выполнили геолого-геофизические исследования неподалеку от полевой базы (п/б) Молодежная в районе оазиса Холмы Тала в Восточной Антарктиде. Комплекс проведенных работ включал в себя магниторазведочную пешеходную съемку масштаба 1:25 000 — 1:10 000 на площади 77 км², рекогносцировочные радиометрические маршруты, геологические маршруты, отбор геологических проб и каппаметрию. Выполненные работы позволяют изучить глубинное строение кристаллического фундамента в районе участка «Молодежный», а также уточнить вещественный состав, площади развития, возраст, условия метаморфизма, последовательность деформаций, тектоническую позицию и минерагеническую специализацию метаморфических комплексов.

Решение этой задачи с помощью бурения — крайне дорогой и трудозатратный процесс, особенно в труднодоступных районах и в суровых условиях Антарктиды. Кроме того, полученные данные будут отражать геологическое строение массива лишь точно, по разрезу конкретных скважин, сеть которых практически всегда оказывается слишком редкой.

В связи с этим на первый план выходят дистанционные методы исследований — площадная геофизика, в частности магниторазведка. Чтобы проследить пространственное положение горных пород под ледяным куполом, необходимо опираться на их петрофизические характеристики. Применение магнитометрического метода требует понимания физической природы изучаемых объектов. Кристаллический фундамент в районе оазиса Холмы Тала сложен породами Рейнерского метаморфического комплекса (Mikhalsky E. V. Refined geological history of the polyphase plutonometamorphic complex in the Thala Hills area (Enderby Land, East Antarctica) from zircon SHRIMP dating and implications for Neoproterozoic amalgamation of Gondwanaland // Geological Society, London, Special Publications. 2017. Vol. 457, SP457-2. P. 7–36). Намагниченность выходящих на дневную поверхность горных пород Рейнерского комплекса определяется содержанием аксессуарных ферромагнитных минералов (преимущественно магнетита, титаномагнетита и пирротина). Вклад породообразующих парамагнитных минералов (биотита, пироксенов) в общую магнитную восприимчивость для данных пород ничтожно мал по сравнению с ферромагнетиками. По магнитным свойствам можно выделить разности горных пород и проследить их положение за пределами видимых скальных обнажений.

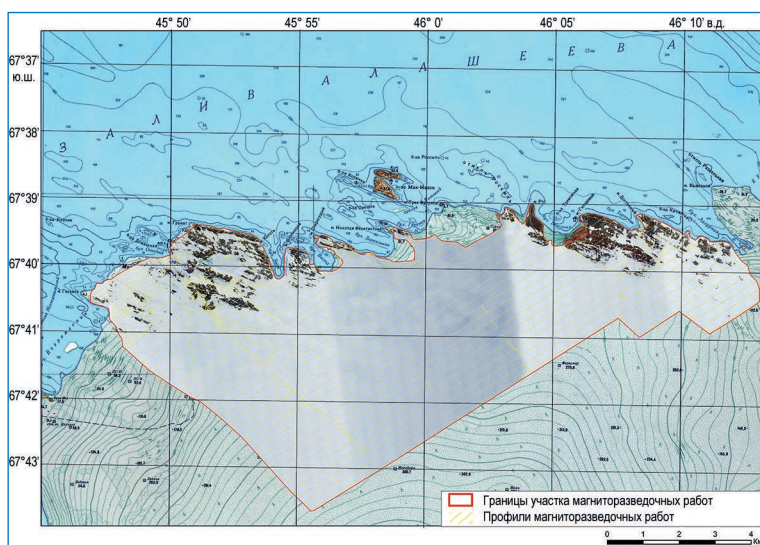
Для изучения глубинного строения и вещественного состава кристаллического фундамента в районе участка «Молодежный» специалистами Института Карпинского в ходе 71-й РАЭ был выполнен следующий комплекс исследований:

- крупномасштабная наземная магниторазведка;
- рекогносцировочные радиометрические маршруты;
- пешие геологические маршруты;
- измерения магнитной восприимчивости (каппаметрия) образцов коренных пород.

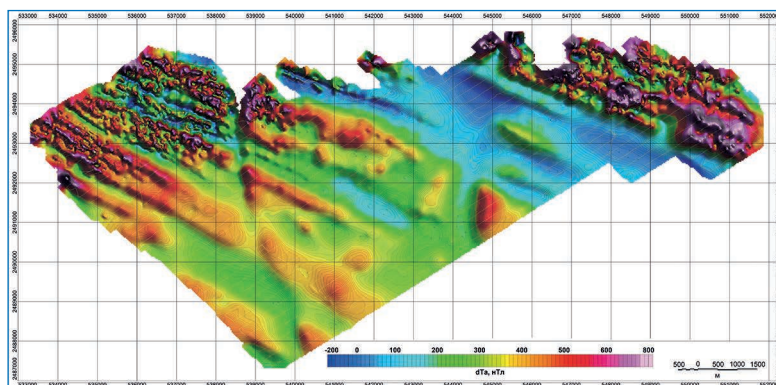
Далее приведена более подробная методика реализации каждого из перечисленных этапов полевых исследований.

Магниторазведочные площадные работы масштаба 1:25 000

Съемка проводилась серийными высокоточными цифровыми оверхаузеровскими магнитометрами MaxiMag (Геодевайс, производство Россия)



Карта фактического материала магниторазведочных работ ФГБУ «Институт Карпинского» (71-я РАЭ). Картографическая основа дополнена ортофотопланом района работ



Предварительная карта аномального магнитного поля



Процесс магнитометрических наблюдений: а — навигационное сопровождение пешеходной магнитометрической съемки; б — переход оператора-магнитометриста между профилями в условиях горной местности

в соответствии с техническим руководством к приборам и «Инструкцией по магниторазведке» (1981).

Рядовая магнитная съемка выполнялась по профилям, разбитым через 250 м (что соответствует съемке масштаба 1:25 000) на площади 77 км², пешим ходом с использованием снегоходного транспорта для подъезда к участку работ. В районе п/б Молодежная была выполнена детализация до масштаба 1:10 000 (шаг между профилями 125 м). Благоприятные метеоусловия, увеличенная продолжительность сезонных работ и логистическая поддержка начальника полевой базы Д.Г. Серова позволили значительно расширить площадь исследований и выполнить 459 погонных километров съемки за 29 полевых выходов. Методика измерений — пешая непрерывная, дискретность измерений 3 секунды. Для оценки погрешности наблюдений выполнены контрольные измерения по той же методике наблюдений, что и рядовые рейсы.



Образец из пегматитовой жилы с повышенным радиационным фоном (300 мкР/ч)

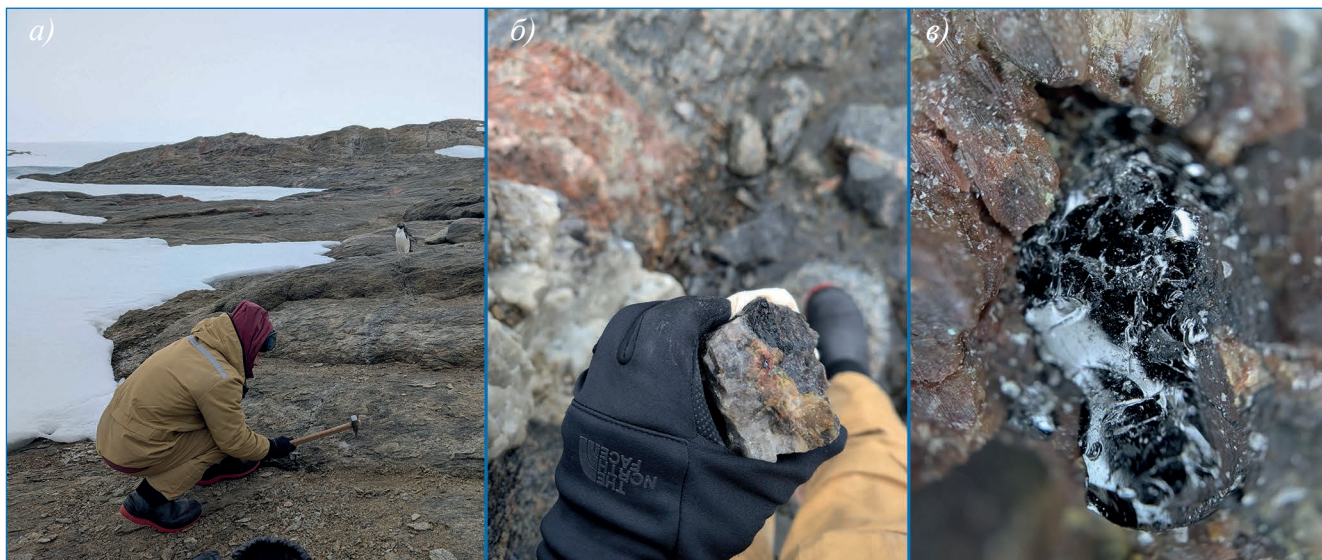
Рекогносцировочные радиометрические маршруты

Рекогносцировочные радиометрические измерения выполнялись портативным дозиметром RadiaCode-101 в непрерывном режиме. Данный прибор использовался для экспресс-поиска и пространственной локализации пород, обладающих повышенной естественной радиоактивностью, на местности и дальнейшего их геологического отбора.

Дозиметр фиксировался на поясном ремне навигатора магнитной съемки. Наблюдения мощности ambientной эквивалентной дозы производились совместно с магнитометрическими наблюдениями в режиме непрерывного профилирования с пространственным разрешением 3 м. В местах повышенных значений радиационного фона выполнялись повторные измерения, по результатам которых производился отбор наиболее радиоактивных геологических образцов для дальнейшего лабораторного изучения. Ввиду большой экранирующей способности ледникового покрова, полностью поглощающего гамма-излучение подстилающих геологических толщ, измерения, выполненные при движении по телу ледника, признавались непредставительными для оценки и дальнейшего анализа.

Пешие геологические маршруты

С целью оптимизации сезонных работ геологические исследования проводились совместно с магниторазведочными маршрутами. В местах выхода горных пород на дневную поверхность непрерывная магнитометрическая съемка ставилась на паузу и производились геологические работы, включающие в себя полевое описание обнажения и отбор геологических образцов для последующих лабораторных исследований. Геологическому опробованию подвергались все выявленные литологические разновидности коренных пород, а также рыхлые отложения, локализованные преимущественно в зонах понижения рельефа. Точки отбора детализировались с учетом получаемых геофизических данных:



Геологический пробоотбор: а — геолог выполняет отбор гнейсов Рейнерского комплекса; б — радиоактивный минерал в кварцевой жиле с плеохроичными «двориками»; в — радиоактивный минерал в кварцевой жиле с плеохроичными «двориками» под увеличением

особое внимание уделялось породам, пространственно приуроченным к зонам экстремумов аномального магнитного поля (пегматитовые жилы, магнетитсодержащие гнейсы), а также участкам с повышенной естественной радиоактивностью (пегматитовые жилы, некоторые разновидности гнейсов).

По итогам полевых работ получена геологическая коллекция, состоящая из 133 образцов коренных пород и 10 образцов рыхлых отложений, предположительно содержащих органические остатки.

Каппаметрия

В качестве экспресс-метода, позволяющего связать наблюдаемые в поле магнитные аномалии с конкретными геологическими телами, для коллекции отобранных коренных образцов была проведена каппаметрия — измерение магнитной восприимчивости.

Измерения проводились с использованием портативного каппаметра ПИМВ (Геодевайс, Россия) вдали от техногенных помех. Время одного измерения составляло

1 секунду. Замеры выполнялись сериями (не менее 3 измерений на образец) в разных направлениях (перпендикулярно и параллельно слоистости), преимущественно на ровных участках поверхности образца с обязательной калибровкой в воздухе до и после измерения.

По итогам измерений для каждого образца было получено минимальное, среднее и максимальное зарегистрированное значение магнитной восприимчивости. Результаты измерений были внесены в сводную таблицу геологического описания образцов. Полученные количественные данные позволят связать параметры выявленных при пешеходной съемке магнитных аномалий с петрофизическими свойствами конкретных литологических разностей, что в дальнейшем обеспечит необходимую фактологическую основу для построения достоверной геолого-геофизической модели оазиса.

Таким образом, для изучения глубинного строения и вещественного состава кристаллического фундамента в районе участка «Молодежный» в сезоне 71-й РАЭ были успешно реализованы комплексные геолого-геофизические исследования. По итогам инструментальных измерений построена предварительная карта аномального магнитного поля исследуемой площади. Таковы итоги комплексных геолого-геофизических исследований, выполненных в ходе изучения глубинного строения и вещественного состава кристаллического фундамента в районе участка «Молодежный» в сезоне 71-й РАЭ.

В дальнейшем планируются:

- пространственная увязка различных типов пород с магнитными аномалиями;
- построение трансформант аномального магнитного поля;
- трассирование выделенных аномальных зон под ледяным куполом;
- выделение линейных структур, вероятно связанных с разломной тектоникой, а также зон нарушения корреляции осей аномалий;
- сопоставление выделенных структур с локальными формами рельефа.

Эти шаги позволят изучить глубинное строение и вещественный состав кристаллического фундамента в районе участка работ, создать единую тектоническую



Процесс измерения магнитной восприимчивости

схему участка между двумя антарктическими станциями: п/б Молодежная и «Гора Вечерняя», а также уточнить последовательности деформаций метаморфических комплексов.

Данная задача может быть решена только при совместной интерпретации геологических и геофизических данных, именно поэтому крайне важно было выполнить совместный комплекс геолого-геофизических исследований.

Однако научный потенциал собранного геологического материала выходит за рамки локального структурного картирования. Породы оазиса, представленные преимущественно гнейсами Рейнерского комплекса протерозойского возраста, прорванными интрузиями раннепалеозойских гранитов и пегматитов, структурно принадлежат к Вегенер-Моусонскому подвижному поясу (Каменев Е. Н., Шулятин О.Г., Михайлов В.М. и др. Состав, структура и условия образования архейского нейпирского метаморфического комплекса Земли Эндерби (Восточная Антарктида) // Региональная геология и металлогения. 2017. № 71. С. 53–66). Эта колоссальная структура окаймляет архейский Нейпирский блок и прослеживается в Восточной Антарктиде более чем на 4000 километров. Известно, что протолиты рейнерских гнейсов сформировались около 2 млрд лет назад за счет переработки более древних осадочных и вулканогенных толщ Нейпирского комплекса. За свою долгую геологическую историю породы Рейнерского комплекса пережили серию глобальных тектоно-термальных событий, охвативших площади более 100 000 км²: от первичной кристаллизации магм до гранулитового метаморфизма (около 1000–900 млн лет назад) и мощного тектоно-термального события в раннем палеозое (550–500 млн лет

назад). Высокоточное изотопное датирование отобранных в ходе сезона интрузивных образований поможет установить точное время финальных деформаций этого подвижного пояса, синхронных с окончательной сборкой суперконтинента Гондвана.

Особый научный интерес представляют обнаруженные в структуре гнейсовых толщ зажатые тектонические пластины (будины) пироксенитов. Установление их абсолютного возраста, термодинамических параметров образования и геохимический анализ дадут возможность ответить на вопрос об их происхождении (являются ли они мантийными реликтами или фрагментами древней океанической коры). Это в свою очередь позволит провести прямые межрегиональные корреляции тектонических событий Земли Эндерби с другими ключевыми геологическими узлами Восточной Антарктиды, такими как кратонный блок оазиса Вестфолль и полиметаморфические комплексы Холмов Ларсеманн (район станции Прогресс), где также масштабно проявлены следы панафриканской тектонической активизации.

Выявление подобных корреляционных связей носит ключевой характер для расшифровки последовательности древних тектоно-магматических эпох и расширяет наши представления об истории образования и развития Земли.

Геолого-геофизические исследования выполнены ФГБУ «Институт Карпинского» в рамках Договора с ФГБУ «ААНИИ» №71 Р/16/2025/11 согласно программе работ, утвержденной Росгидрометом.

*Н.О. Медведев, Д.С. Фатеев
(ФГБУ «Институт Карпинского»)
Фото авторов*

АБСОЛЮТНЫЕ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА НЭС «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС»: ПЕРВЫЙ ОПЫТ, ТРУДНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Гравиметрия — это раздел науки (на стыке геофизики и геодезии), который занимается измерением силы тяжести и изучением гравитационного поля Земли.

Гравитационное поле Земли (ГПЗ) является фундаментальной физической характеристикой планеты, определяющей ее фигуру (геоид), динамику литосферы и процессы в мантии. Точные знания о распределении ускорения свободного падения критически важны для построения глобальных геодезических референц-систем, высокоточного позиционирования в высоких широтах, а также для глубинного геологического картирования и поиска полезных ископаемых.

Главной характеристикой ГПЗ является ускорение свободного падения, оно обозначается буквой *g*. Среднее значение ускорения свободного падения на поверхности Земли составляет: $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$. Единицами измерения ускорения в геофизике являются Гал (назван в честь Г. Галилея) ($1 \text{ Гал} = 0,01 \text{ м/с}^2$) и производные величины — мГал, мкГал.

Геоид (модель формы Земли) — это реальная физическая форма Земли. Это не поверхность суши, а поверхность уровня океана в спокойном состоянии, мысленно продолженная под материи (рис. 1).

Перечислим *главные задачи гравиметрии*:

— геодезические: построение точной модели формы Земли (геоида) для решения фундаментальных задач и позиционирования;

— геологические: картирование границ блоков земной коры разного типа, поиск и разведка месторождений полезных ископаемых;

— оперативные, связанные с обороной и навигацией, — для точной работы ракетных систем и позиционирования подводных лодок.

Особую актуальность этим исследованиям придает стремительно меняющаяся геополитическая обстановка в Арктике. Регион, еще недавно воспринимавшийся как «зона мира» и международного сотрудничества, сегодня превращается в арену острой конкуренции между ведущими мировыми державами. Как отметил министр иностранных дел России С.В. Лавров, страны НАТО «ведут дело к милитаризации региона, созданию там очагов международной напряженности», фактически стремясь превратить Арктику в «новый фронт противостояния» для сдерживания развития России и ее союзников (<https://tass.ru/politika/28059057?ysclid=mtth3jfojvn193163895>). На этом фоне точное знание гравитационного поля Земли

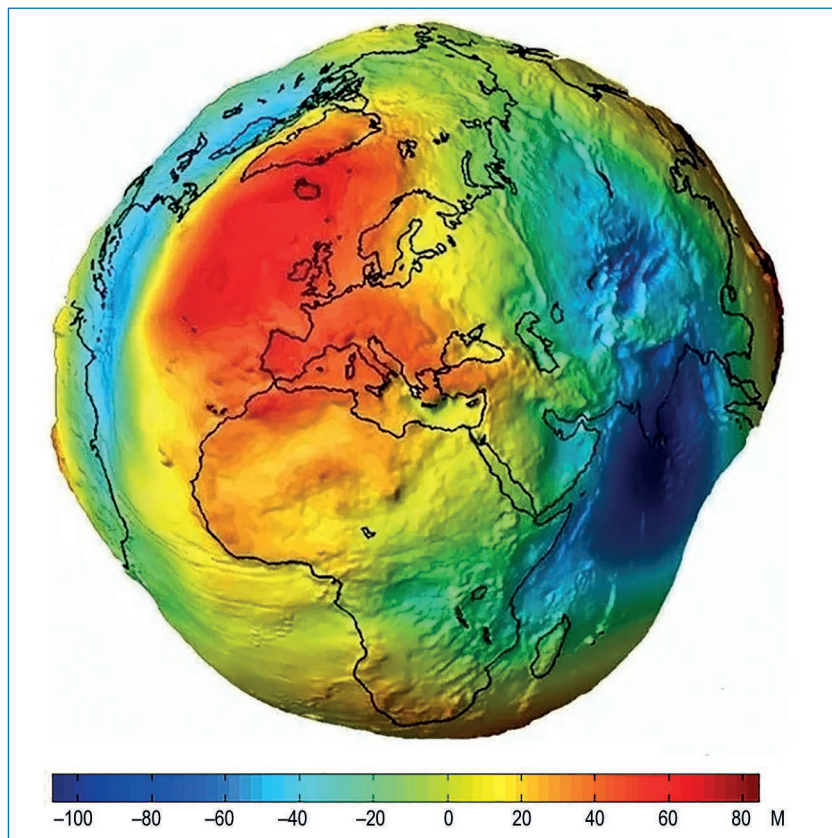


Рис. 1. Форма геоида

приобретает не только научное, но и стратегическое значение. Таким образом, абсолютные гравиметрические измерения в районе Северного полюса, о которых идет речь в данной статье, являются не только фундаментальным научным достижением, но и вкладом в укрепление национальной безопасности и технологического суверенитета России в Арктике — регионе, где противостояние сверхдержав уже становится реальностью.

Исторические предпосылки: от маятника Нансена к баллистическому гравиметру на НЭС «Северный полюс»

Развитие гравиметрических исследований в Арктике охватывает более чем 130-летний период, в течение которого менялись технические средства, методология и организационные формы работ. Этот путь — от единичных героических экспериментов до планомерных высокоточных наблюдений — наглядно демонстрирует эволюцию научно-технической мысли и позволяет оценить уникальность современных достижений на ледостойкой платформе «Северный полюс».

Первый шаг: экспедиция Ф. Нансена на «Фраме» (1893–1896). Отправной точкой арктической гравиметрии по праву считаются работы, выполненные в ходе знаменитого дрейфа судна «Фрам» под руководством Фритьофа Нансена (рис. 2). В рамках подготовки к экспедиции Нансен приобрел маятниковый прибор системы Sterneck с двумя маятниками, предполагая использовать его для измерений на суше в случае обнаружения неизвестных земель. Однако уникальность экспедиции — длительный дрейф на замороженном во льды судне — позволила предпринять попытку гравиметрических наблюдений непосредственно на борту.

Исполнителем измерений выступил Сигурд Скотт-Хансен (штурман и метеоролог экспедиции), а научное руководство и калибровку прибора обеспечивал профессор Оскар Эмиль Шиэтц из Университета Осло, который обработал полученные данные и опубликовал их анализ в 1901 году.

Несмотря на то, что точность этих измерений была невысокой (порядка 10–15 мГал) из-за остаточных вибраций и невозможности абсолютной привязки, они имели эпохальное значение:

- это были первые в мире гравиметрические определения, выполненные в открытом море;

- данные, полученные в высоких широтах, позволили уточнить параметры полярного сжатия Земли и внесли вклад в построение Потсдамской гравиметрической системы;

- опыт Нансена показал принципиальную возможность проведения гравиметрических наблюдений на дрейфующей ледовой основе, хотя технические ограничения того времени не позволяли достичь высокой точности.

Первые измерения на дрейфующих льдах: СП-1 (1937–1938). Следующий качественный скачок произошел спустя более чем 40 лет, когда в ходе героической экспедиции на станции «Северный полюс-1» (СП-1) были впервые выполнены систематические

гравиметрические измерения.



Рис. 2. Дрейфующий «Фрам», март 1894 года.
Фото Ф. Нансена из книги "Farthest North" (London, 1897)



Рис. 3. Журнал и записи результатов гравиметрических наблюдений, выполненных Е.К. Федоровым. Фонды ААНИИ

гравиметрические наблюдения непосредственно на дрейфующей льдине. Эти работы проводились с использованием маятникового прибора, а измерения ускорения свободного падения осуществлял геофизик экспедиции Евгений Константинович Федоров — один из легендарной четверки папанинцев (рис. 3).

В обязанности Е.К. Федорова входило проведение комплекса геофизических наблюдений: гравиметрические и магнитные измерения, а также астрономическое определение координат дрейфующего лагеря. Его самоотверженный труд в условиях полярной ночи и постоянной угрозы разломов и трещин позволил впервые получить связанную сетку гравиметрических данных в центральной части Северного Ледовитого океана.

Значение этих работ выходило далеко за рамки собственно гравиметрии: они продемонстрировали, что дрейфующие станции могут служить полноценными научными обсерваториями, а сам Е.К. Федоров в 1938 году был удостоен звания Героя Советского Союза. Опыт СП-1 стал методической основой для всех последующих гравиметрических экспедиций на дрейфующих льдах вплоть до конца XX века.

Систематический этап: Северная гидрографическая экспедиция (СГЭ) и Воздушные высокоширотные экспедиции (ВВШЭ) «Север» (1961–1992). Настоящий прорыв в изучении гравитационного поля Арктики связан с деятельностью СГЭ. Начиная с 1961 года, сначала с использованием инфраструктуры Высокоширотных воздушных экспедиций (ВВЭ) «Север-13» и «Север-14», организованных ААНИИ, а с 1963 года самостоятельно проводились ВВШЭ «Север» (рис. 4). Вплоть до распада СССР силами СГЭ с привлечением геофизиков из НИИ геологии Арктики в ходе ВВШЭ были проведены масштабные комплексные океанографические и геофизические исследования на дрейфующем льду.



Рис. 4. Наблюдения на гравиметрах перед вылетом в рейс на дрейфующем опорном пункте ВВШЭ «Север-14», 1962 год. На переднем плане — съемочные гравиметры, слева — два стационарных гравиметра, в палатке — маятниковый прибор ММП-П. Фонды ААНИИ

В этот период:

- выполнялись гравиметрические наблюдения как на льду (с использованием сначала маятниковых приборов ММП-П и АМП-1, а затем и кварцевых гравиметров), так и с борта самолетов и вертолетов при авиадесантных съемках;
- были заложены сотни опорных точек, охвативших практически всю акваторию Советского сектора Арктики;
- гравиметрические данные начали систематически увязываться с навигационными и батиметрическими измерениями, что позволило строить первые региональные карты аномалий силы тяжести.

Организационную и научную координацию этих работ обеспечивали такие выдающиеся гидрографы, как начальник СГЭ Сергей Константинович Немилов, внедривший геофизические методы в комплексные исследования океана. Вклад СГЭ в изучение Арктики был настолько значителен, что одна из высочайших вершин Новой Земли была названа горой СГЭ.



Рис. 5. Д.К. Дронов у НЭС «Северный полюс» в начале дрейфа СП-41. Октябрь 2022 года. Фото Д.К. Дронова

Подробная история этого этапа нашла отражение в фундаментальном труде О.Ю. Корнеева «Гидрографическая экспедиция Северного флота. Век в Арктике (1924–2024). Малоизвестные факты», который является авторитетным документальным источником по данной теме.

Эпоха высокоточных морских съемок: экспедиции «Арктика-2014», «Арктика-2019» и «Арктика-2020». Следующий этап связан с комплексными экспедициями на научно-экспедиционном судне (НЭС) «Академик Федоров», которые проводились для сбора геофизических данных в обоснование границ российского континентального шельфа в Арктике.

Экспедиция «Арктика-2014» стала первой в мире, выполнившей комплекс геофизических исследований в районе Северного полюса. Общая протяженность маршрутов составила 10 000 км, получено более 70 000 гравиметрических точек с использованием двух гравиметров: «Чекан-АМ» и «Шельф-Э». Калибровочные измерения проводились в опорном пункте в Наантали (Финляндия) до и после рейса.

«Арктика-2019» (известная также как «Шельф-2019») была сосредоточена на получении дополнительных данных о строении земной коры в районе хребта Гаккеля и прилегающих котловин. Протяженность гравиметрических профилей составила 4296 линейных километров.

«Арктика-2020» стала наиболее масштабной: протяженность съемки достигла 14 851 линейных км, подготовлен каталог из 81 896 независимых измерений. Использовались гравиметры «Чекан-АМ» и «Попугай-ГК».

Все три экспедиции сталкивались с типичными для высоких широт сложностями: работа в условиях сплошного льда, ограниченное маневрирование, длительная изоляция от опорных пунктов. Однако именно эти работы создали обширный массив относительных гравиметрических данных, который впоследствии требовал абсолютной привязки.

Все же и на этом этапе измерения оставались относительными — они проводились от опорных гравиметрических пунктов, которые могли находиться на тысячи километров от района работ. Дрейф нуля прибора, особенно при длительных автономных экспедициях, оставался серьезной проблемой, и его коррекция выполнялась лишь приближенно, на основе экстраполяции линейных трендов.

Современность: НЭС «Северный полюс» и абсолютные измерения. Завершающее звено этой исторической цепи — ввод в эксплуатацию НЭС «Северный полюс» (ледостойкой самодвижущейся платформы, ЛСП), работа на этом судне использовала преимущества предыдущих подходов и открыла принципиально новые возможности (рис. 5).

Недостатки имеющихся сведений о гравитационном поле в Арктике

В отличие от умеренных и экваториальных широт, Арктический регион остается «белым пятном» на карте точности ГПЗ. Современные спутниковые модели (например, EGM2008, EIGEN-6C4) в этом районе имеют погрешность на порядок выше, чем в средних широтах, что обусловлено совокупностью естественных, технических и методических факторов.

Основные причины пониженной точности связаны, во-первых, со сложностью измерений с морскими гравиметрами в условиях ледокольной проводки исследовательских судов (такое судно ограничено в маневре и следует за идущим впереди ледоколом, последний при этом может идти, неравномерно меняя курс и скорость или даже обходя трудные участки); во-вторых, с пониженной точностью спутниковой альтиметрии в случае покрытия вод льдом. Поясним, что основной источник погрешности альтиметрических наблюдений в Арктике — искажение сигнала при отражении от поверхности льда. Разные участки Арктики неравномерно покрыты льдом, и погрешности наблюдений меняются в зависимости от района. Проникновение радарного сигнала в снежный

покров зависит от свойств снега и погодных условий, что вносит дополнительную неопределенность в измерения высоты морской поверхности. Наконец, третья причина пониженной точности — невозможность полного учета и компенсации инерциальных ускорений, возникающих при классических измерениях на подвижном носителе (самолете, вертолете, судне). При измерениях на подвижном основании (судно, самолет) показания гравиметра искажаются инерциальными ускорениями и наклонами основания, влияние которых может достигать сотен и тысяч миллигал. Разделение гравитационного сигнала и инерционных помех представляет собой сложную научно-техническую задачу, для решения которой требуются высокая точность систем позиционирования (GPS ГЛО-НАСС) и сложные алгоритмы обработки данных.

Ввод в эксплуатацию НЭС «Северный полюс» принципиально изменил ситуацию. Это судно — платформа, вмороженная в многолетний лед, — обеспечивает беспрецедентно стабильное основание на протяжении всего дрейфа (до двух лет). Это позволило впервые поставить вопрос о проведении абсолютных баллистических измерений непосредственно в высокоширотной акватории СЛО.

Особенностью судна является то, что оно вмораживается в лед и находится в дрейфе вместе со льдиной. Предполагается, что вмораживание в лед может достаточно жестко фиксировать судно и минимизировать или даже исключить внешние воздействия на гравиметр, такие как вертикальные ускорения и качка (рис. 6). Как

показал дальнейший опыт, на показания гравиметра влияла не качка, а нарастающий постоянный крен судна, который мог достигать нескольких градусов.

Современное гравиметрическое оборудование на НЭС «Северный полюс»

Гравиметрический комплекс НЭС «Северный полюс» представляет собой уникальное сочетание двух типов приборов — абсолютного и относительного гравиметров, работающих в интеграции для достижения максимальной точности и надежности измерений в условиях высоких широт (рис. 7).

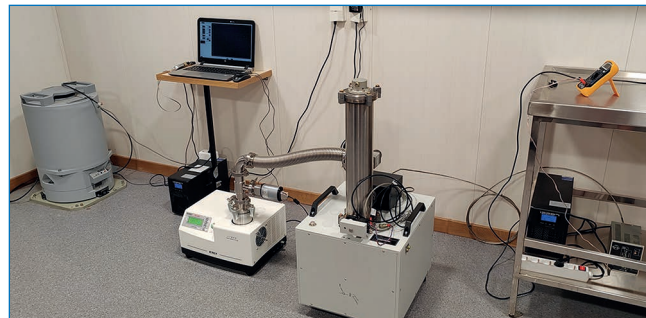


Рис. 7. Общий вид измерительного гравиметрического комплекса, включающего «Чекан-АМ» и ГАБЛ-ПМ, на НЭС «Северный полюс». Август 2024 года. Фото Д.К. Дронова

Относительный гравиметр «Чекан-АМ» (модель «Шельф») — это высокоточный морской гравиметрический комплекс, который быстро устанавливается на любом судне. Прибор состоит из гравиметрического датчика с двойной кварцевой упругой системой крутильного типа, помещенного на гиросtabilизированную платформу (рис. 8). Такое решение обеспечивает устойчивость к возмущающим ускорениям, по которой этот отечественный комплекс превосходит зарубежные аналоги.

Прибор имеет некоторые особенности:

— определения ускорения силы тяжести (УСТ) на маршруте производятся от известного опорного гравиметрического пункта (ОГП), который может находиться

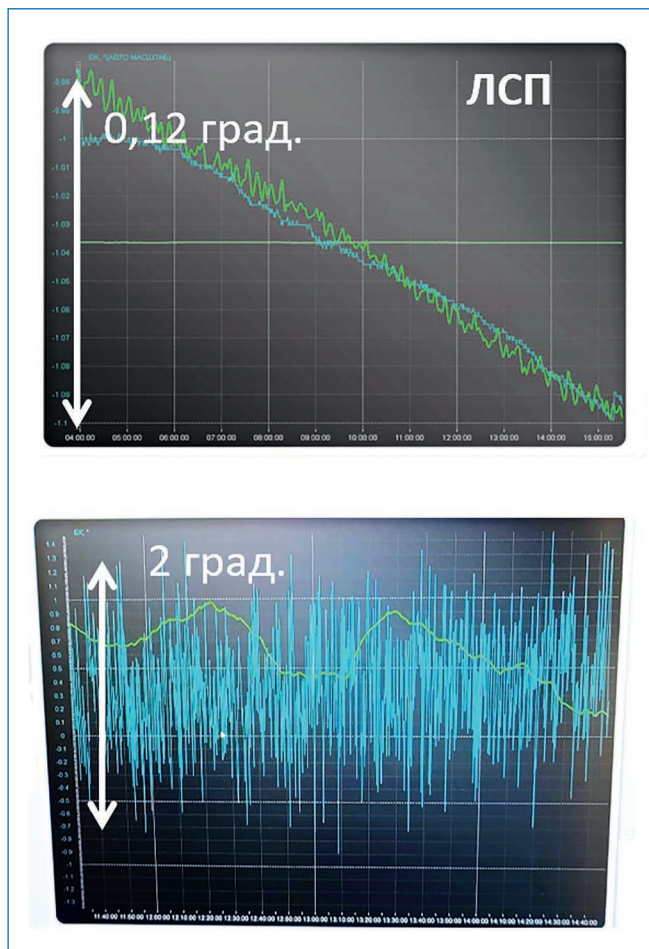


Рис. 6. Сравнение бортовой качки НЭС «Северный полюс» при вмораживании (вверху) и при волнении моря с высотой волны 2 м (внизу)

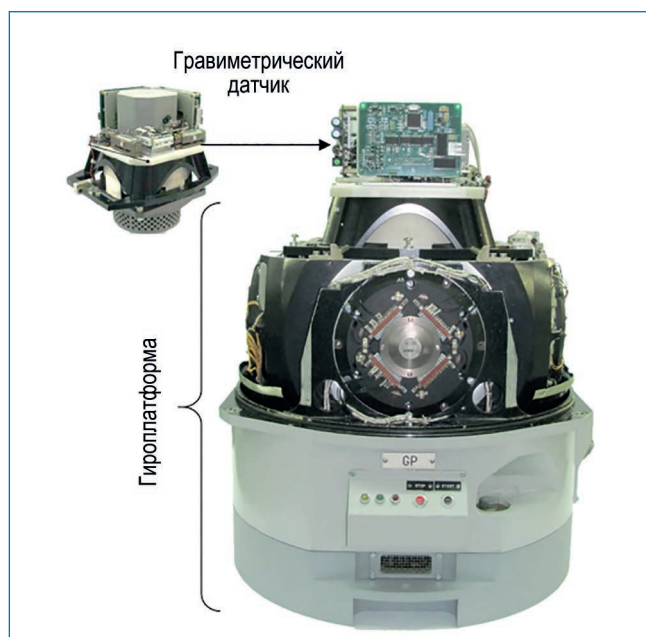


Рис. 8. Относительный гравиметр «Чекан-АМ» (модель «Шельф»)

на значительном удалении от пунктов проведения измерений;

— дрейф нуля-пункта или дрейф прибора — медленное изменение его показаний во времени из-за «усталости» упругой системы. Начальные опорные измерения показали 0,59 мГал в сут (рис. 9), а финальные опорные измерения — 0,79 мГал в сут, что говорит о нелинейности дрейфа и требует ее учета.

Относительный гравиметр «Чекан-АМ» довольно надежен: его срок службы составляет 10 лет, а назначенный ресурс равен 50 000 часам. Рабочий температурный диапазон варьирует от +10 до +24 °С.

Абсолютный лазерный баллистический гравиметр ГАБЛ-ПМ. Принцип действия гравиметра ГАБЛ-ПМ основан на измерении интервалов времени, за которые свободно падающее тело проходит заданные интервалы пути. Вычисляемое по результатам измерений этих интервалов значение g определяет величину ускорения силы тяжести.

К особенностям этого абсолютного гравиметра относятся:

- возможность определения точного значения УСТ в конкретной точке;
- не требует калибровки относительно других точек, не нуждается в ОГП;
- измерения требуют точной стабилизации (неподвижное основание) и отсутствия любых внешних воздействий;
- это дорогостоящее оборудование, при работе с ним нужна высокая квалификация.

Срок службы ГАБЛ-ПМ при проведении регулярных профилактических работ также составляет 10 лет, а рабочий температурный диапазон находится в пределах от +10 до +30 °С.

Абсолютный гравиметр предназначен для высокоточного определения абсолютного значения ускорения силы тяжести на специальных наземных гравиметрических пунктах 1-го класса. Обычно для компенсации морской качки гравиметрический датчик устанавливается на гиростабилизированную платформу, как это реализовано у «Чекан-АМ». Поэтому было необходимо в сжатые сроки во время подготовки НЭС «Северный полюс» к отплытию определить возможность использования гравиметра без гиростабилизирования и выполнить ряд мер по его адаптации в ограниченных условиях. Прежде всего надо было оценить погрешность абсолютных измерений на ОГП на пирсах вблизи судна, затем — на судне при его вмораживании.

Опорные измерения на причале Санкт-Петербурга

Все работы по определению корректности работы гравиметра ГАБЛ-ПМ проводились в порту «Петролеспорт». Для этого первоначально измерения выполнялись на бетонном пирсе (причале), максимально близко к точке расположения прибора в лаборатории специальных исследований (рис. 10).

Был проведен сеанс измерений g , состоящий из трех серий по 100 единичных бросков. Получен следующий результат:

$$g_{\text{пирс}} = 14,501 + a \text{ мГал},$$

$$\text{среднеквадратичная ошибка (СКО): } 0,024 \text{ мГал},$$

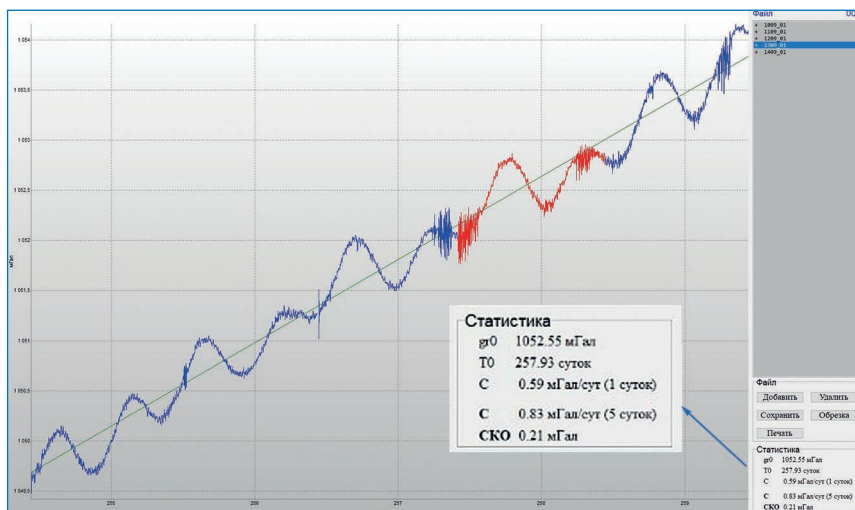


Рис. 9. График опорных измерений в порту Мурманска с явным дрейфом нуля-пункта

где a — произвольная константа (константы a , b , c вводятся из-за ограничения публикаций абсолютного значения ускорения силы тяжести с определенной точностью).

Такие результаты соответствуют заявленным паспортным значениям гравиметра ГАБЛ-ПМ для наземных стационарных пунктов 1-го класса. Но они недостижимы на борту судна, поэтому возникла необходимость адаптации абсолютного гравиметра к условиям дрейфа.



Рис. 10. Транспортный ящик, ПК, гравиметр и сервисное оборудование на причале «Петролеспорта» (Санкт-Петербург). Август 2024 года. Фото Д.К. Дронова



Рис. 11. Абсолютный гравиметр ГАБЛ-ПМ в лаборатории специальных исследований на борту НЭС «Северный полюс». Август 2024 года. Фото Д.К. Дронова

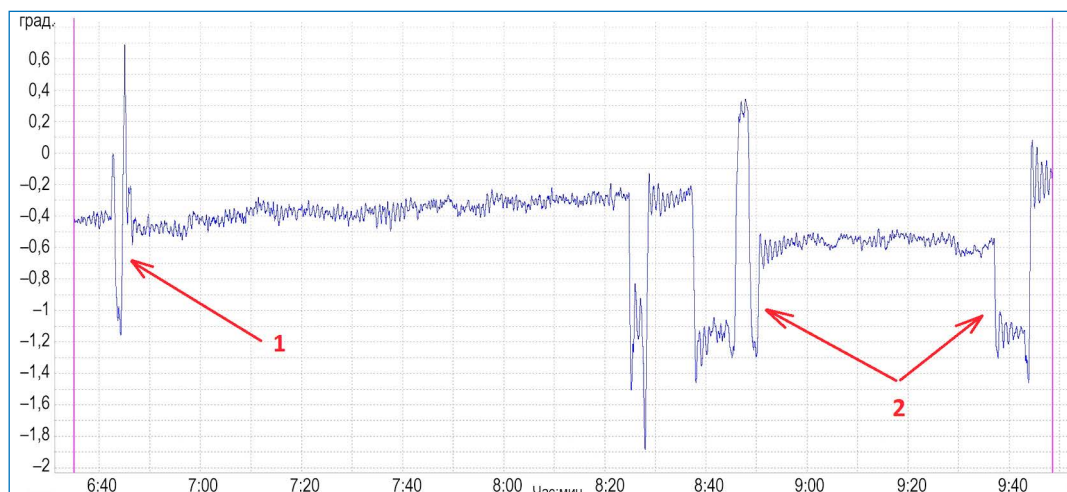


Рис. 12. Бортовая качка за трехчасовой период в ухудшенных погодных условиях. «Петролеспорт», 22 августа 2024 года

Определение параметров гравиметра и методики проведения измерений для возможного использования ГАБЛ-ПМ на борту НЭС «Северный полюс». После окончания измерений на пирсе гравиметр ГАБЛ-ПМ был установлен на судне в лаборатории специальных исследований (рис. 11).

Для анализа работы гравиметра ГАБЛ-ПМ брались данные из программы относительного гравиметра «Чекан-АМ», который был установлен рядом. Регистрирующая программа записывала в файл параметры качки судна и была синхронизирована по времени с точностью до 1 секунды с регистрирующей программой гравиметра ГАБЛ-ПМ.

Во время исследований выяснялось влияние качки на точность показаний прибора. Для частичной компенсации низкочастотной качки оператору приходилось постоянно вручную подстраивать вертикаль абсолютного гравиметра, анализируя при этом движение блика рабочего луча, полученного с ПЗС-матрицы скоростной камеры прибора в системе выставления вертикали, переводя процесс измерения в режим паузы.

Тестовые измерения проводились в течение нескольких дней, при этом резкие порывы ветра усиливали угол наклона судна (рис. 12, цифра 1).

Также на графике качки (рис. 12, цифра 2) отразилась работа крана, во время которой резко изменился крен судна, что в принципе могло привести к выходу из строя абсолютного гравиметра.

По результатам проведенных исследований в порту была разработана специальная методика по адаптации измерений абсолютным гравиметром на подвижном основании без использования гиropлатформы. В дальнейшем, после перехода НЭС «Северный полюс» в порт Мурманск, были проведены повторные измерения с целью обучения участников экспедиции «Северный полюс-42» (СП-42). Результаты опытных работ с абсолютным баллистическим лазерным гравиметром ГАБЛ-ПМ на пирсе, в портах и на борту НЭС подробно описаны в большой статье, которая принята в печать и будет опубликована в конце 2026 года (Носов Д.А., Дронов Д.К., Турбин Ю.Г., Сизиков И.С. Первый опыт работы абсолютного лазерного баллистического гравиметра ГАБЛ-ПМ, установленного на борту ледостойкой платформы без гиросtabilизации // Геология и геофизика. 2026. Т. 67. № 11).

Предварительные результаты абсолютных измерений во время дрейфа СП-42

По окончании движения, после вмораживания НЭС «Северный полюс» в лед и начала дрейфа группой операторов абсолютный гравиметр ГАБЛ-ПМ был подготовлен к проведению измерений, согласно требованиям инструкции, составленных предварительно по итогам

Таблица

Результаты измерений, полученные во время дрейфа СП-42

№	Дрейф, км	Длительность проведения, ч	Ветер, м/с	Глубина, м	СКО, мГал
1	0,8	0,8	5	930	0,5
2	1,1	0,8	4	950	0,74
3	0,2	0,9	2	3300	0,89
4	0,7	0,9	9	2530	0,94
5	0,8	1,5	7	2840	0,37
6	0,6	1,5	6	3260	0,14
7	1,1	1,5	6	3223	0,1
8	0,1	1,5	5	2664	0,239
9	0,2	1,5	6	2529	0,143
10	0,5	1,4	6	2420	0,068
11	0,3	0,6	7	2005	0,083
12	0,4	1,5	2	3088	0,087
13	0,2	1,5	3	1691	0,054
14	0,2	1,5	4	3193	0,174
15	0,7	1,8	6	4345	0,228
16	0,5	1,6	6	4266	0,221
17	0,8	1,6	12	4266	0,351
18	1,2	1,8	8	4350	0,875
19	0,2	1,5	5	4354	0,278
21	0,9	1,7	7	4335	0,568
22	0,7	1,4	7	4319	0,2281
23	1,0	1,3	8	4337	0,411
24	0,1	1,4	6	4349	0,228
25	0,5	1,4	6	4324	0,331
26	0,1	1,4	4	4309	0,205
27	0,1	1,4	15	3967	0,189
28	0,3	1,3	6	2957	0,147
29	0,3	1,3	6	3341	0,235
30	0,4	1,2	10	3717	0,259
31	1,5	1,3	11	4043	0,161
32	0,2	1,3	12	3975	0,370

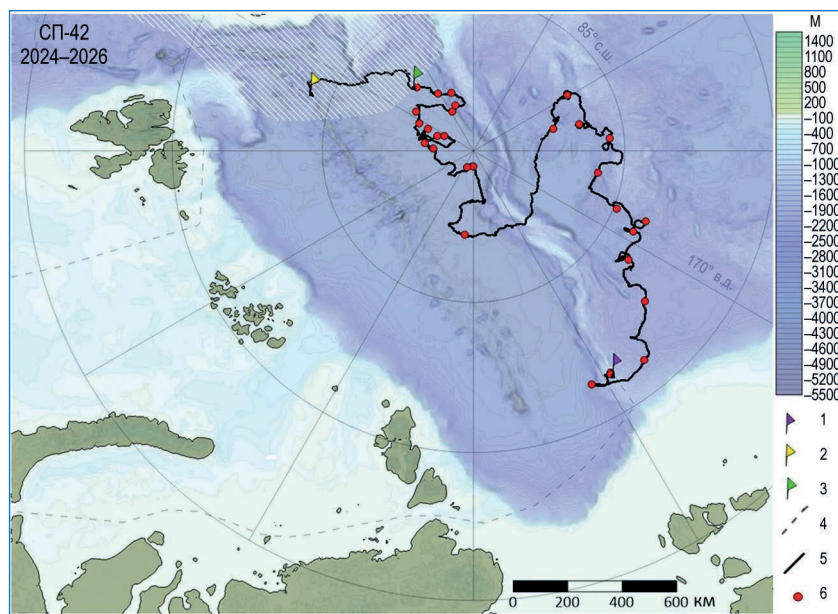


Рис. 13. Маршрут дрейфа СП-42 с указанием мест проведения абсолютных измерений гравитационного поля на карте рельефа суши и дна акваторий:

1 — старт дрейфа; 2 — завершение дрейфа; 3 — завершение научной программы в связи с вхождением в исключительную экономическую зону (ИЭЗ) Дании; 4 — маршрут НЭС до и после дрейфа (в направлении г. Мурманска); 5 — траектория дрейфа; 6 — положение пунктов измерения абсолютных значений гравитационного поля. Штриховка показывает ИЭЗ Дании

работ в портах Санкт-Петербурга и Мурманска. Основными требованиями этих инструкций являлись:

- выбор времени проведения измерений при минимуме вибраций (минимальная нагрузка на дизельные установки, отключенный лифт, минимальное передвижение персонала по палубам судна и др.);
- отсутствие работы кранов или других механизмов, которые влекут за собой бортовую качку;
- выбор времени проведения измерений при минимальном дрейфе льдины;
- анализ погодных условий, подбор дня измерений;
- корректировка вертикали прибора при необходимости.

28 сентября 2024 года в Севером Ледовитом океане в районе хребта Ломоносова впервые в истории было произведено первое измерение классическим баллистическим гравиметром.

Всего за время экспедиции было проведено 32 измерения. Условия проведения измерений и средне-

квадратическая ошибка (СКО), с которой они проводились, сведены в общую таблицу.

Маршрут экспедиции СП-42 на фоне карты рельефа суши и дна океана по данным глобальной модели с отмеченными точками проведения измерений представлен на рис. 13.

Коррекция нуля-пункта относительного гравиметра «Чекан-АМ»

Регистрация относительных данных велась непрерывно с использованием «Чекан-АМ». Относительный гравиметр подвержен дрейфу нуля-пункта — медленному изменению его показаний во времени, связанному с «усталостью» упругой системы чувствительного элемента. Эта поправка особенно значима при длительных автономных экспедициях, где отсутствует возможность частой калибровки на опорных гравиметрических пунктах.

На рис. 14 представлены результаты измерений с использованием двух гравиметров на борту НЭС «Северный полюс» в экспедиции СП-42. Здесь четко виден дрейф гравиметра «Чекан-АМ»,

который содержит значительную нелинейную компоненту и не может быть определен без использования абсолютного гравиметра.

Благодаря полученным абсолютным измерениям, можно скорректировать нелинейность ухода нуля-пункта гравиметра и получить высокоточные гравиметрические данные по всему маршруту дрейфа экспедиции.

Трудности: почему это не сделали раньше?

Проведение подобных исследований кажется несложным, однако прежде они не выполнялись по нескольким причинам. Во-первых, следует отметить хрупкость оборудования: абсолютный гравиметр — это чрезвычайно дорогостоящий и легко поддающийся повреждениям прибор. Он требует исключительно стабильных условий для корректной работы. В период работы традиционных дрейфующих станций специалисты не могли обеспечить доставку и эксплуатацию подобных приборов — ледяное поле нестабильно, подвижно и подвержено трещинообразованию.

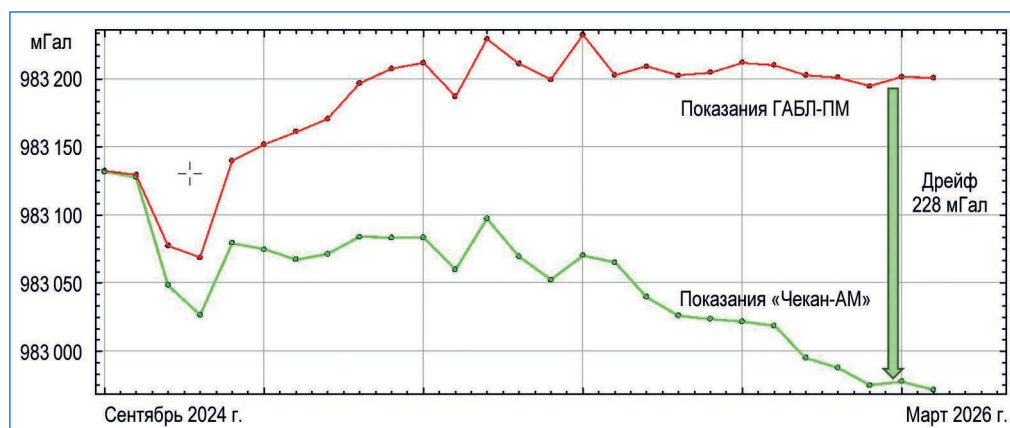


Рис. 14. Сопоставление показаний относительного и абсолютного гравиметров во время экспедиций СП-42

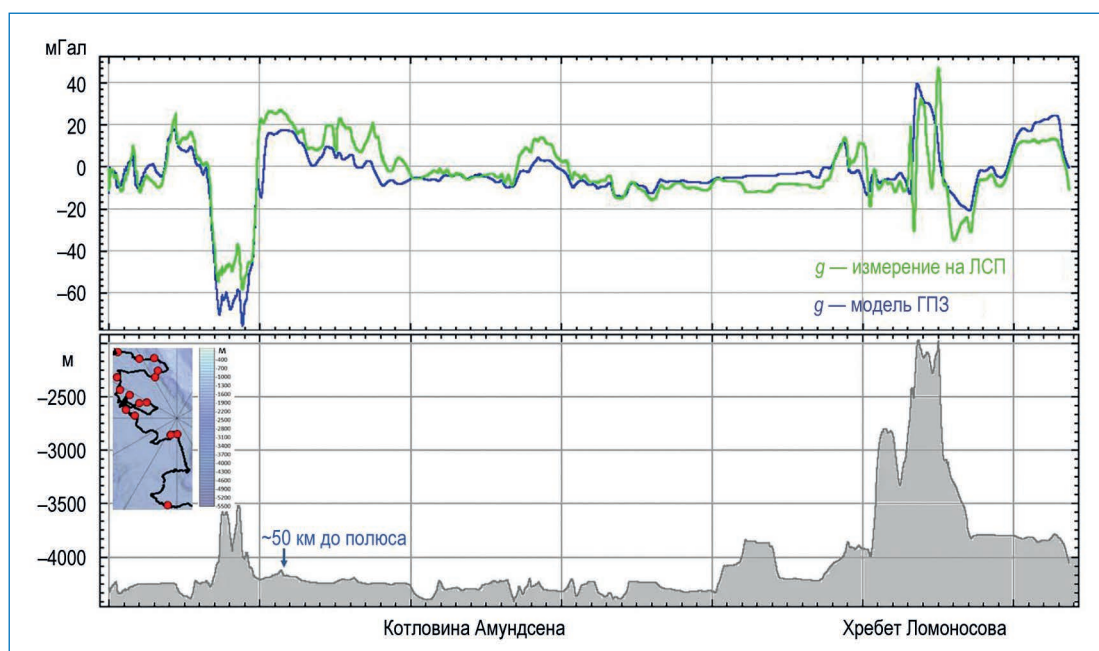


Рис. 15. Сравнение графиков ГПЗ с данными, полученными в ходе дрейфа СП-42

Во-вторых, сохраняется проблема качки и вибраций: даже на НЭС «Северный полюс», несмотря на то что судно вморожено в лед, имеются микровибрация и остаточная подвижность. Гравиметр ГАБЛ-ПМ изначально создавался для работы на наземных пунктах, а не на борту движущегося (пусть и дрейфующего) судна. Геофизикам — участникам СП-42 пришлось решать сложную задачу: адаптировать прибор к работе без использования гиросtabilизированной платформы.

В-третьих, необходима специальная подготовка технических сотрудников. Сложность в обслуживании гравиметрического оборудования требует тренировки и «наметанности глаза» для проведения измерений, так как необходимо вручную решать проблемы стабилизации гравиметра, а также вручную контролировать броски и выставления вертикали.

Применение полученных данных

Подобные исследования являются в наше время необходимыми. Они позволяют повысить точность моделей ГПЗ в Арктическом регионе, что имеет критическое значение для фундаментальных и прикладных исследований. В геофизике и геологии точные данные о ГПЗ необходимы для построения комплексных геолого-геофизических разрезов, изучения строения земной коры и мантии. В сфере навигации и безопасности уточнение моделей ГПЗ позволит повысить точность спутниковых навигационных систем в высоких широтах, что необходимо для развития судоходства и авиации.

Полученные и обработанные данные с СП-42 были сопоставлены с данными моделей гравитационного поля Земли. На рис. 15 представлено сравнение графиков ГПЗ в редукции в свободном воздухе, полученного по результатам измерений на НЭС «Северный полюс», и снятого с модели ГПЗ за весь период дрейфа, а также данные батиметрии вдоль траектории дрейфа СП-42. Видно, что на отдельных участках отклонение значений аномалий силы тяжести, полученных по материалам гравиметрической съемки, от модельных значений составляет до 20–40 мГал.

Перспективы: что дальше?

Гравитационная сеть высшего уровня в настоящее время активно развивается. Она очень неравномерна по территории и по точностям определений значений. Благодаря проведению экспедиций СП на НЭС «Северный полюс» эти «белые пятна» будут постепенно заполняться высокоточными данными. Таким образом, можно говорить о расширении гравиметрической сети России.

Формат проведения экспедиций на НЭС «Северный полюс» позволяет собирать огромный массив гравиметрических данных на протяжении всего многомесячного дрейфа (до двух лет). Это дает возможность изучать временные вариации гравитационного поля, связанные с геодинамическими процессами, т. е. осуществлять *долгосрочный мониторинг*.

Ресурс НЭС «Северный полюс» обеспечивает *возможность продолжения программы исследований на годы вперед*. Наблюдения не ограничатся одной экспедицией. Работы планируется продолжить в ходе СП-43, СП-44 и далее. Каждая новая дрейфующая станция будет накапливать уникальный массив абсолютных гравиметрических данных, создавая основу для фундаментальных научных открытий.

Полученный опыт будет использован при дальнейшей работе и для создания морского гравиметрического комплекса, включающего абсолютный гравиметр ГАБЛ-ПМ и относительный гравиметр «Чекан-АМ», объединенных общей вычислительной базой. Этот комплекс планируется установить на строящееся НЭС «Иван Фролов». Будет произведена оценка необходимости и потенциальной возможности уточнения глобальных моделей гравитационного поля Земли в высоких широтах для целей навигации и решения геологических задач изучения Арктики.

Д.К. Дронов, Н.П. Сенчина (ААНИИ),
Д.А. Носов, И.С. Сизиков
(Институт автоматики и электрометрии СО РАН),
А.С. Калишин, Ю.Г. Турбин (ААНИИ)

19–20 мая 2026 года в АНИИ состоялась IV Международная научно-деловая конференция POLAR 2026. Основной целью являлось подведение предварительных итогов исследований Северного Ледовитого океана и его морей в последние десятилетия, оценка изменений природной среды полярных областей Земли и их возможных последствий. Обзор научных тем, которые освещались в ходе работы форума, был опубликован в материале М.А. Гусаковой «POLAR 2026: современные комплексные исследования высоких широт Арктики» (Российские полярные исследования. 2026. № 2 (64). С. 14–20). В этой рубрике журнала мы предлагаем вашему вниманию статьи, подготовленные учеными в рамках данного направления работы конференции.

НАБЛЮДЕНИЯ В АРКТИЧЕСКОМ БАСЕЙНЕ ПРЕДУПРЕДЯТ ОБ ОСЛАБЛЕНИИ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОДЫ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ И ПОХОЛОДАНИИ

В докладе «Обмен между Атлантикой и Арктическим бассейном в современных условиях: изменения, причины и последствия для климата» (Г.В. Алексеев, И.М. Ашик, В.В. Иванов, А.Ю. Ипатов, М.С. Махотин, К.В. Фильчук, Ю.В. Угрюмов), представленном на конференции POLAR 2026, было рассмотрено взаимодействие между бассейном северной части Атлантического океана и Арктическим бассейном Северного Ледовитого океана. Отмечено, что ключевым звеном является поступление воды из Атлантики в глубины Арктического бассейна, запускающее процессы обмена между Арктикой и Атлантикой в океане и атмосфере.

Присутствие атлантической воды (АВ) в Арктическом бассейне было обнаружено Ф. Нансеном в 1893–1896 годах во время дрейфа на «Фраме». Особенности распространения АВ установлены на основе наблюдений на дрейфующих станциях «Северный полюс» (1937–1979) и океанографических съемок Арктического бассейна воздушными экспедициями «Север» (1955–1979) в работах В.Т. Тимофеева (1960), А.Ф. Трёшникова и Г.И. Баранова (1973), Е.Г. Никифорова и А.О. Шпайхера (1980) и других исследователей.

Обобщение в работе И.В. Полякова, Г.В. Алексеева, Л.А. Тимохова и других (2004) данных об изменениях максимальной температуры в слое атлантической воды в Арктическом бассейне, накопленных за более чем 100-летний период, начиная с Ф. Нансена, выявило 60–80-летнее колебание температуры воды. Ранее

подобное колебание было найдено в изменениях температуры и давления воздуха в Центральной Арктике (И.В. Поляков, М. Джонсон, 2000). Добавление современных наблюдений на дрейфующих станциях «Северный полюс» (2003–2012), в период Международного полярного года (2007/08), в экспедициях в Арктическом бассейне (2002–2020) и недавних наблюдений на НЭС «Северный полюс» позволило продлить ряд до 2025 года (рис. 1).

На рис. 1 видны потепления в слое АВ 1930–1940-х и 2000-х годов, разделенные понижением температуры в 1970–1980-е годы. Эти экстремумы вместе отражают 60–80-летнее колебание температуры АВ. Последнее потепление началось в 1990-е годы и достигло максимума в 2000-е годы. Начало положило повышение температуры на поверхности тропической Северной Атлантики, через четыре года достигшее пролива Фрама, что показано на рис. 2.

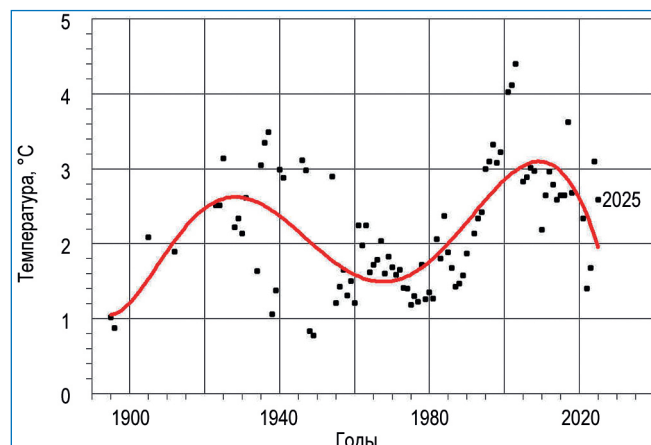


Рис. 1. Максимальная температура в слое атлантической воды (точки), измеренная в разные годы на акватории Арктического бассейна в 1894–2025 годах.

Красная линия — аппроксимация полиномом 6-й степени

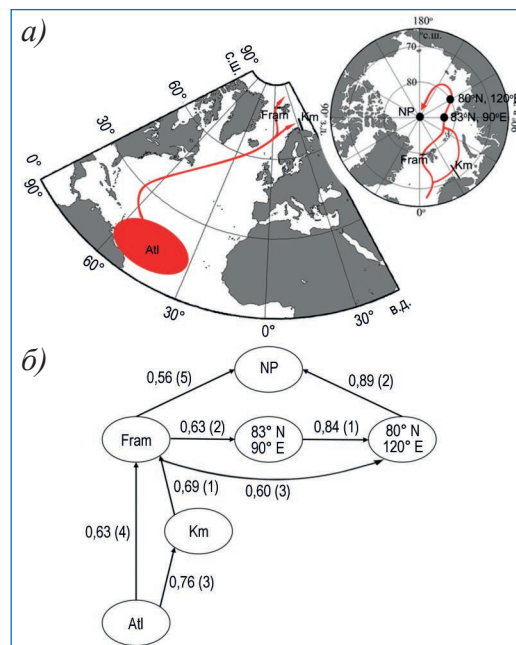


Рис. 2. Распространение потепления из тропической Северной Атлантики в Арктический бассейн СЛО: а — схема распространения сигнала потепления (Atl — область в тропической Северной Атлантике, Km — разрез по Кольскому меридиану в Баренцевом море, Fram — пролив Фрама, 83° N 90° E — район с центром 83° с. ш. 90° в. д., 80° N 120° E — район 80° с. ш. 120° в. д., NP — район Северного полюса); б — граф корреляционных связей между изменениями температуры воды в районах с учетом запаздываний (в скобках годы)

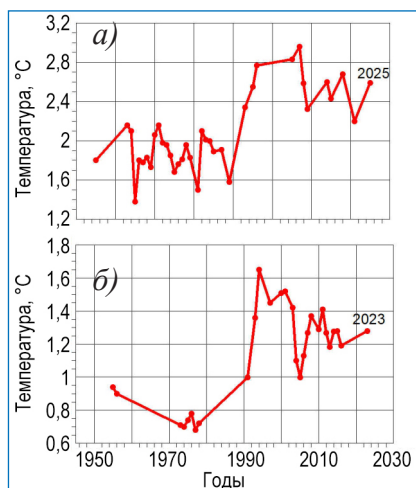


Рис. 3. Температура АВ на пути распространения в Арктическом бассейне СЛО:
а — в районе к северу от м. Арктический;
б — в районе Северного полюса

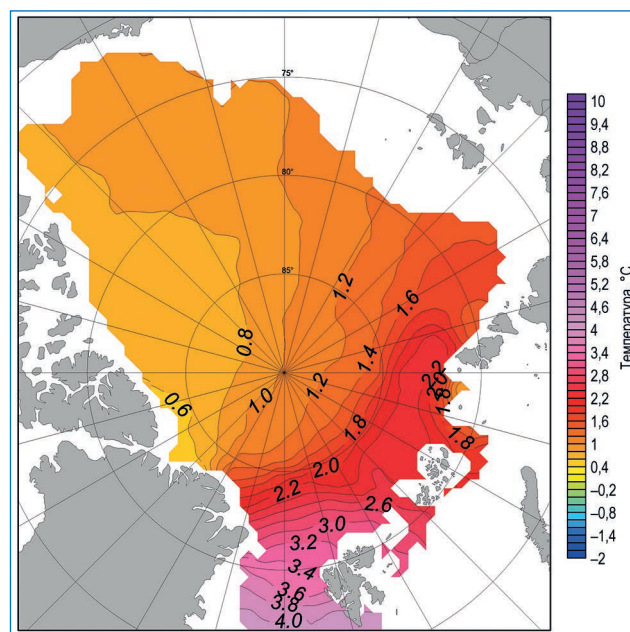


Рис. 4. Максимальная температура АВ в 2000-х годах

Начало потепления АВ видно и в рядах наблюдений в отдельных районах Арктического бассейна СЛО (рис. 3).

При анализе распределения температуры АВ в 2000-е годы можно выделить районы с наибольшими температурами на пути распространения АВ вдоль арктического шельфа (рис. 4).

60–80-летние колебания обнаруживаются и в содержании пресной воды (СПВ) в верхнем слое Арктического бассейна СЛО (рис. 5). СПВ понижается при росте температуры и растет при понижении более всего над потоком АВ. Повышение объема и температуры АВ сопровождаются усилением выноса опресненной воды и льда в Северную Атлантику, где они распространяются на поверхности, ослабляют термохалинную циркуляцию, перенос тепла на север, способствуют похолоданию в регионе. Известным событием такого рода была «Великая соленостная аномалия» 1968–1982 годов в Северной Атлантике, которой предшествовало накопление пресной воды в Арктическом бассейне в 1960-е годы после потепления в слое АВ в 1940–1950-х годах и последующего похолодания.

В обмене водными массами между Северной Атлантикой и Арктическим бассейном начальным звеном предполагается рост притока АВ при усилении Атлан-

тической меридиональной опрокидывающейся циркуляции (АМОС). В этом случае изменения характеристик притока АВ в Арктическом бассейне, прежде всего максимальной температуры, могут быть показателем состояния АМОС. На это впервые обратили внимание Г.В. Алексеев, И.Е. Фролов, В.Т. Соколов (2006).

Атлантическая меридиональная опрокидывающаяся циркуляция тесно связана с Атлантической межкадковой осцилляцией (АМО), которая считается «температурным отпечатком» АМОС на поверхности океана. Изменения индекса АМО восстановлены с 1854 года и, помимо основного 60–80-летнего колебания, содержат колебания меньших периодов (рис. 6). В сумме тренд и периодические колебания отражают 74 % изменчивости годовых значений АМО.

АМО влияет на колебания климата в Северной Атлантике и за ее пределами, в том числе в Арктике (рис. 7).

АМО может служить предиктором климатических изменений. При этом важно понимать природу АМО, поскольку при известных постоянном и регулярных воздействиях, ответственных за тренд и периодические составляющие, предсказуемость АМО как предиктора может

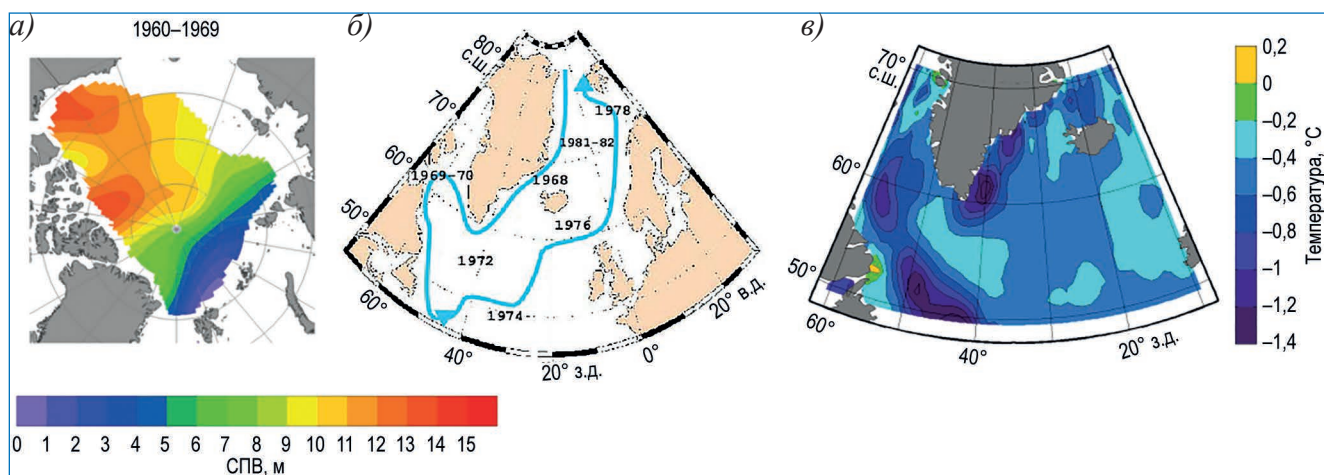


Рис. 5. Содержание пресной воды в верхнем слое Арктического бассейна СЛО: а, б — распространение опреснения верхнего слоя Северной Атлантики в 1968–1982 годы; в — аномалии температуры воздуха в Северной Атлантике в 1970-е годы

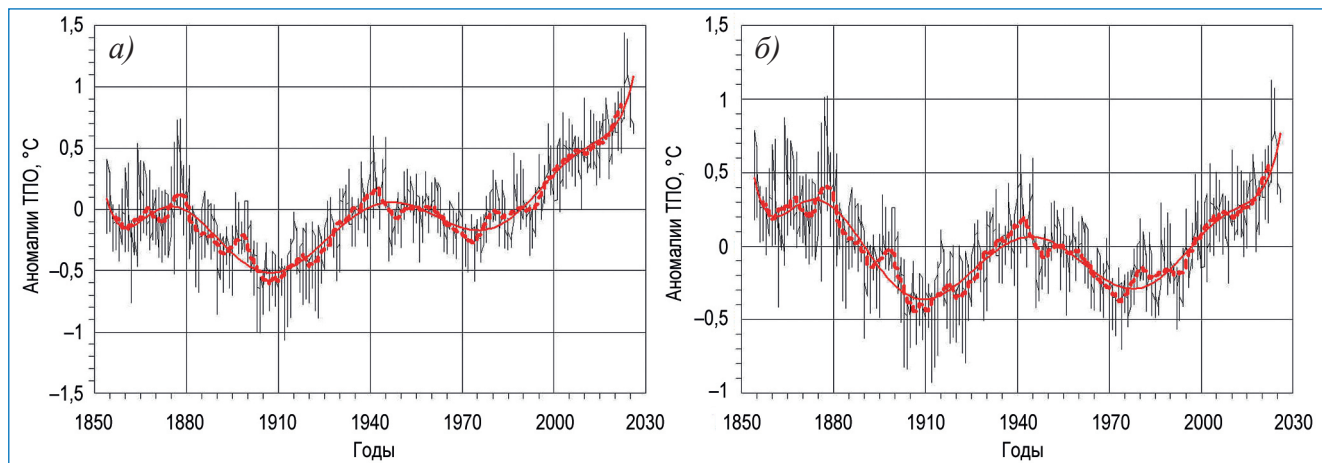


Рис. 6. Среднемесячные значения индекса АМО по данным ersst.v5.amo_1854-2026 (ТПО — температура поверхности океана): а — исходные данные; б — с исключенным трендом.
Пунктир — сглаженные скользящим осреднением по 7 лет, сплошная кривая — аппроксимация полиномом 5-й степени

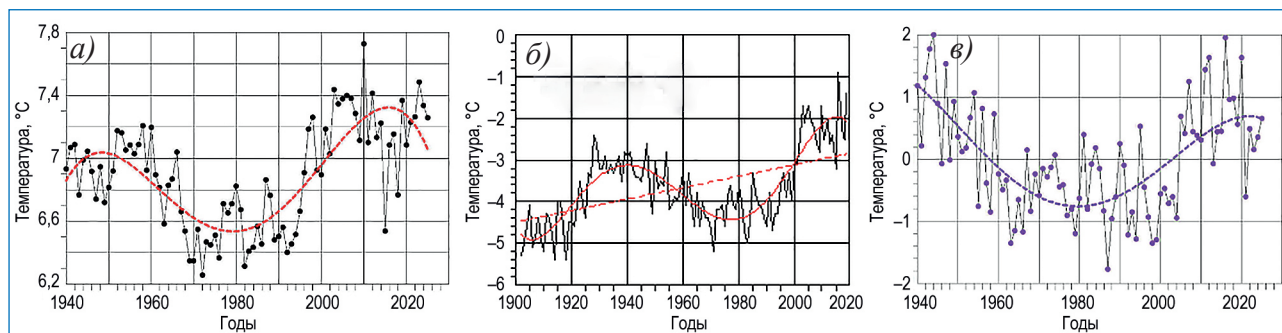


Рис. 7. Изменения среднегодовой температуры воздуха над Северной Атлантикой (а), Северным Ледовитым океаном (б) и Арктическим бассейном (в).
На б: черная кривая — полином 7-й степени, красная кривая — полином 5-й степени, пунктир — тренд

обеспечить прогноз климатических изменений на долгий срок. Обнадешивающим может быть вклад изменений температуры поверхности океана в тропической области Северной Атлантики в изменчивость АМО. В свою очередь, эти изменения конгруэнтны росту инсоляции низких широт и регулярным составляющим в светимости Солнца (TSI). Исследования в этом направлении в настоящее время проводятся в ААНИИ.

В заключении доклада отмечено, что изменения климата в Северной Атлантике и Арктическом бассейне согласованы при ведущей роли Северной Атлантики и Ат-

лантического междесятилетнего колебания, при этом аномалии выноса пресной воды и морского льда из Арктического бассейна в ответ на воздействия из Северной Атлантики усиливают отрицательную фазу АМО и похолодание в обоих бассейнах. Океанографические наблюдения за состоянием слоя АВ в Арктическом бассейне отражают изменения Атлантической меридиональной опрокидывающейся циркуляции, а максимальная температура АВ может служить индикатором ее состояния.

Г.В. Алексеев (ААНИИ)

ОЦЕНКА ИСПАРЕНИЯ В ЗАПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ РОССИИ ПО ВОДНОИСПАРИТЕЛЬНОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА

Изучение компонентов водного баланса в Арктике является критически важным для понимания текущих климатических изменений, однако процессы испарения с водной поверхности в высоких широтах остаются наименее изученными. Несмотря на общеизвестный тренд потепления климата, наблюдается феномен «парадокса испарения», заключающийся в снижении этого показателя на фоне роста температур, что требует верификации на региональных данных. Настоящее исследование посвящено анализу многолетней динамики испарения на водноиспарительных площадках заполярной области России.

Использованы архивные данные всех функционирующих станций, где измерения проводились с при-

менением водного испарителя ГГИ-3000. К перечню водноиспарительных площадок относятся: Туманная, Умба, Зареченск, Каневка, Апатиты (Мурманская область), Салехард (Ямало-Ненецкий автономный округ, р. Обь), Туруханск (Красноярский край, р. Енисей), Жиганск, Верхоянск, Среднеколымск (Республика Саха (Якутия), р. Лена, Яна, Колыма), Омолон и Островное (Чукотский АО). Данные наблюдений охватывают период с 1955–1975 годов по 2021–2025 годы.

Для комплексного анализа величин испарения в работе использовались данные двух продуктов глобального реанализа и спутникового дистанционного зондирования: GLEAM (с пространственным разрешением 0,25° и временным охватом с 1980 года по настоящее время)

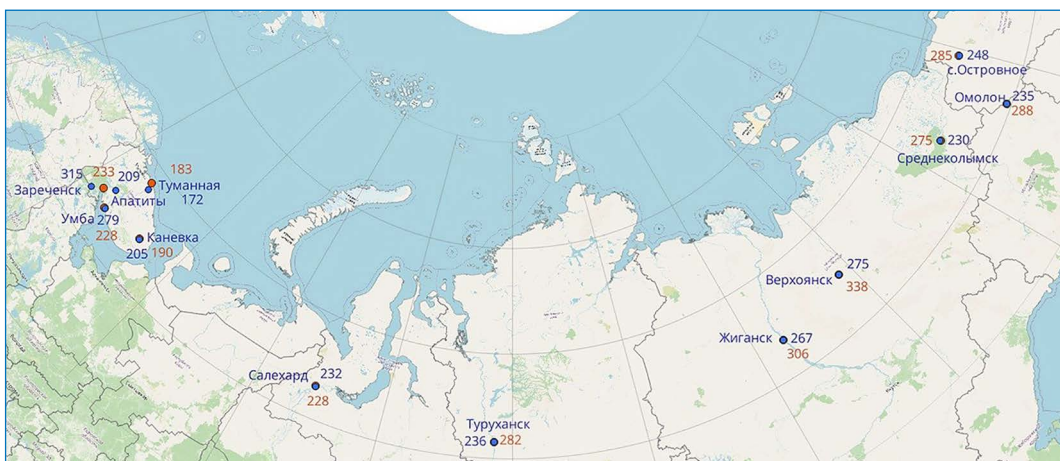


Рис. 1. Водноиспарительные площадки в заполярной области России и среднегодовы значения испарения за теплый сезон (июнь–сентябрь): синим — наблюдаемые по данным водноиспарительных площадок, красным — расчетные по методу Н.Н. Иванова

и ERA5-Land (с высоким пространственным разрешением 0,1° и временным охватом с 1950 года).

Для получения величин испарения с водной поверхности за теплый период была использована эмпирическая формула Н.Н. Иванова, связывающая испарение с открытой водной поверхности (за месяц в миллиметрах

слоя воды) со средней месячной температурой воздуха и относительной влажностью воздуха:

$$E_0 = 0,0018 \cdot (25 + T)^2 \cdot (100 - f),$$

где E_0 — испарение с открытой водной поверхности, мм; T — средняя месячная температура воздуха, °C; f — средняя месячная относительная влажность воздуха, %.

Трендовый анализ выявил статистически значимое снижение испарения в регионе в целом — в среднем на 0,38 мм в год. При этом по отдельным площадкам значимый тренд зафиксирован только на Каневке. Разделение на периоды до и после 1992 года показало смену

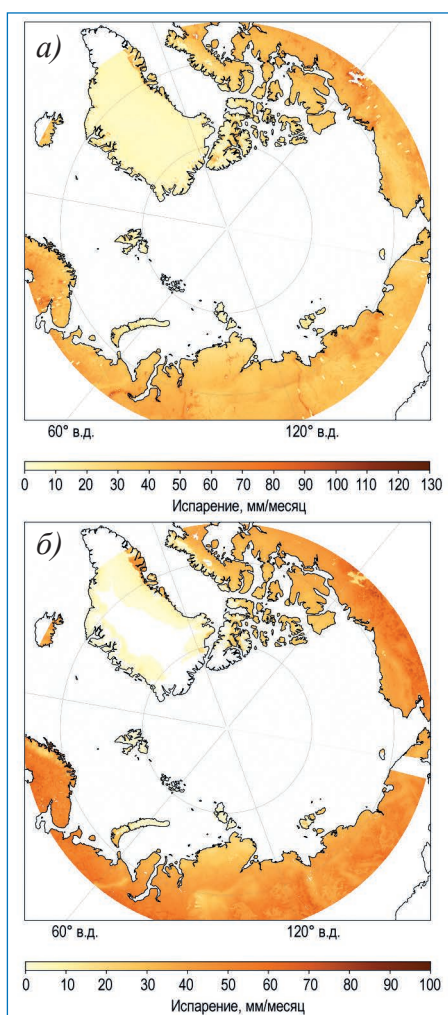


Рис. 2. Пространственное распределение испарения (мм/месяц) по данным GLEAM (а) и ERA5-Land (б), май 1984 года (> 65° с. ш.)

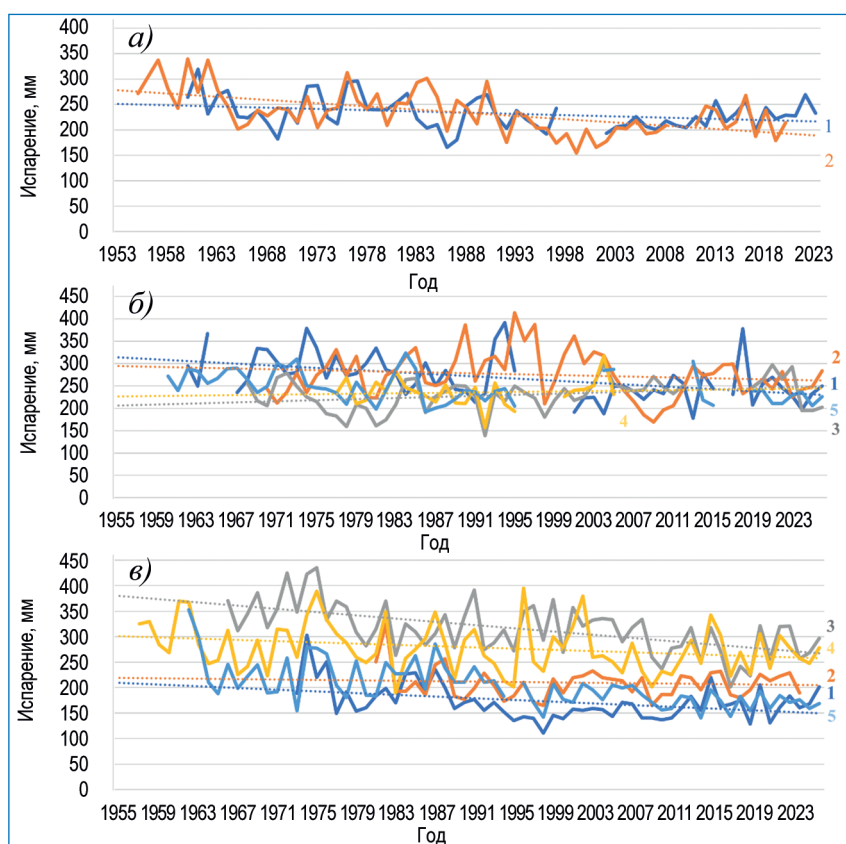


Рис. 3. Суммарное испарение за теплый период: а — Западная и Восточная Сибирь (1 — Салехард, 2 — Туруханск); б — Дальний Восток (1 — Жиганск, 2 — Верхоянск, 3 — Среднеколымск, 4 — Оймякон, 5 — Островное); в — север Европейской части России (1 — Туманная, 2 — Апатиты, 3 — Зареченск, 4 — Умба, 5 — Каневка)

Таблица

**Значения коэффициентов корреляции,
вычисленные разными методами определения испарения**

Станция	Метод		
	Н.Н. Иванова	ERA5	GLEAM
Туманная	0,54	0,84	0,25
Апатиты	0,89	0,82	0,91
Зареченск	0,92	0,86	0,94
Умба	0,91	0,77	–
Каневка	0,86	0,81	0,80
Салехард	0,83	0,87	0,94
Туруханск	0,84	0,57	0,90
Жиганск	0,84	0,70	0,80
Верхоянск	0,91	0,63	0,70
Среднеколымск	0,93	0,89	0,39
Омолон	0,89	0,87	0,89
Островное	0,92	0,84	0,81

режима: в раннем периоде отрицательные тренды были сильными и согласованными, а после 1993 года тренды стали слабыми и разнонаправленными, ни один из них не значим. Тем не менее за весь период в целом отрицательный тренд остается значимым, что указывает на долговременное снижение испарения в российском Заполярье.

Метод Н.Н. Иванова характеризуется исключительно высокой и стабильной корреляцией с наблюдаемыми значениями на всех без исключения площадках. Коэффициенты корреляции для этого метода варьируются в узком диапазоне от 0,83 до 0,93, причем большинство значений превышает 0,88. Даже минимальный показатель (0,83 на площадке в Салехарде) остается на очень высоком уровне, что говорит о надежности метода в лю-

бых условиях. На таких площадках, как Среднеколымск и Островное, корреляция достигает 0,92–0,93.

Метод ERA5 показывает менее стабильные результаты. При достаточно высоких значениях на ряде площадок (например, в Среднеколымске (0,89) и Омолоне (0,87)) он дает неудовлетворительные результаты в Туруханске (0,57) и Верхоянске (0,63). Это указывает на то, что метод чувствителен к местным условиям и не всегда обеспечивает приемлемую точность, особенно в континентальных или экстремальных климатических зонах.

Метод GLEAM показал более низкую эффективность. На ряде станций метод показывает высокую корреляцию (например, 0,94 в Зареченске и Салехарде, 0,91 в Апатитах), но на площадке Туманная корреляция падает до 0,248, оценка испарения по GLEAM оказывается существенно заниженной из-за того, что в расчетный пиксель продукта GLEAM с разрешением 0,25° попадает часть акватории моря. Аналогично низкий показатель (0,385) зафиксирован на Среднеколымске. Применение продукта GLEAM требует предварительной верификации на конкретной территории ввиду его высокой чувствительности к ландшафтным условиям (таблица).

Полученные в ходе работ результаты позволяют рекомендовать для оценки испарения в заполярной области метод Н.Н. Иванова, так как он единственный из трех рассматриваемых методов обеспечивает одновременно высокую точность и стабильность на всем диапазоне площадок. ERA5 может рассматриваться как альтернатива при условии отсутствия требований к максимальной надежности, а GLEAM рекомендуется только в тех случаях, когда его применимость для конкретного региона подтверждена независимыми данными.

*А.Д. Журавлева, С.А. Иванова, Л.С. Курочкина
(ФГБУ «Государственный гидрологический институт»)*

ТЕНДЕНЦИИ ВАРИАЦИЙ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ В АРКТИКЕ ЗА 2003–2025 ГОДЫ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МИССИИ GRACE)

Оценка ускорения свободного падения (далее УСП) на земной поверхности зависит от геодинамических процессов, географического положения, расположения Земли, Луны и Солнца, угловой скорости вращения Земли, синоптических процессов, льдов, климата и др.

Мониторинг изменений УСП в пределах Арктики охватывает широкий спектр задач: от оценки точности глобальных моделей геопотенциала до практических аспектов проведения высокоточных морских и аэрогравиметрических съемок в экстремальных полярных условиях, связи характеристик гравитационных аномалий с погодой (Макоско А.А., Ярошевич М.И. Оценки регрессионных связей характеристик тропических циклонов и аномалий силы тяжести // Известия РАН. Серия «Физика атмосферы и океана». Т. 52. № 3. С. 267–271), льдами, климатом. Модель гравитации Земли EGM2008 (Earth Gravitational Model 2008), благодаря космическим съемкам, почти на порядок улучшила разрешение по сравнению с EGM96, но для нее полярные регионы остаются проблемными.

Можно расширить эти исследования анализом космических измерений характеристик гравитационных аномалий (ХГА) по проектам GRACE/GRACE FO (NASA и Аэрокосмический центр Германии).

Данные космических измерений, характеризующие изменения гравитационного поля Земли, представлены в свободном доступе, но преобразованы в эквивалентные изменения поверхностной массы и представлены в виде безразмерного показателя гравитации (далее БПГ), вычисляемого как отношение измеренного изменения характеристики этого поля к значению, создаваемому массой слоя воды толщиной 1 см. Поэтому распределение в той или иной зоне нашей планеты значений БПГ качественно соответствует распределению в ней УСП. Значения указанного показателя представлены в базе данных для каждого месяца из периода 2003–2025 годов для всех узлов координатной сетки Меркатора с шагом 0,25° (интерполяция в узлы регулярной сетки сферическими функциями).

Анализ данных измерений показал, что ХГА, которые выявлены по космическим измерениям в северной полярной шапке до примерно 83 градуса широты, свойственна значимая межгодовая изменчивость. При этом их внутригодовая изменчивость существенной не является.

При выборе методики исследования как характеристика тенденции изменений БПГ над некоторым пунктом земной поверхности рассматривалось значение углового

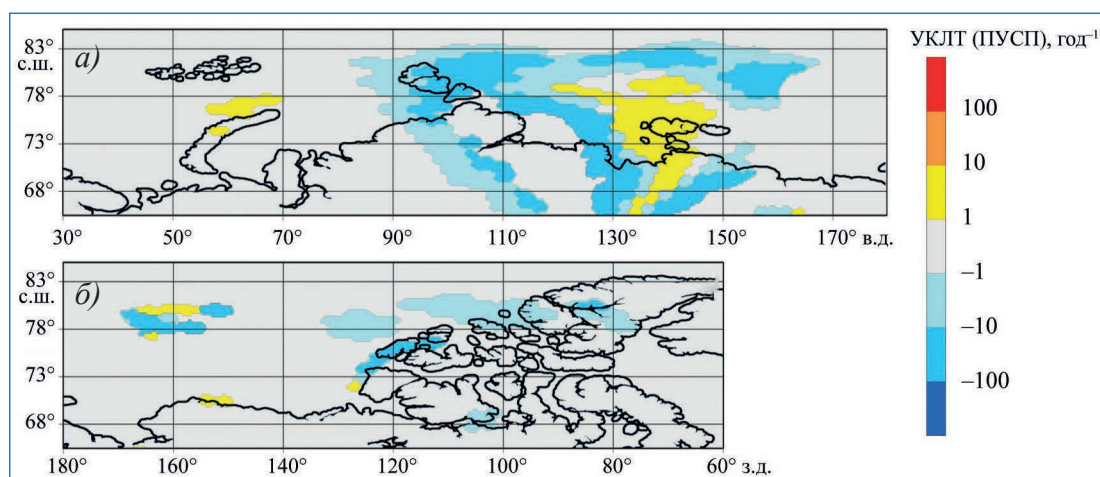


Рис. 1. Распределение значений углового коэффициента линейного тренда (УКЛТ) БПГ, соответствующих Арктическим зонам: а — России; б — Канады и США

коэффициента линейного тренда соответствующего временного ряда (УКЛТ).

Решение о том, что вычисленное значение упомянутого коэффициента (X) является значимым, принималось, если достоверность такого статистического вывода составляла не менее 0,95. Принималось допущение о том, что закон распределения аномалии является нормальным. Поэтому указанное решение принималось, если значение X по модулю превосходило 0,072 СКО, где СКО — среднеквадратическое отклонение X .

Указанная методика позволяет определить участки Арктики, где скорости межгодовых изменений УСП являются значимыми. Вместе с тем длина изучаемых временных рядов значений БПГ невелика. Поэтому корректно подтвердить справедливость принятых допущений с применением критерия Пирсона или иных критериев согласия не представляется возможным. Следовательно, выводы могут носить лишь качественный характер.

С применением изложенной методики рассматриваемые характеристики тенденции изменения БПГ определены к северу от параллели 65° с. ш. (Гринвичский меридиан принят за нулевой). Установлено, что вычисленные характеристики являются значимыми лишь над некоторыми участками Арктической зоны России, США и Канады. Положение выявленных участков представлено на рис. 1.

Из рис. 1а следует, что в Арктической зоне России существуют области, в которых значимые тенденции изменений БПГ (а значит, и УСП) имели противоположные знаки. Области, где БПГ значимо возрастали за 2003–2025 годы, обнаружены над акваторией Баренцева моря (у побережья Северного острова архипелага Новая Земля) и над восточной частью акватории моря Лаптевых (включая проливы Санникова и Дмитрия Лаптева). Области, где за тот же период БПГ (а также УСП) значимо уменьшались, выявлены над территориями Якутии и Красноярского края.

Они обнаружены также над акваториями восточной части Карского моря, западной и центральной части моря Лаптевых, а также над районами Арктического бассейна Северного Ледовитого океана, расположенными к северу от архипелага Анжу. Наибольшая средняя скорость снижения БПГ зафиксирована над участком акватории моря Лаптевых с координатами 73,25° с. ш. 125,5° в. д.

Аналогичные тенденции обнаружены над территориями островов архипелага Северная Земля, а также над многими участками полуострова Таймыр и плато Путо-

рана (Красноярский край), дельты реки Лены, Северо-Якутской низменности и Верхоянского хребта (Якутия).

На рис. 1б видно, что над акваторией восточной части Чукотского моря (Арктическая зона США), моря Бофорта, а также над проливами между островами северной части Канадского Арктического архипелага (Арктическая зона Канады) величины УСП за 2003–2025 годы значимо снижались со скоростями, близкими к их значениям, характерным для области над морем Лаптевых.

Наибольшее значение УКЛТ БПГ в Западном полушарии находится над участком акватории Арктической зоны США, расположенным на границе Чукотского моря и моря Бофорта с координатами 78,25° с. ш. 155,5° з. д. Такие же тенденции зафиксированы над многими островами Канадского Арктического архипелага (относящимися к Арктической зоне Канады).

Таким образом, по результатам измерений миссий GRACE/GRACE FO выявлены участки Арктических зон России, а также США и Канады, на которых за 2003–2025 годы в межгодовых изменениях БПГ выявлены значимые тренды. В среднем в указанных регионах преобладают значимые тенденции к снижению этих показателей, а потому и к снижению УСП.

Последнее указывает на протекание в недрах Земли под морем Лаптевых, а также северными районами Якутии и Красноярского края геологических процессов, обуславливающих рекордно быстрое снижение УСП. Одним из таких процессов в указанных районах со значимым уменьшением эквивалентной поверхностной массы может быть накопление в их недрах значительных объемов газа, изменение ледовой обстановки, смещение Северного магнитного полюса (Тертышников А.В. Оценки положения северного магнитного полюса по измерениям с научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов» 26.10.2021–09.11.2021 г. // Гелиогеофизические исследования. 2021. Вып. 31. С. 58–61.; Тертышников А.В. Оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 г. по данным с научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» // Гелиогеофизические исследования. 2022. Вып. 34. С. 49–51; Тертышников А.В. Оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 году // Геодезия и картография. 2024. Т. 85. № 7. С. 59–64). Возможны и иные объяснения, вследствие чего характер упомянутого процесса нуждается в дополнительном изучении.

*А.В. Тертышников (Институт прикладной геофизики),
А.В. Холопцев
(Сибирская пожарно-спасательная академия)*

ИТОГИ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ СКЛОНЕНИЙ В ВЫСОКОШИРОТНЫХ МОРСКИХ ЭКСПЕДИЦИЯХ 2020–2021 ГОДОВ

В 2020–2021 годах было организовано несколько российских экспериментов по отработке технологии диагностики магнитных склонений штатным навигационным оборудованием кораблей, использования полученных измерений для оценки положения магнитных полюсов Земли в моделях магнитного поля Земли.

В модели главного магнитного поля Земли используется модель магнитного диполя в центре Земли. Ось гипотетического диполя наклонена к оси вращения Земли и пересекает поверхность Земли в двух противоположных точках, называемых геомагнитными полюсами. Их проекция на земную/морскую поверхность не совпадает с положением магнитных полюсов, где магнитное поле у поверхности Земли квазивертикально. Но именно магнитные полюса представляют интерес для навигации.

Определение положения магнитных полюсов осложнено их труднодоступностью для прямых измерений. Практические возможности удаленного определения положения магнитных полюсов Земли реализованы по многолетним наблюдениям магнитных обсерваторий, спутниковых (например, КА CHAMP и Swarm и др.) измерений магнитного поля Земли. Точность расчетов определяется качеством координатной привязки измерений, космической погодой и составляет 5–10 %. При этом расчеты положения полюсов по данным высокоточных наблюдений сети магнитных обсерваторий системы INTERMAGNET и спутниковых измерений проводятся раз в 20–30 лет. И каждые пять лет проводится корректировка моделей магнитного поля Земли¹.

Справочные координаты Северного магнитного полюса есть в Международной геомагнитной опорной модели IGRF (International Geomagnetic Reference Field), модели World Magnetic Model, коммерческой Британской глобальной геомагнитной модели BGGM (British Global Geomagnetic Model) Британской геологической службы. Модель IGRF используется при калибровке магнитных компасов судов.

Схема экспериментов

Для оценки положения магнитных полюсов использована верификация модели IGRF путем оценки минимальной невязки с измеренными магнитными склонениями на квазизамкнутом маршруте судна²:

$$\oint_{t=0,T} (\varphi_{\text{изм}}(t) - \varphi_{\text{модель}}^{\text{год}}) dt \rightarrow 0, \quad (1)$$

где φ — магнитное склонение по измерениям и по модели; t — время; T — продолжительность эксперимента по времени по квазизамкнутому маршруту движения судна.

Выбор протяженного квазизамкнутого маршрута обусловлен попыткой нивелировать эффекты магнитной девиации судна, с которого производятся измерения магнитного курса и координат.

Для минимальной средней невязки по квазизамкнутому маршруту определяется используемый в (1)

момент времени в модели магнитного поля Земли. Это простейшая обратная задача для гладких функций.

В районах магнитных аномалий ошибка склонения у поверхности Земли может превышать 7–10°. С учетом опыта измерений магнитных склонений в Южном океане для выбраковки аномальных невязок использовалось условие³: $|\varphi_{\text{изм}}(t) - \varphi_{\text{модель}}^{\text{год}}| \leq 5^\circ$, что снижает потенциальные ошибки измерений от влияния береговых эффектов на магнитное поле Земли, потенциальных помех от работы судового оборудования, магнитных аномалий, суточных вариаций магнитного поля, магнитных бурь, ошибок оператора и гирокомпаса.

Техническую составляющую экспериментов обеспечивали: навигационный приемник сигналов Глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), гирокомпас (ориентирован на географический полюс), магнитный компас. Они входят в штатное судовое оборудование. Точность показаний гирокомпаса и магнитного компаса составляет до 10 % от единицы деления шкалы, что достаточно для экспериментов и превышает точность картированных изогон (линий равных магнитных склонений — разницы между направлением стрелки компаса и направлением на истинный север вдоль оси вращения Земли) по модели IGRF. Измерения в экспериментах проводили через каждый час.

Разница показаний магнитного компаса и гирокомпаса в точке измерений соответствует магнитному псевдосклонению, так как надо учитывать намагниченность судна — магнитную девиацию. Влияние аномального магнитного поля на фоне основного магнитного поля мало. Если протяженность квазизамкнутого маршрута существенно превышает размеры магнитных аномалий, то их влияние войдет в систематическую ошибку измерений. Средняя невязка измеренных магнитных склонений с картированными магнитными склонениями по модели главного магнитного поля Земли на середину времени квазизамкнутого протяженного маршрута будет характеризовать отклонение магнитного полюса от его модельного положения. Предложенная схема измерений позволяет проводить эксперименты по определению магнитного полюса на значительном удалении от него.

Измерения магнитных склонений в Южном океане

В новейшей истории для поиска Южного магнитного полюса (ЮМП) Земли в России с 1958 года каждые 20–25 лет предпринимались морские экспедиции. Заканчивались они безрезультатно хотя бы потому, что внутрисуточные вариации положения ЮМП достигают ± 30 км⁴.

Первый успешный эксперимент по оценке положения ЮМП был проведен в первой декаде апреля 2020 года на гидрографическом судне «Маршал Геловани».

Маршрут измерений 06.04.2020–09.04.2020 представлен на рис. 1 в прямоугольной проекции координат на фоне веера изогон по модели IGRF12 на 01.01.2020 в спокойных геомагнитных условиях. Синий цвет изогон указывает на отклонение модельного магнитного

¹ Тертышников А.В. Способ определения положения магнитного полюса Земли. Патент на изобретение по Заявке 2020134228/28(062757) от 19.10.2020.

² Тертышников А.В. Оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 году // Геодезия и картография. 2024. № 7. С. 59–64.

³ Тарасов Л.В. Земной магнетизм. Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012. 184 с.

⁴ См.: Там же.

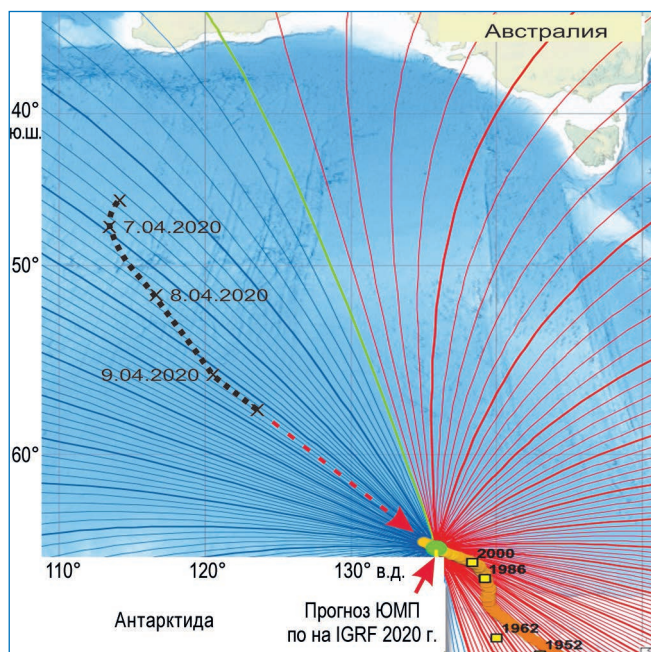


Рис. 1. Маршрут эксперимента на картах с изогнами по IGRF12

склонения на север, красный — на юг, зеленая линия — граница между ними. Красная стрелка в продолжение маршрута измерений ориентирована на предполагаемое положение ЮМП. Желтые квадраты соответствуют рассчитанному положению ЮМП по данным высокоточных измерений магнитных обсерваторий на указанный рядом с ними год. Оранжевая кривая — результаты моделирования смещения ЮМП по модели IGRF12.

При расшифровке измерений проявилась тенденция увеличения невязки между положениями ЮМП в 2000 году и в 2020 году, что обусловлено завышением скорости смещения модельного положения ЮМП на 2020 год. На фоне небольших скоростей смещения можно ограничиться этим выводом, так как суточные изменения положения ЮМП варьируют в интервале до ± 5 лет. В 2020 году был зафиксирован геомагнитный джerk — резкое скачкообразное изменение в скорости дрейфа магнитного поля на поверхности Земли⁵.

Прецедент инструментального определения положения ЮМП и его приоритет зафиксирован: «...«Маршал Геловани» стал первым судном Тихоокеанского флота, которое достигло района Южного магнитного полюса. По некоторым данным, он смещается на несколько километров в год, и вот его истинные координаты впервые за три десятка лет были подтверждены...»⁶.

Измерения магнитных склонений в Северном Ледовитом океане в 2021 году

Последние измерения положения СМП выполнялись по данным наземных магнитных обсерваторий в 2007 году.

⁵ Тертышников А.В. Оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 году // Геодезия и картография. 2024. № 7. С. 59–64.

⁶ Гидрографическое судно «Маршал Геловани» вернулось во Владивосток: [Электронный ресурс]. URL: https://www.1tv.ru/news/2020-06-15/387672-gidrograficheskoe_sudno_marshal_gelovani_vernulos_vo_vladivostok

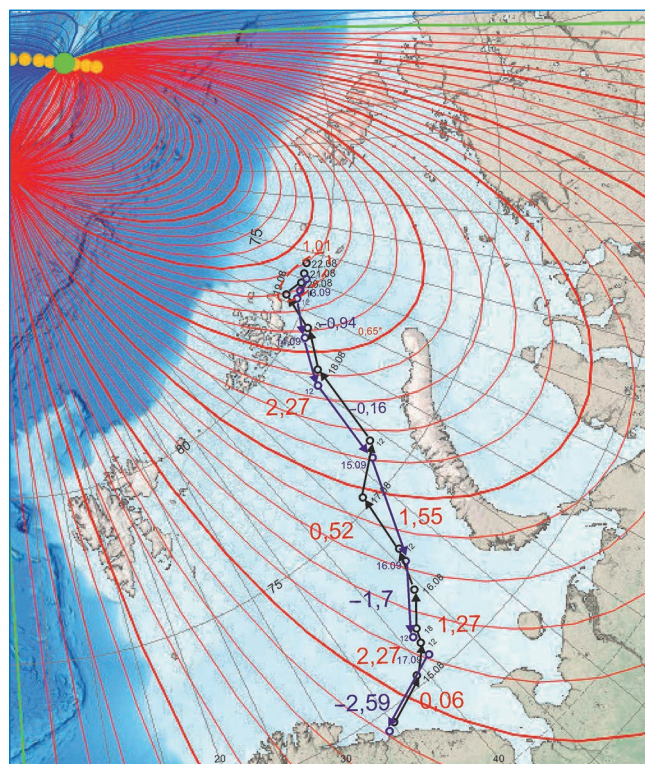


Рис. 2. Среднесуточные невязки магнитных склонений по маршруту эксперимента

Эксперименты по определению СМП проводились в 2021 году на НИС «Профессор Молчанов», на НЭС «Михаил Сомов», на гидрографическом судне «Горизонт»⁷. Лучшее качество измерений магнитных склонений в навигацию 2021 года было достигнуто на гидрографическом судне «Горизонт» по маршруту 14.08–17.09.2021 до Земли Франца-Иосифа и обратно (рис. 2) по периферии аномалий магнитного поля. Маршрут представлен на фоне рассчитанных по модели IGRF13 изогон на 01.01.2022. Модельное ежегодное положение магнитного полюса показано желтыми и зеленой (на 01.01.2022) точками (рис. 2). Отрезки зеленых линий — это положение нулевых изогон. На маршрутах показана временная привязка судна, в том числе внутрисуточные отметки времени.

Стрелки показывают направление движения корабля. Знак невязок от модельных склонений по IGRF13 представлен синими цифрами (отрицательные невязки) и красными (положительные) значениями справа от маршрута к Земле Франца-Иосифа и слева на обратном участке маршрута в градусах.

За время измерений только 15.08.2021 и 13.09.2021 К-индекс был 2. В конце экспедиции 17 сентября 2021 года был зафиксирован К-индекс = 3++, что соответствует слабой магнитной буре.

Минимальная невязка измерений с модельными данными позволяет использовать оценку положения Северного магнитного полюса в 2021 году по модели IGRF13: 86,400° с. ш. 156,786° в. д. (в 2022 году — 86,275° с. ш. 151,272° в. д.). СМП со скоростью 60–80 км в год смещается в сторону Таймыра.

Эта оценка подтвердилась в экспериментах на НЭС «Михаил Сомов» и на НИС «Профессор Молчанов». Са-

⁷ Тертышников А.В. Оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 году // Геодезия и картография. 2024. № 7. С. 59–64.

мый короткий маршрут измерений был на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов» 26 октября — 9 ноября 2021 года от Двинской губы до Новой Земли и обратно. Маршрут научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» 10–30 июня 2021 года прошел через положительную аномалию магнитного поля при подходе к Новой Земле.

В экспериментах 2020 и 2021 годов подтвердилось небольшое влияние магнитных бурь на измерения магнитных склонений на фоне невязок при пересечении аномалий магнитного поля Земли. При сравнении невязок учитывались габариты судов: дизель-электроход «Михаил Сомов» по габаритам почти вдвое больше дизельного НИС «Профессор Молчанов». Электродвигатели НЭС «Михаил Сомов» вносили дополнительные ошибки в показания магнитных компасов, особенно при дрейфе. Поэтому при дрейфе измерения не проводились. Были получены оценки магнитной девиации судов.

В невязках проявился и береговой эффект у юго-западной оконечности Новой Земли и в конце маршрутов при подходе к материку.

Точность расчетов магнитного поля над территорией Российской Федерации на высотах полетов спутников оценивается в $0,5^\circ$, что соответствует величине модельного смещения изогон с 2021 до 2022 года.

Таким образом, зафиксирован исторический прецедент и приоритет российских гидрографов и военных гидрометеорологов в определении положения магнитных полюсов⁸. В 2021 году проверенные модельные координаты СМП Земли: $86,400^\circ$ с. ш. $156,786^\circ$ в. д.; в 2022 году — $86,275^\circ$ с. ш. $151,272^\circ$ в. д.⁹ Есть основания предполагать, что ЮМП тормозится в своем смещении.

А.В. Тертышников
(Институт прикладной геофизики)

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА МЕГАЗООБЕНТОСА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Полярный филиал ВНИРО совместно с норвежским Институтом морских исследований в течение 20 лет проводит мониторинг мегазообентоса Баренцева моря. Проект, начавшийся как второстепенное исследование при траловой съемке донных рыб, постепенно перерос в масштабное направление, имеющее самостоятельную ценность. Отличительной особенностью данного мониторинга является получение данных о состоянии крупноразмерной фракции зообентоса буквально в режиме реального времени, без длительной камеральной обработки на берегу, что характерно для дночерпательной съемки. Кроме того, животные с многолетней продолжительностью жизни являются хорошими индикаторами климатических изменений, слабо реагирующими на сезонные процессы.

В работе использованы данные 3522 траловых уловов мегазообентоса, полученных в Баренцевом море в 2006–2025 годах. Для исследования был выбран район между 69° и 78° с. ш. и 20° и 50° в. д. Выбор данного

района был сделан по причине наиболее равномерного (в пространственно-временном аспекте) обеспечения данными. В качестве орудия лова применяли донный трал Campelen-1800 с раскрытием по горизонтали 15 м и с мелкоячеистой вставкой с размером ячеи 22 мм. Обычно траления выполнялись по 15 мин со скоростью около 3 узлов. Основным анализируемым параметром являлась общая биомасса зообентоса, пересчитанная на морскую милю. Из расчетов были исключены креветки семейства Pandalidae и крабы-вселенцы (камчатский и опилю). Также из анализа были исключены годы, когда съемки или не проводились на части акватории, или проводились с нарушением методики. Достоверность изменения биомассы во времени оценивалась однофакторным дисперсионным анализом, где грациями фактора являются годы.

Сохранение повышенного теплосодержания вод Баренцева моря в течение последних нескольких десятков лет оказало большое влияние на донную фауну Баренцева моря, что хорошо заметно по изменениям в мегазообен-

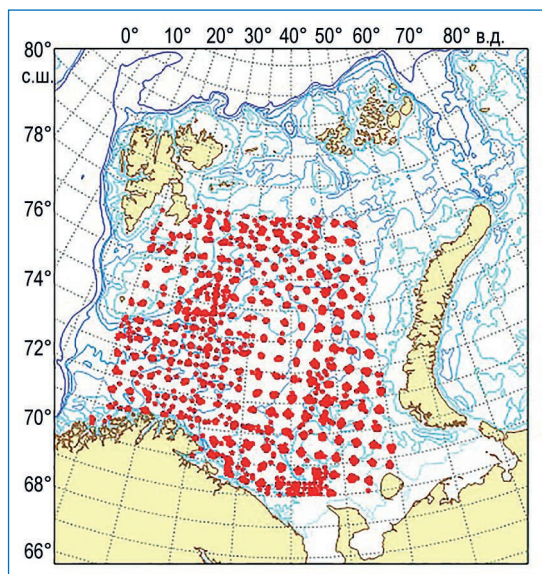
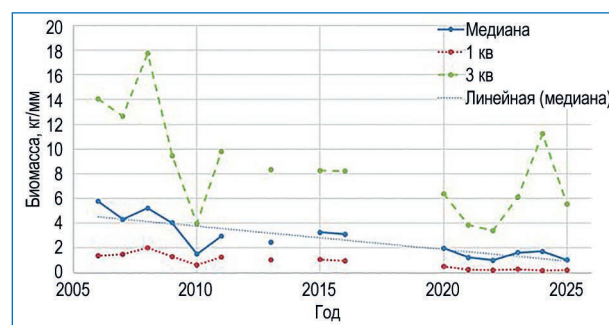


Схема расположения траловых станций в Баренцевом море в 2006–2025 годах



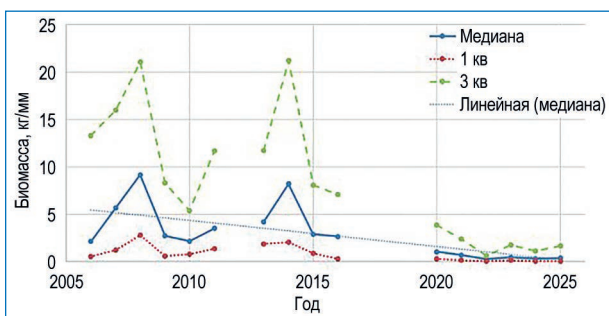
Динамика биомассы мегазообентоса на исследуемой акватории

⁸ Долгошева А. Российские ученые зафиксировали смещение Северного магнитного полюса в российский сектор Арктики // Санкт-Петербургские ведомости. 2025. 9 сент. № 166 (7988).

⁹ Тертышников А.В. Оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 году // Геодезия и картография. 2024. № 7. С. 59–64.



Динамика биомассы мегазобентоса в западной (западнее 35° в. д.) части исследуемой акватории

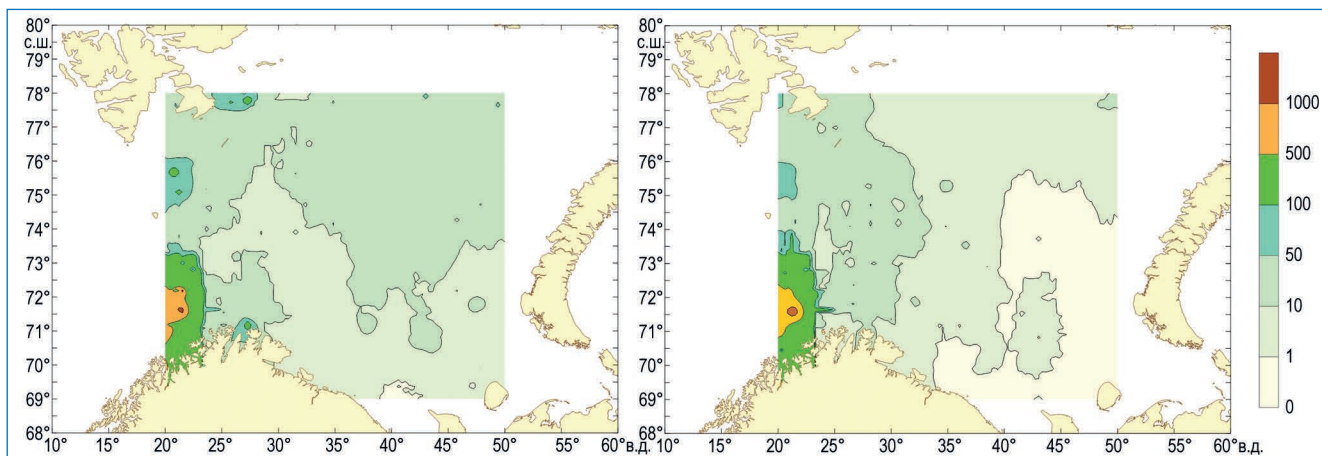


Динамика биомассы мегазобентоса в восточной (восточнее 35° в. д.) части исследуемой акватории

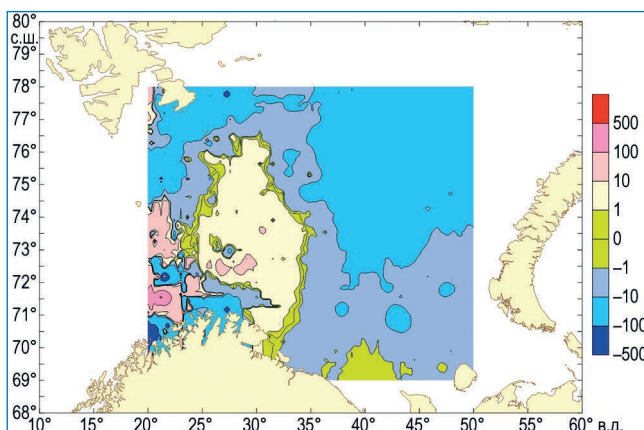
тосе. За время мониторинга снизилась общая биомасса, особенно на севере и востоке моря. Для данных по всему морю и по его западной части изменения биомассы оказались недостоверными, в то время как снижение биомассы на востоке моря статистически значимо.

Снижение биомассы бентоса на востоке и севере исследуемой акватории может быть связано с неравномерным разогревом вод Баренцева моря, о чем свидетельствует картина распределения аномально высоких температур по данным спутникового мониторинга.

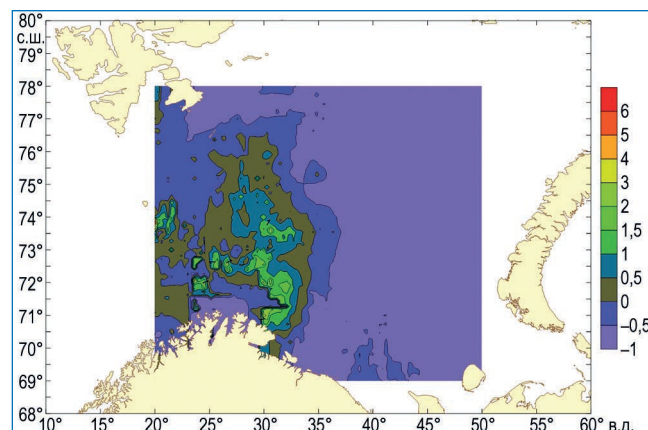
Возможной причиной снижения биомассы мегазобентоса является уменьшение поступления органики в придонный слой воды. Вероятно, в последние десятилетия изменился существовавший до начала последнего потепления процесс первичного продуцирования органического вещества. На севере и востоке Баренцева моря на дно органического вещества стало поступать меньше, а на юго-западе — больше. Также не исключено, что из-за увеличения температуры более быстрый процесс минерализации оседающего детрита снижает пищевую ценность поступающей на дно органики, что уменьшает количество энергии, доступной донным обитателям. Нельзя исключать и негативной реакции бореально-арктических видов, составляющих основу зообентоса Баренцева моря, на высокую и аномально высокую температуру придонных слоев воды. Снижение биомассы мегазобентоса зафиксировано до глубины 350 м, причем на глубинах 150–300 м оно достоверно.



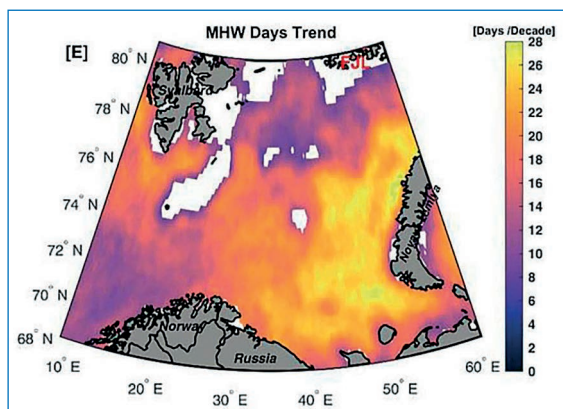
Распределение биомассы мегазобентоса в Баренцевом море, кг/морскую милю: слева — 2006–2010 годы; справа — 2021–2025 годы



Абсолютное изменение биомассы мегазобентоса в Баренцевом море с 2006–2010 по 2021–2025 годы, кг/морскую милю

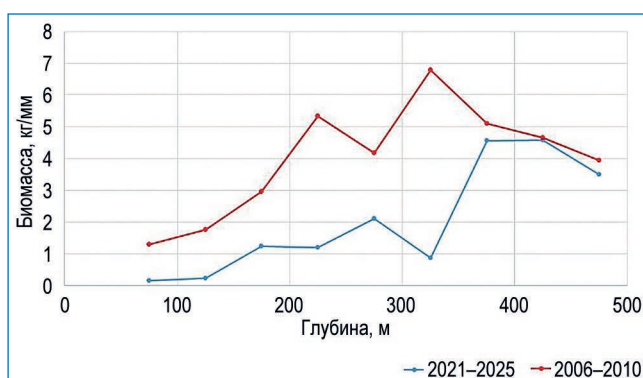


Относительное изменение биомассы мегазобентоса в Баренцевом море с 2006–2010 по 2021–2025 годы



Распределение «волн жары» по: Pecuchet L., Mohamed B., Hayward A., Alvera-Azcárate A., Dörr J., Filbee-Dexter K., Kuletz K.J., Luis K., Manizza M., Miller C.E., Staehr P.A.U., Szymkowiak M. and Wernberg T. Arctic and Subarctic marine heatwaves and their ecological impacts // Frontiers in Environmental Science. 2025. Vol. 13. № 1473890

Также достоверно уменьшился средний вес особей большинства видов. Вероятными причинами являются увеличение трат на метаболизм и снижение доступности пищи. Единственной трофической группой, в которой нет достоверного тренда на снижение среднего веса, являются грунтоеды, которые питаются отложенной за многие годы в толще грунта органикой.



Распределение биомассы мегабентоса по глубине на исследуемой акватории

Таким образом, повышенное теплосодержание вод Баренцева моря в течение нескольких десятилетий вызвало уменьшение биомассы мегазообентоса на большей части акватории и привело к изменению его структуры.

И.Е. Манушин, А.С. Кудряшова, Н.А. Стрелкова, Д.Ю. Блинова, К.С. Рольская, Н.Е. Моисеева, А.А. Ломака, В.С. Вязникова (Полярный филиал ВНИРО), Д.В. Захаров (ЗИН РАН), L.L. Jørgensen (IMR, Норвегия)

ВОСТОЧНЫЕ ВОРОТА В АРКТИКУ ОТКРЫВАЮТСЯ ШИРЕ: ПОСЛЕДСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ БИОГЕННОГО ПЕРЕНОСА В ВЫСОКИЕ ШИРОТЫ И БИОПРОДУКТИВНОСТИ ЧУКОТСКОГО МОРЯ

Массовое развитие фитопланктона в полярных морях происходит в короткий период таяния льдов, когда благодаря распреснению развивается плотностная стратификация, способная удерживать клетки фитопланктона в фотическом слое. Но запас биогенных веществ в тонком приповерхностном слое быстро истощается. Приток питательных солей извне может заметно повысить биопродуктивность, и Чукотское море получает такой приток через Берингов пролив. Объем поступающих тихооке-

анских вод многократно меньше притока из Атлантики и до последнего времени оценивался величиной около 0,8 Св, а в 2010-е годы вырос до 1,0 Св. Но они богаты биогенами, так как находятся в конце глобального «океанского конвейера» глубинных вод, в них аккумулируются продукты деградации органики со всей его тысячекилометровой «ленты», протянувшейся через Атлантический, Индийский и Тихий океаны. Благодаря адвекции тихоокеанских вод, Чукотское море летом заметно «живее»

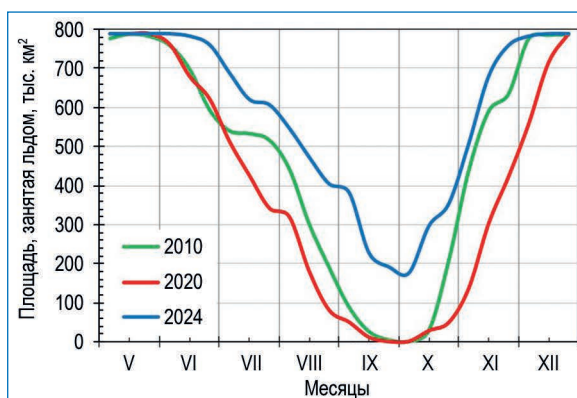
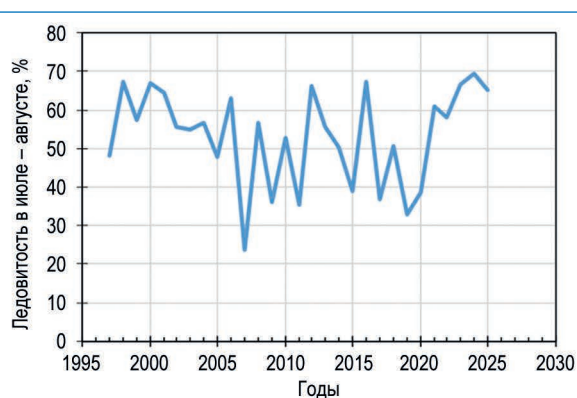


Рис. 1. Сезонный ход площади льдов в Чукотском море в 2010, 2020 и 2024 годы и межгодовые изменения средней за июль–август ледовитости моря по спутниковым данным NOAA, США (USNIC Sea Ice Index, Version 3)

других арктических районов, здесь выше биомасса зоопланктона и нектона, сюда из Берингова моря заходят на нагул косяки рыб и морские млекопитающие.

Если раньше Чукотское море летом освобождалось ото льда лишь частично и на короткое время, то в последние десятилетия в летний период года в его южной части лед полностью разрушается, за исключением отдельных лет (рис. 1). Удлинение вегетационного периода должно способствовать росту продуктивности полярной экосистемы, что реализовано в продукционных моделях. Однако ожидаемый рост продуктивности не подтверждается данными наблюдений, напротив, анализ разрозненных оценок *in situ* первичной продукции в Чукотском море дает отрицательный тренд, который по литературным данным оценивается в 0,2 гС/м²сут за десятилетие. Это противоречие демонстрирует недостаточное понимание механизмов биопродуктивности моря, тем более в условиях меняющегося климата, что определяет важность изучения транспорта и утилизации аллохтонных биогенных веществ в Чукотское море и влияния потепления климата на годовой продукционный цикл в этом районе.

Материалы и методы

Экспедициями ТИНРО в конце августа — начале сентября 2010, 2020 и 2024 годов выполнены гидрохимические съемки юго-западной части Чукотского моря, между Беринговым проливом и о. Врангеля (приблизительно 66–71° с. ш. 169–180° з. д.), куда в теплый период года вторгается один из двух основных потоков тихоокеанских вод — северо-западного направления. При прохождении Берингова пролива поток перемещивается по вертикали, что обогащает его верхний слой биогенными веществами, но далее по мере распространения, благодаря смешению с менее солеными арктическими водами, вновь стратифицируется на поверхностный и подповерхностный слои. Направление потока хорошо прослеживается в поле солёности более консервативного подповерхностного слоя как область повышенных значений (рис. 2). Помимо судовых данных о содержании кислорода и концентрации биогенных элементов, биопродуктивность косвенно оценивалась по спутниковым данным о цвете поверхности моря, полученным со сканеров MODIS, MERIS, OLCI, SeaWiFS, VIIRS и интерпретированным в терминах концентрации хлорофил-

ла *a* (Ocean Colour Climate Change Initiative, Version 6), к которым применена пространственная интерполяция по методу DINEOF.

Первичную продукцию оценивали по балансу кислорода и биогенных элементов и по концентрации хлорофилла *a*. Пресыщение воды кислородом, при котором AOU (apparent oxygen utilization — «кажущееся потребление кислорода», вычисляемое как недостача кислорода *in situ* до 100 % насыщения при данных температуре, солености и давлении) имеет отрицательные значения, — наиболее заметный признак продуцирования, однако пригодный лишь для качественных оценок.

Количественно оценить продукцию можно по балансу биогенных элементов. Их транспорт и консумпция в процессе фотосинтеза рассмотрены на примере фосфора. Баланс неорганического фосфора в море складывается под действием как «консервативных» процессов, обусловленных только переносом и смешением водных масс и не связанных с химическим преобразованием содержащих его веществ, так и биогеохимических процессов продукции и деструкции органического вещества. В консервативных процессах соли фосфора участвуют наравне с другими солями морской воды, что обеспечивает пропорциональность изменений потенциальной концентрации фосфора и общей солености. Биогеохимические процессы на общую соленость не влияют, а касаются только биогенных солей. Эта особенность позволила разделить консервативные и неконсервативные компоненты баланса фосфора, определяя неконсервативную компоненту в условном объеме воды, перемещающемся с потоком, как разность между фактическим изменением концентрации фосфора и изменением его потенциальной концентрации, пропорциональным изменению солености. Летом поток тихоокеанских вод стратифицирован, причем оба его слоя изначально обогащены биогенными веществами. Распространяясь в Чукотском море, два его слоя обмениваются растворенными солями между собой и с окружающими их местными водными массами. Для количественной оценки такого обмена использован метод TS-анализа: при условии пренебрежимо малого внешнего воздействия на температуру и соленость изменения этих параметров в результате водообмена пропорциональны изменению относительных объемов вовлеченных в смешение водных масс, а следовательно, и изменениям потен-

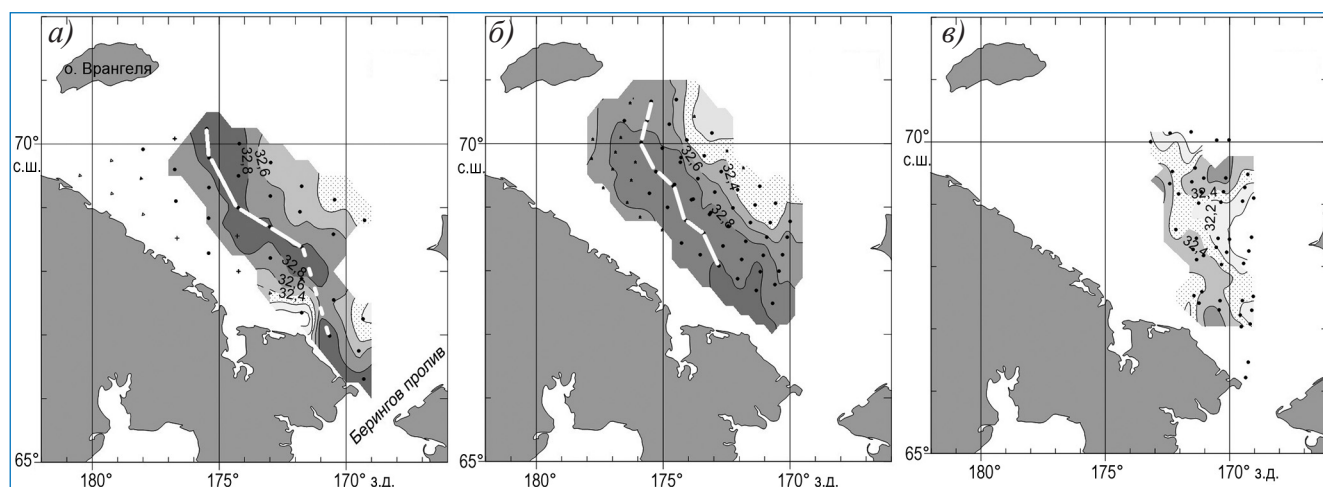


Рис. 2. Солёность в подповерхностном слое Чукотского моря по данным съемок ТИНРО летом 2010 (а), 2020 (б) и 2024 (в) годов.

Поток тихоокеанских вод прослеживается на северо-запад от Берингова пролива по повышенной солёности.

Белые линии — разрезы вдоль стрежня потока (в 2024 году стержень потока находился в основном западнее обследованного района)

циальной концентрации фосфора. Процесс водообмена рассмотрен последовательно для малых участков траектории потока — интервалов между станциями на разрезах вдоль его стрежня, с использованием обычно для TS-анализа графического метода «треугольника смещения» (разумеется, для точности все «графические» измерения выполнены с помощью матанализа). Если фактическое изменение концентрации фосфора между станциями отличалось от ожидаемого по «треугольнику смещения» — разницу интерпретировали как неконсервативную компоненту баланса, обусловленную продукцией или деструкцией органического вещества. Затем по скорости утилизации фосфора выполнена приближенная оценка величины продукции в углеродных единицах (P [гС/м³сут]), с учетом молярного соотношения между фосфором и углеродом в составе органического вещества (1:106) и сведений о характерной скорости потока тихоокеанских вод.

Процесс продуцирования нового органического вещества можно также косвенно оценить по количеству органического вещества в морской воде. Поскольку основной формой новообразованного вещества в открытом море является фитопланктон, мерой продукции служит концентрация фотосинтезирующего пигмента — хлорофилла *a*, имеющего характерный зеленый цвет, интенсивность которого измеряется спутниковыми цветными сканерами.

Результаты наблюдений и их анализ

В разные годы исследований размеры и очертания потока тихоокеанских вод существенно различались, как и температура, и соленость этих вод, но общее направление потока оставалось неизменным — на северо-запад, в направлении о. Врангеля, далее с поворотом на север, в пролив между островами Врангеля и Геральд (рис. 2). По мере удаления от Берингова пролива и смешения с окружающими водами соленость постепенно понижается, толщина поверхностного слоя возрастает от 4–5 м до примерно 21–23 м, а толщина подповерхностного слоя уменьшается, как за счет развития поверхностного слоя, так и из-за появления у дна местных подповерхностных арктических вод. При приближении к о. Врангеля, полностью окруженному холодными арктическими водами, толщина поверхностного слоя вновь немного уменьшается — до 18–19 м.

Судя по насыщенности вод потока кислородом и изменениям концентрации фосфора, продукционные процессы в нем идут неравномерно, причем по-разному в разные годы. В 2010 и 2024 годах первые сотни километров после прохождения берингоморскими водами Берингова пролива в верхнем слое потока наблюдается префицит кислорода порядка 1 мл/л, с максимумом у поверхности моря, здесь же, вблизи пролива, из поверхностного слоя потребляется фосфор, а концентрация фосфора в подповерхностном слое растет (рис. 3). Это признаки активного синтеза органического вещества в верхнем слое, сопровождающегося его деструкцией у дна (рис. 4). Через 300–400 км эти процессы прекращаются, на что указывает снижение насыщения кислородом поверхностного слоя примерно до 100 % и стабилизация концентрации фосфора в обоих слоях. Но еще дальше, за 400–600 км от пролива, в 2010 году (в 2024 году этого района достичь не удалось из-за льдов) наблюдался второй всплеск продукции, признаком чего был префицит кислорода до 1 мл/л с максимумом вблизи пикноклина

и снижение концентраций фосфора в обоих слоях. Активное продуцирование в этом районе обеспечивалось перетоком фосфора из подповерхностного слоя. По-видимому, такая ситуация была типичной для климатических условий периода до 2013 года и повторяется в отдельные ледовитые годы в современный период потепления климата. Напротив, в малоледовитом 2020 году, типичном для современного периода, небольшой префицит кислорода в верхнем слое моря сохранялся на всем протяжении потока, при этом фосфор почти не потреблялся в обоих слоях, а наоборот — по мере удаления от Берингова пролива его концентрация медленно росла. Признаки активного фотосинтеза появились лишь в ≈600 км от пролива, где начал расходоваться фосфор из верхнего слоя.

Для пространственного распределения хлорофилла *a* во все три года исследований характерны повышенные концентрации (от 2 до >3 мг/м³) вблизи Берингова пролива (рис. 5). Вторая продуктивная зона ниже по течению в 2010 году не наблюдалась, вероятно, из-за глубокого залегания слоя развития фитопланктона, обеспечиваемого поставкой биогенных элементов снизу, из подповерхностного слоя. В 2024 году, когда экспедиционное судно не смогло пройти в район о. Врангеля из-за льдов, там отмечена область высоких концентраций хлорофилла *a* (>3 мг/м³). Однако нет оснований полагать, что причиной ее развития была адвекция тихоокеанских вод, скорее всего, учитывая большие размеры и высокие концентрации, это было запоздалое летнее полярное «цветение» в прикромочной зоне разрушающегося ледяного массива.

При всем различии продукционных процессов в потоке тихоокеанских вод в разные годы можно отметить общую закономерность в процессе утилизации аллохтонных биогенных веществ. После вторжения в пределы Чукотского моря сначала расходуется запас верхнего слоя потока, что обеспечивало в разные годы продукцию, оцениваемую по потреблению фосфора в 0,1–0,2 гС/м³сут. После того как этот запас исчерпывается (через 300–400 км пути на 68–69° с. ш. в 2010 году или через 500–600 км на 70–71° с. ш. в 2020 году), продукция снижается. Однако дальше по течению потока продукция вновь возрастает за счет поступления

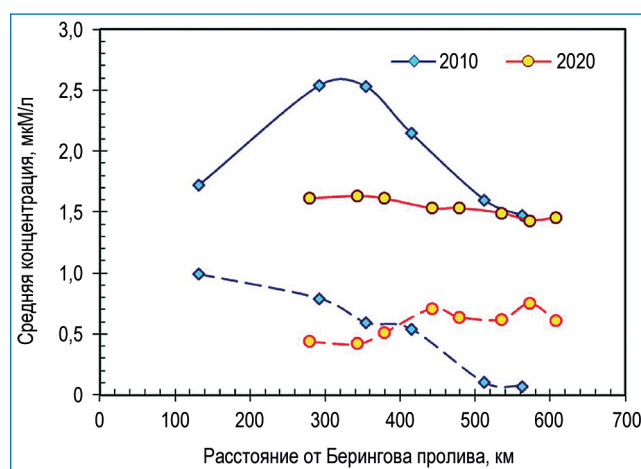


Рис. 3. Изменения средних по подповерхностному (сплошные линии) и поверхностному (пунктир) слоям концентраций минерального фосфора на разрезах вдоль потока тихоокеанских вод в Чукотском море летом 2010 и 2020 годов

питательных веществ из подповерхностного слоя тихоокеанских вод примерно до 0,3–0,4 гС/м³сут (что удалось проследить лишь в 2010 году, когда это наблюдалось примерно на 70° с. ш.). В 2020 и 2024 годах подповерхностные воды с неизрасходованным запасом фосфора уходили за пределы съемки, предположительно этот запас утилизировался в северной части моря

или транспортировался еще дальше — в Центральную Арктику. Причем если в ближней к Берингову проливу продуктивной зоне продукция обеспечивалась запасом биогенных веществ, имевшимся в верхнем слое моря, то в дальней продуктивной зоне биогены потреблялись «с колес», рост продукции обеспечивался усилением их перетока из подповерхностного слоя.

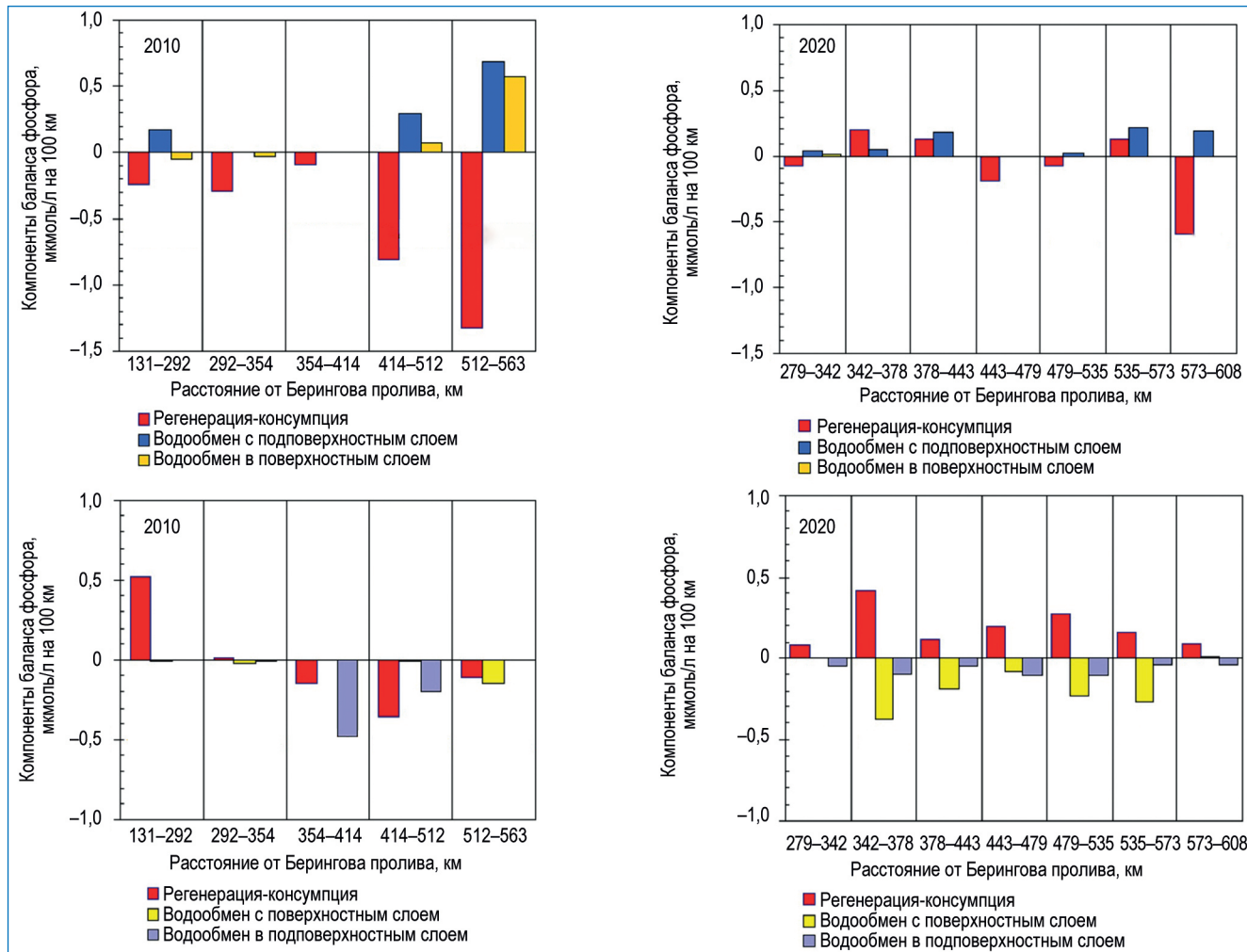


Рис. 4. Компоненты баланса фосфора в поверхностном (вверху) и подповерхностном (внизу) слоях на разрезах вдоль потока тихоокеанских вод в Чукотском море летом 2010 и 2020 годов

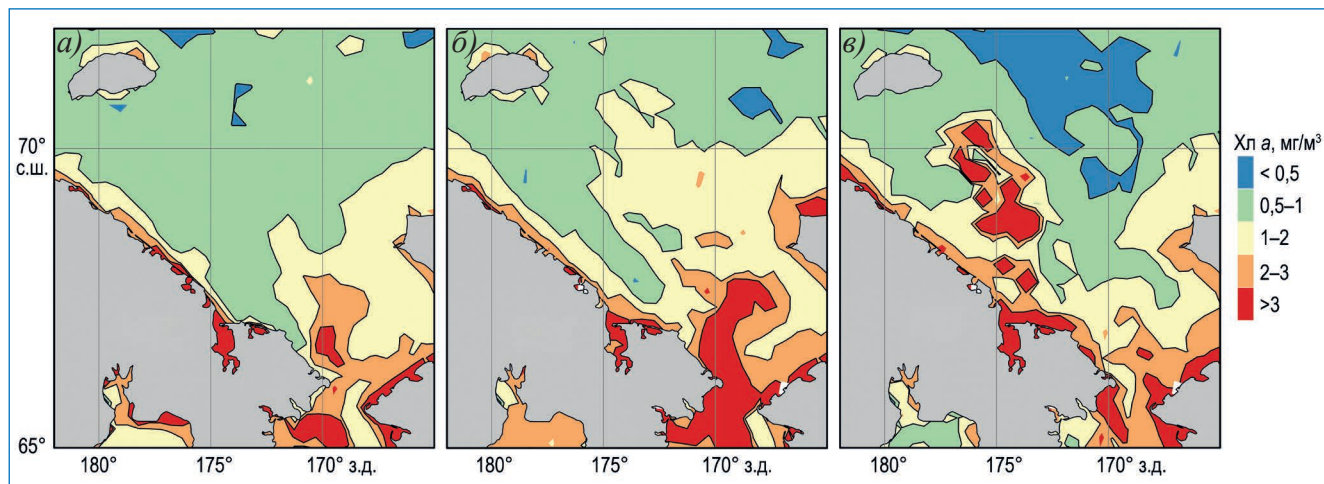


Рис. 5. Средние значения концентрации хлорофилла а по спутниковым данным ОССС1 в периоды съемок ТИНРО: а — 7—16 сентября 2010 года; б — 26 августа — 5 сентября 2020 года; в — 31 августа — 8 сентября 2024 года

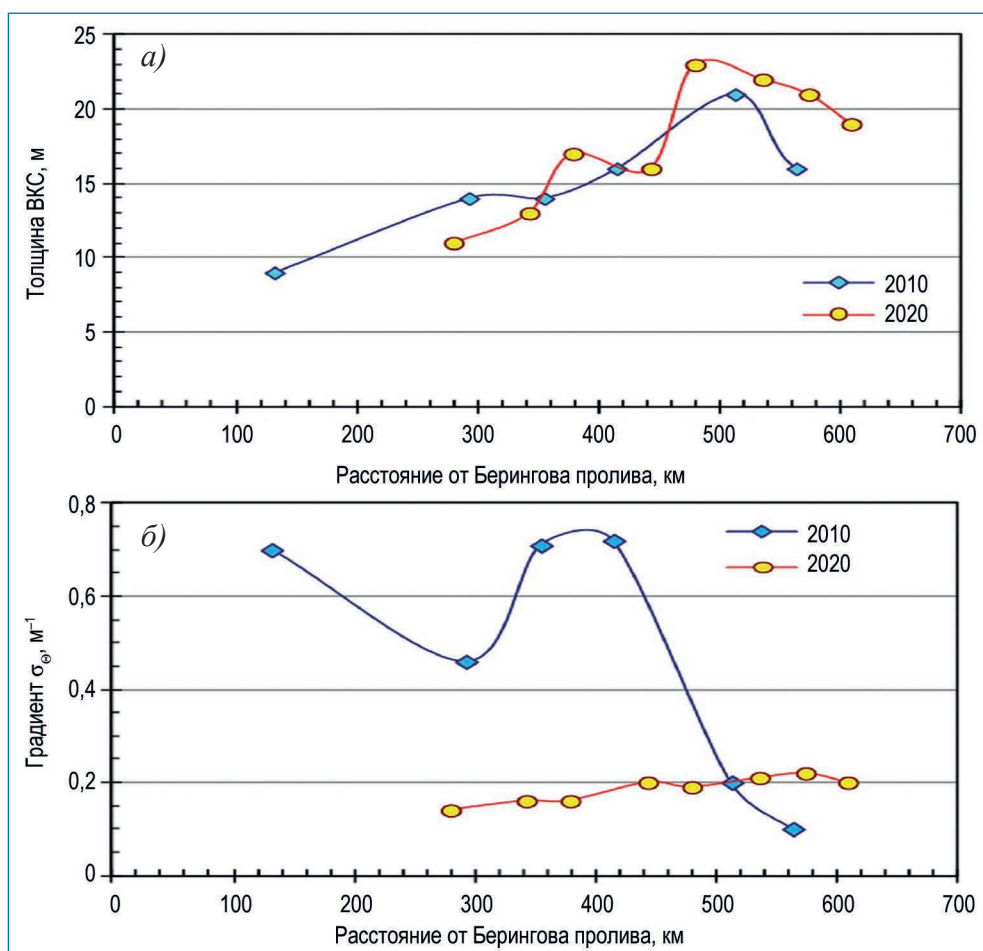


Рис. 6. Толщина верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) (а) и максимальный градиент условной плотности на его нижней границе (б) на разрезах вдоль потока тихоокеанских вод в Чукотском море летом 2010 и 2020 годов

Ближняя продуктивная зона формируется при развитии достаточной стратификации с $\text{grad } \sigma_\theta > 0,2 \text{ м}^{-1}$, необходимой для удержания фитопланктона в фотическом слое. В 2010 и 2024 годах это произошло вблизи пролива, а в 2020 году — за 500–600 км от него. Напротив, дальняя продуктивная зона формировалась при ослаблении стратификации. В 2010 году, когда запас биогенных веществ в верхнем слое потока быстро истощился, новый рост продукции в этой зоне был инициирован усилением вертикального обмена в условиях снижения градиента плотности с $\text{grad } \sigma_\theta 0,5\text{--}0,7 \text{ м}^{-1}$ на первых 400 км потока до $\text{grad } \sigma_\theta 0,2 \text{ м}^{-1}$ на расстоянии 500 км от Берингова пролива (рис. 6). В 2020 году, в условиях отсутствия тающих льдов, поток тихоокеанских вод был слабо стратифицирован, и порог $\text{grad } \sigma_\theta = 0,2 \text{ м}^{-1}$ был достигнут только после заглупления пикноклина при приближении к о. Врангеля. В таких условиях продукционные процессы в потоке протекали вяло, что способствовало сохранению биогенных элементов в его верхнем слое — этот запас ушел в Арктический бассейн СЛО. Таким образом, очищение Чукотского моря от льда летом препятствует использованию дополнительного фактора биопродуктивности в южной части моря, но обогащает более удаленные от Берингова пролива районы Арктики.

По-видимому, этими разнонаправленными процессами объясняются противоречия в оценках тенденций биопродуктивности Чукотского моря, связанных с современными быстрыми климатическими изменениями: рост биопродуктивности по результатам моделирова-

ния, но отрицательный тренд по данным измерений первичной продукции *in situ*. Понимание процесса утилизации биогенных веществ тихоокеанского происхождения позволяет разрешить это противоречие: в чистом ото льда Чукотском море поступающие через Берингов пролив биогенные вещества не могут быть утилизированы вблизи пролива, высокопродуктивная зона смещается дальше по течению, что обуславливает снижение продуктивности юго-западной части моря в летний сезон, а ведь именно в это время года выполняется большинство наблюдений. С другой стороны, с удлинением безледного периода меняется годовой продукционный цикл, так как единственный летний пик продуктивности распадается на весенний и осенний пики, с низкопродуктивным летним перерывом между ними. Теперь летние экспедиции в Чукотское море, ранее наблюдавшие наиболее продуктивный сезон полярного лета, попадают в низкопродуктивный сезон субполярного лета. То есть многолетняя тенденция к снижению продуктивности, выявленная по данным летних морских экспедиций, по сути, отражает сезонные различия продукции между весенней и летней фазами сукцессии и вызвана смещением их сроков, но не характеризует реальные изменения годовой продукции.

Ю.И. Зуенко, А.С. Курносова (ТИНРО),
А.С. Малышева (ВНИРО)

В НЕБЕСАХ, НА ЛЬДАХ И НА МОРЯХ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

195 лет назад — 1 марта 1931 года — при Комитете Северного морского пути была создана Служба связи. С этого момента началась планомерная организация работы арктической авиации, сыгравшей ключевую роль в освоении Севморпути, проведении спасательных операций, проводке караванов судов, а с 1937 года — в обеспечении работы Арктического института на дрейфующих станциях «Северный полюс».



Д.Л. Щенников (справа) вручил В.В. Лукину медаль «95 лет полярной авиации России». Август 2026 года. Фото А.Е. Елизаветинской



Медаль «95 лет полярной авиации России» и удостоверение к медали В.В. Лукина. Фото А.Е. Елизаветинской

В мае 2026 года прошли юбилейные мероприятия: в Москве проведена научно-практическая конференция «Крыльям Арктики — 95!», в Санкт-Петербурге в рамках конференции POLAR 2026 отметили День полярника.

К памятной дате была выпущена медаль «95 лет полярной авиации России», которой были удостоены следующие сотрудники Арктического и антарктического научно-исследовательского института:

Адамович Николай Михайлович
Быченков Юрий Демьянович
Висневский Алексей Алексеевич
Власов Сергей Владимирович
Вышкваркин Владимир Геннадьевич
Гордин Олег Игоревич
Гудошников Юрий Петрович

Девятаев Олег Семенович
Евсеев Владимир Васильевич
Кессель Сергей Аркадьевич
Кузнецов Василий Леонтьевич
Лукин Валерий Владимирович
Макаров Евгений Иванович
Островский Сергей Дмитриевич
Петровский Томаш Валерьянович
Савченко Евгений Петрович
Соколов Владимир Тимофеевич
Тюряков Андрей Борисович
Угрюмов Юрий Валерьевич
Фомичев Николай Иванович
Штанников Андрей Викторович
Щербakov Юрий Степанович.

Вручение медалей на сцене Большого зала ААНИИ. 21 мая 2026 года. Фото медиагруппы ААНИИ





Начальник СП-29 В.В. Лукин выполняет поиск льдины для СП-29 с вертолета Ми-8. Июнь 1987 года. Фото В.А. Волкова



Самолеты Ан-2 Тиксинской ОАЭ в районе Земли Франца-Иосифа. Апрель 1979 года. Фото А.Д. Масанова

21 мая 2026 года на сцене Большого зала ААНИИ состоялось вручение медали десяти сотрудникам, которые в этот день смогли присутствовать на празднике.

7 августа 2026 года члены Гидрографического общества Д.Л. Щенников, С.В. Травин и А.Е. Елизаветинская приехали на дачу к почетному полярнику Валерию Владимировичу Лукину, чтобы вручить ему эту награду.

У Валерия Владимировича, как у большинства сотрудников Российской антарктической экспедиции (РАЭ) послевоенных поколений, работе в Антарктике предшествовал период весьма успешной работы в Арктике.

Суммарный налет полярника и ледового разведчика I класса В.В. Лукина — участника 12 «прыгающих» экспедиций по выполнению океанографических съемок Арктического бассейна и морей сибирского шельфа — составляет более 4500 летных часов в небе Арктики. Этот налет он набрал во время работы в высокоширотных экспедициях на самолетах Ли-2, Ан-2, Ил-14, Ан-24 и вертолетах Ми-8. Также на его счету более 1000 первичных посадок на неподготовленный дрейфующий лед.

Книга В.В. Лукина «Крылатая океанография. В воздушном океане моей полярной молодости» (СПб., 2024) интересна тем, что показывает историю создания и проведения таких экспедиций с 1941 по 1993 год.

Валерий Владимирович прошел большой путь от гидролога морских отрядов Высокоширотных воздуш-

ных экспедиций (ВВЭ) «Север» до начальника дрейфующих научно-исследовательских станций «Северный полюс-22» (1981–1982), «Северный полюс-29» (1987–1988) и советско-американской дрейфующей станции «Уэдделл-1» (1992), после чего многие годы руководил РАЭ.

В своей книге автор часто упоминает тех, кто был рядом на протяжении всей работы и в Арктике, и в Антарктике. «“Прыгающие” экспедиции так прочно вонзились в мою память, что забыть о них невозможно. Ведь нельзя забыть свои молодые годы, когда перед тобой лежал весь мир».

Знания и навыки, полученные в университете под названием Арктика, в полной мере оказались востребованными при назначении Валерия Владимировича на должность начальника Антарктической экспедиции. Дух экспедиционника не позволял ему ограничиться руководством из высокого кабинета, и он не смог упустить представившуюся возможность возглавить первую и пока единственную международную дрейфующую станцию в антарктических водах — «Уэдделл-1». После завершения ее работы он с головой погрузился в проблемы сохранения эффективного присутствия нашей страны в Антарктике.

На протяжении четверти века, с 1991 по 2016 год, Валерий Владимирович Лукин находился у руля Российской антарктической экспедиции. Его бессменность имела самые веские основания, и самое главное — это неизменно положительный результат многогранной непрерывной творческой работы с нестандартными, часто неожиданными задачами самых разных уровней, полное погружение в проблемы экспедиции и во множество смежных областей, способных повлиять на ее успешную деятельность.

Обложка книги В.В. Лукина «Крылатая океанография. В воздушном океане моей полярной молодости»



В.В. Лукин (в центре) с диксонскими вертолётчиками. Апрель 1985 года. Фото из личного архива В.В. Лукина





В.В. Лукин и С.В. Травин. Август 2026 года. Фото Д.Л. Щенникова



Удостоверение В.В. Лукина к медали «95 лет полярной авиации России»

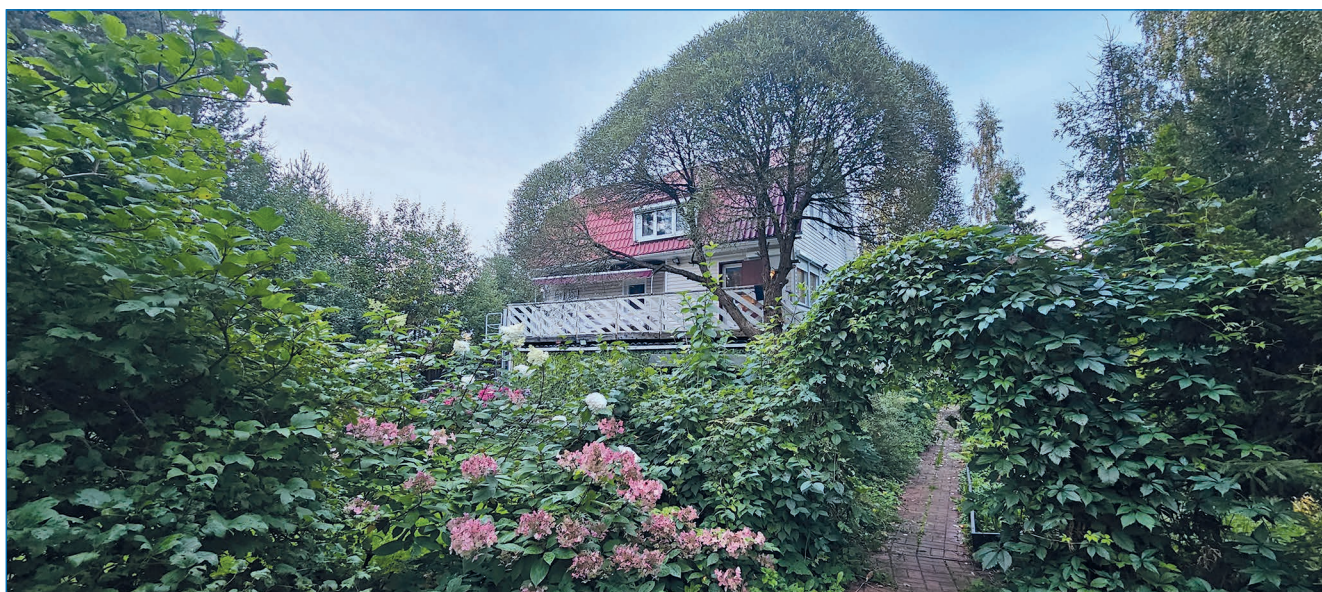
Невозможно переоценить роль Валерия Владимировича в подготовке целого ряда решений на уровне министерств и правительства Российской Федерации, позволивших поставить дело организации и непрерывного проведения отечественных антарктических экспедиций на надежную правовую и финансовую основу. Среди таких решений переход от авральных постановлений Правительства о проведении 38, 39, 40, 41 и 42-й экспедиции к всеобъемлющему постановлению № 1113, определившему, с одной стороны, минимально допустимые параметры экспедиции, а с другой, следующим шагом, — твердое ее финансирование отдельной строкой федерального бюджета. Стабильной работе национальной экспедиции в Антарктике, безусловно, способствовало принятие подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» Федеральной целевой программы «Мировой океан», разработанной при живейшем участии В.В. Лукина. В дальнейшем российское правительство неоднократно обращалось к вопросам работы экспедиции, и каждый раз подготовка его решений требовала большой черновой работы, выполнявшейся под руководством Валерия Владимировича. Определенной, скорее всего промежуточной, вершиной в такой работе было принятие Государственной думой

18 мая 2012 года Закона «О регулировании деятельности российских граждан и российских юридических лиц в Антарктике».

Бессменный начальник РАЭ всегда был озабочен наличием устойчивой перспективы развития российского присутствия в Антарктике и немало сил вложил в разработку и утверждение Правительством Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике на период до 2020 года и на более отдаленную перспективу. К сожалению, разрабатывать планы несколько легче, чем воплощать их в условиях кризисного развития экономики, а сегодняшние реалии именно таковы и требуют применения нестандартных подходов для сохранения достигнутого уровня работы экспедиции и передовых позиций в научных исследованиях и изысканиях, проводимых в этом интереснейшем с точки зрения природных процессов и геополитически очень важном регионе планеты.

Заслуженный авторитет Валерия Владимировича как в среде коллег, так и во властных структурах страны, а также в среде международного антарктического сообщества, несомненно, служил делу дальнейшего успешного проведения многих антарктических экспедиций, воплощению самых смелых научных замыслов

Дача В.В. Лукина. Сентябрь 2026 года. Фото А.Е. Елизаветинской



и планов по модернизации всей структуры постоянного присутствия нашей страны на шестом континенте.

Завершение в 2013 году выполнения Федеральной целевой программы «Мировой океан» привело среди прочего к прекращению финансирования закупок машин и оборудования для антарктической экспедиции, проводившихся в рамках этой программы. Усилия команды под руководством Валерия Владимировича немало поспособствовали появлению решения Кабинета министров Правительства РФ, утвердившего концепцию Федеральной целевой программы «Мировой океан» на 2016–2031 годы.

Причастность Валерия Владимировича к международным делам заслуживает особого внимания. Начиная с 1992 года все Консультативные совещания по Договору об Антарктике проходили при его участии, и это участие было безусловно ведущим при переменном составе российской делегации. Личные дружественные связи в кругах руководства многих иностранных антарктических экспедиций и исследовательских программ, в том числе приобретенных в ходе руководимой им российско-американской дрейфующей станции «Уэдделл-1», не помешали ему твердо отстаивать интересы нашей страны в системе Договора об Антарктике. Немалая его заслуга в том, что не была реализована стратегия антарктической доктрины США, направленная на утверждение Соединенных Штатов как единственного гаранта сохранения стабильности системы Договора об Антарктике.

Разносторонние знания и опыт Валерия Владимировича востребованы при обсуждении животрепещущих вопросов в области авиации, океанического рыболовства, климатологии, гляциологии, морского права, истории национальных и международных полярных исследований. По всем этим направлениям ему доводилось быть участником и докладчиком на целом ряде семинаров, конференций и рабочих совещаний. К его мнению прислушиваются специалисты самых разных областей знаний и направлений деятельности. Его лекции слушают студенты университетов и телезрители популярных каналов, он автор более четырех десятков научных и популярных статей в российских и зарубежных изданиях.

Государственные награды В.В. Лукина:

медаль «За трудовую доблесть» (14.05.1981), ордена: Трудового Красного Знамени (18.08.1987), «За морские заслуги» (05.04.2007), «За заслуги перед Отечеством» IV степени (21.08.2012), орден Почета (10.09.2020); лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники (28.10.2015).

Ведомственные награды В.В. Лукина:

Главное управление Гидрометеорологической службы и Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — знаки «Отличник гидрометслужбы СССР» (18.12.1979), «Почетный работник гидрометеослужбы России» (16.10.1995);

Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) — знаки «Отличник разведки недр» (23.03.2006), «Почетный разведчик недр» (22.11.2016);

Министерство морского флота СССР — значок «Почетному полярнику» (21.08.1978);

Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация) — знак «Отличник воздушного транспорта» (03.03.2003);

Министерство обороны России — почетный знак «100 лет Гидрометеорологической службы вооруженных сил» (22.12.2015), знак отличия «За заслуги» (21.05.2017), медаль «Ветерану Гидрометеослужбы вооруженных сил» (28.02.2020);

Министерство иностранных дел России — нагрудный знак «200 лет МИД России» (10.02.2002), почетные знаки «За международное сотрудничество» (18.12.2016) и «За взаимодействие» (17.12.2021);

Министерство природы России — знак «Почетный работник охраны природы» (19.04.2012);

Русское географическое общество — медаль им. А.Ф. Трёшникова (31.07.2015).

Валерий Владимирович Лукин полон смелых творческих планов, продолжает трудиться в составе РАЭ — готовит методическое пособие «Антарктическая логистика», работает над книгой «Антарктида в смокинге. Политика шестой части света» и радушно вместе с женой Татьяной Дмитриевной принимает гостей — друзей и коллег.

В.А. Кучин, А.Е. Елизаветинская (АНИИ)

В.В. Лукин с женой Татьяной Дмитриевной и сотрудники АНИИ — начальник ЛЦ РАЭ А.В. Миракин и ведущий специалист группы по подготовке 72-й РАЭ А.Е. Елизаветинская. Сентябрь 2026 года. Фото А.В. Воеводина



«ДОМ НА КРАЮ СВЕТА»

30 апреля 2026 года на борту ледокола-музея «Красин» в помещении выставочного зала (бывшей судовой амбулатории) открылась флагманская выставка «Дом на краю света», давшая старт музейным торжествам, посвященным Дню полярника (21 мая). В открытии приняли участие директор музея И.О. Стонт, директор Северо-Западного филиала НПО «Тайфун» А.С. Демешкин, специалисты Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ). В тот же день между музеем и филиалом НПО «Тайфун» было подписано соглашение о сотрудничестве.

Выставка посвящена повседневной жизни и научным исследованиям полярников на советских дрейфующих станциях «Северный полюс» (упор сделан на период 1970–1980-х годов). Проект стал результатом совместной работы филиала музея-заповедника «Музей Мирового океана» в Санкт-Петербурге — «Ледокол «Красин»» с ААНИИ и Северо-Западным филиалом НПО «Тайфун». Создатели выставки видели свою задачу в том, чтобы при помощи длинных предметов быта, приборов и фотографий реконструировать скромный быт участников дрейфа станций «Северный полюс», так как бытовые условия являются одним из интересных и неотъемлемых разделов истории освоения Арктики. Подобные выставки-реконструкции ранее, конечно, уже создавались в музеях страны. Например, большой популярностью пользуется интерактивная выставка «Территория смелых. Год на полярной станции», организованная в 2017 году в Северном морском музее (Архангельск) и в июле 2021 году приезжавшая на «Красин» (также работала в Вельске, Твери, Сочи, Норильске, на архипелаге Новая Земля в Белушней Губе). Основа проекта — реконструкция внутреннего помещения полярной станции 1950–1960-х годов. По задумке архангелогородских коллег, посетители сами вживаются в образ полярного исследователя, отправив радиogramму в эфир, примерив на себя тулупы и шапки-ушанки, сыграв на гитаре или на баяне и даже открыв оригинальную банку с советским медом. Нынешний проект ледокола-музея «Красин» относится к более позднему периоду полярных исследований (1970–1980-е годы), а также детальнее представляет посетителям научную работу ученых, которые трудились не на береговой станции, а на дрейфующем льду — на дрейфующей станции «Северный полюс» (СП).

Можно сказать, что подготовка выставки началась еще в 2025 году, когда в фонды музея поступили личные вещи радиста Германа Васильевича Флоридова — сотрудника ААНИИ, работавшего на СП-23, СП-30 и СП-31, переданные его супругой Г.В. Коваленко. Помимо редких фотографий, выполненных Г.В. Флоридовым, были переданы предметы климатической одежды, а также флаг СССР с автографами участников дрейфа станции СП-30. На основе коллекции Г.В. Флоридова и научного оборудования, переданного ранее в фонды музея из ААНИИ



Афиша выставки

(барограф, актинометр, батометр, снегомер, гальванометр), ко Дню полярника в 2025 году была открыта выставка «На краю земли», в которой рассказывалось о повседневной жизни полярников станций «Северный полюс» и их вкладе в научное изучение Арктики. В мае 2026 года эта выставка также была представлена в Уфе в Музее полярников имени В.И. Альбанова, где и будет работать до 8 ноября.

К новому выставочному проекту музейщики обратились, основываясь на опыте предыдущей работы. Выставка «Дом на краю света» состоит из шести разделов: история станций «Северный полюс»; работа папанинцев; развитие климатической одежды; научные исследования, проводившиеся на дрейфующих станциях; реконструкция интерьеров домиков, в которых жили зимовщики, — домика ПДКО 1970–1980-х годов. Последний раздел выставки — коллекция фотографий полярника Н.М. Шестакова.

Первый раздел выставки об истории полярных станций представлен фотографиями из фондов музея, рассказывающими о буднях полярников станций СП-5, СП-23, СП-30, — здесь можно увидеть сцены празднования Нового года, выращивание цветов на окне домика ПДКО, доставку кухонных принадлежностей для кают-компаний и работу метеоролога Г.И. Кизино у метеорологической будки.

Материалы второго раздела повествуют об истории открытия дрейфующей станции «Северный полюс-1», научной работе папанинцев и их эвакуации в районе мыса



А.С. Демешкин и И.О. Стонт открывают выставку. Фото В.Ю. Замятина



Участник СП Н.М. Кузнецов (ААНИИ) символическим ударом в рынду отмечает время начала работы выставки. Фото Д.И. Старкова

Фарвель в Южной Гренландии 19 февраля 1938 года. Посетители могут увидеть в вертикальной витрине многочисленные фотооткрытки конца 1930-х годов, изображающие начальника станции И.Д. Папанина, играющего с псом Веселым или работающего у электропривода радиостанции, а также с кадрами из фильма «Папанинцы» (1938 год, режиссеры И.В. Венжер, Я.Х. Посельский), пропуск для входа на митинг в Ленинградском торговом порту, посвященный встрече покорителей Северного полюса (май 1938 года), памятную медаль, отчеканенную к 50-летию начала дрейфа станции Ленинградским монетным двором (медальер С.А. Корнилов), и сочинения самого И.Д. Папанина о событиях 1937–1938 годов «Жизнь на льдине» (1940), «Лед и пламень» (1988), «На полюсе» (1984). Доминанта раздела — фарфоровые изделия конца 1930-х — начала 1940-х годов, посвященные дрейфу первой станции «Северный полюс»: соусник с изображением маршрута перелета Высокоширотной воздушной экспедиции «Север» (Москва — Архангельск — Нарьян-Мар — пролив Маточкин Шар — о. Рудольфа — Северный полюс) и статуэтки Ленинградского фарфорового завода им. М.В. Ломоносова (И.Д. Папанин с лайкой Веселым и отдельно Веселый, скульптор И.И. Ризнич).

В следующем разделе выставки посетители смогут внимательно рассмотреть климатическую одежду 1950–1980-х годов (шапка, шарф, фуфайка, ватные штаны, унты и рукавицы). Манекен усилиями музейных сотрудников преобразился в настоящего полярника, ко-

торый держит в руках бур Черепанова. Этот кольцевой бур был придуман сотрудником ААНИИ Николаем Васильевичем Черепановым. С его помощью можно было отбирать (высверливать) керны льда для исследований. Все эти предметы были переданы из ААНИИ специально для выставки. Из пояснительных текстов посетитель сможет узнать историю развития климатической одежды: в период работы СП-1 она во многом повторяла образцы одежды представителей коренных народов Севера (унты, малицы, штаны и рубашки из оленьих шкур, шапки-ушанки из меха росомахи и т. п.), современное же «обмундирование» изготовлено из мембранных тканей и обеспечивает отличную ветро- и влагозащиту, а также теплоизоляцию.

Раздел о научных исследованиях на станциях «Северный полюс» включает выставку приборов из фондов музея, для демонстрации которых в переборках помещения были подготовлены специальные ниши. Среди них — актинометр термоэлектрический М-3 (1980-е), барограф суточный (1966), снегомер с измерительной шкалой (1997), батометр морской БМ-48 (1970), диск белый ДБ (Секки) (1960–1970-е), шкала цветности морской воды (1978), а также электрифицированный самописец течений ЭСТ (1978). У противоположной переборки — объемный экспонат: на специальные сани установлена гидрологическая лебедка СП-77, к которой прикреплен батометр. Эта лебедка была выпущена экспериментально-производственной мастерской (ЭПМ) ААНИИ в начале 1980-х годов и предназначалась для опуска-

ния гидрологических приборов, таких как ЭСТ, батометры, буквопечатающие вертушки (БПВ) системы Ю.К. Алексеева. Лебедки также применялись для работы с планктонной сетью или геологическим оборудованием. Подобные приспособления использовались на всех станциях «Северный полюс» еще со времен СП-1 (конечно, с годами они развивались и совершенствовались, становились удобнее). Гидрологическую лебедку для папанинцев доставили на самолете летчика И.П. Мазурука, и 5 июня 1937 года они начали постоянные гидрологические наблюдения — отбирали пробы воды с разных глубин (от 250 до 600 м), которые потом П.П. Ширшов обрабатывал в гидрохимической « лабора-



Реконструкция внутренних помещений ПДКО



Фрагменты экспозиции

тории» (в палатке). Работа с лебедкой на СП-1 была очень трудозатратна — для спуска батометра или грунтовой трубки на глубину более 4 тыс. метров и дальнейшего подъема требовалось несколько часов методичного вращения барабана, на который наматывался трос. Делалось это вручную и посменно. Часто бывало, что при подъеме с большой глубины приборы деформировались от сильного давления. Автоматизация приспособления сделала подобные работы более быстрыми.

Наконец, основной раздел выставки представляет собой интерьеры нескольких домиков ПДКО — эти домики стандартной конструкции на льдине выполняли разные задачи: одни были жилыми, другие становились лабораториями или складами; возможность состыковать 2–3 домика в один позволяла разместить в таком большом строении кают-компанию. В небольшом пространстве музея представлены гидрохимическая лаборатория, фрагмент кают-компания и жилое помещение. Для того чтобы реконструировать бытовые условия на СП в 1970–1980-х годах, были подобраны предметы из фондов музея и ААНИИ, личных коллекций сотрудников, характерные для советского времени: складной стул, транзисторный приемник, духовка с конфорками, газовый баллон, вымпел с портретом В.И. Ленина, банки, журналы, инструменты... В жилом помещении представлена стоящая у окна застеленная судовая койка. На самом окне в консервных банках был пророщен горох, как и делалось во время многомесячных зимовок. Рядом с кроватью — небольшая тумбочка для личных вещей, на ней — настольная лампа; над кроватью повешен ковер. На переборку рядом с кроватью с помощью проектора передается презентация со 111 фотографиями из жизни зимовщиков на станциях «Северный полюс». Левее — обеденная зона (фрагмент кают-компания): небольшой столик, накрытый клеенкой, на котором можно увидеть фарфоровый чайник, две кружки, банки из-под кофе, коробки из-под конфет и мармелада, а также столовые приборы. На переборке закреплен радиоприемник. В уголке гидрохимика, собранном специалистами Северо-Западного филиала НПО «Тайфун», — на специальном столе для гидрохимических работ размещены

приборы: электросолемер ГМ-65-М (1983), фотоколориметр КФК-2 (1985), мешалка магнитная ММ-5 с подогревом (1980-е), спиртовой термометр метеорологический минимальный ТМ-2 (1977) и лабораторная посуда (пробирки, пипетки, кюветы, груши, воронки Бюхнера, колбы Бунзена), а также подставка для реакционных пробирок и ящик для склянок на определение кислорода начала 1980-х годов.

Выходя из судовой амбулатории, посетители попадают в помещение поперечного коридора, где их ожидает коллекция фотографий инженера отдела фонда данных и научно-технической информации ААНИИ Николая Михайловича Шестакова, профессионального фотографа, принимавшего участие в работе дрейфующих станций СП-18, СП-22 и СП-23. На его снимках запечатлены непарадные будни полярных исследователей (сушка белья, составление отчетов, готовка, игры в шашки и бильярд), празднование 1 мая, Нового года и дней рождения зимовщиков, встречи с белыми медведями, а также портреты известных полярников, например А.Н. Чилингарова, В.Д. Грищенко и других. Фотографии Н.М. Шестакова часто экспонируются на разных выставках — на ледоколе «Красин» его работы впервые были представлены в апреле 2022 года.

Реконструкция условий работы и быта полярников СП стала возможной, благодаря совместным усилиям сотрудников музея и научных организаций, которые продолжают в наши дни работу на дрейфующих станциях, — ААНИИ и Северо-Западного филиала НПО «Тайфун». Многие приборы и предметы представлены на выставке впервые и прежде не экспонировались. Вместе с тем они позволяют полнее представить работу полярных исследователей. Ведь, несмотря на совершенствование приборов, приспособлений и предметов быта, Арктика остается суровой, льды — опасными, а работа требует настоящего героизма. Временная экспозиция на борту ледокола-музея «Красин» продолжит свою работу до 31 января 2027 года.

*В.Л. Бронников (ФММО «Ледокол «Красин»»).
Фото Д.И. Старкова*

ЦЕНТРУ ЛЕДОВОЙ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ААНИИ — 40 ЛЕТ

Система «Север» (Автоматизированная ледово-информационная система для Арктики) является государственно значимой структурой. На ее продукцию опираются компании, ведущие морскую деятельность на замерзающих акваториях Российской Федерации. Головная структура этой системы — Центр «Север», или Центр ледовой и гидрометеорологической информации ААНИИ — работает в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте 40 лет и продолжает развиваться.

История создания Центра и его руководители

Центр ледовой и гидрометеорологической информации (ЦЛГМИ, Центр «Север») был образован как головная структура системы «Север», которая была создана в 1980-е годы для оперативного обеспечения информацией о фактических и ожидаемых ледовых и гидрометеорологических условиях деятельности военно-морского флота и судоходства в Арктике, основанного на комплексном мониторинге состояния ледяного покрова, атмосферы и океана.

Впервые идея создания в ААНИИ оперативной структуры была сформулирована начальником лаборатории спутниковых и инструментальных ледовых наблюдений Андреем Васильевичем Бушуевым, а затем обоснована совместно с коллегами по институту в статье, содержащей концепцию, принципиальную схему и эскизный проект системы «Север». Соавторами А.В. Бушуева стали Николай Александрович Волков, начальник отдела ледовых прогнозов (ныне отдел ледового режима и прогнозов, ОЛРиП), Залман Менделевич Гудкович, старший научный сотрудник того же отдела, Юрий Романович Новиков, руководитель вычислительного центра, и Вадим Александрович Прокофьев, старший научный сотрудник лаборатории метрологии (Труды ААНИИ. 1977. Т. 343. С. 6–16).

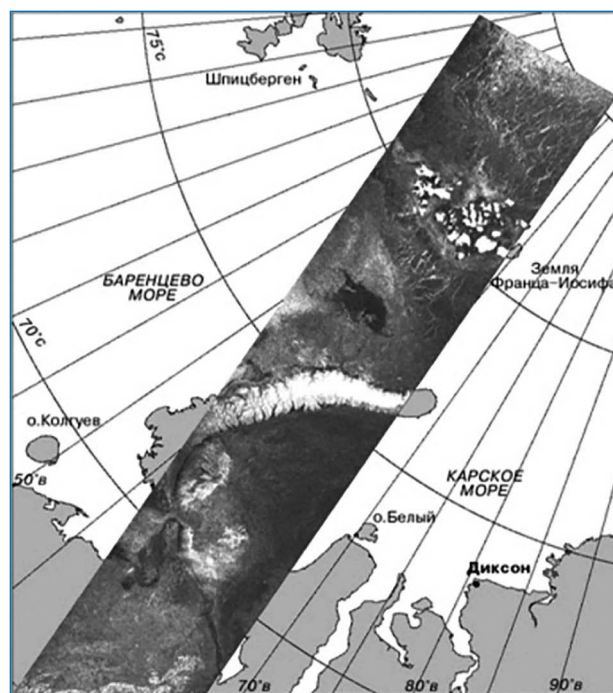


А.В. Бушуев. 1970-е годы. Фонды ААНИИ

В 1980 году для обеспечения сбора спутниковой информации по всей Арктике, включая центральную часть Арктического бассейна и Канадский сектор Арктики, на дрейфующей станции «Северный полюс-22» был развернут автономный пункт приема спутниковой информации (АППИ).



АППИ на СП-22. 1980 год. Фото В.В. Цапина



Данные радиолокатора бокового обзора (снимок) ИСЗ серии «Океан»

Результаты обработки и анализа спутниковой информации в виде текстовых сообщений оперативно передавались в ААНИИ. После закрытия СП-22 в 1982 году АППИ перенесли на СП-25, а затем на СП-26, СП-28, СП-30 и СП-31.

Всегогодный спутниковый мониторинг ледяного покрова обеспечили искусственные спутники Земли (ИСЗ) серии «Океан», оснащенные радиолокатором бокового обзора. Успешный запуск первого «Океана» состоялся в 1983 году.

Для детального картирования морского льда на основе авиационных ледовых разведок был создан самолет Ил-24Н с радиолокатором бокового обзора. С 1987 по 1991 год один раз в месяц на двух таких самолетах выполнялась обзорная инструментальная ледовая разведка, которая охватывала весь Северный Ледовитый океан.

Разработка системы «Север» в ее окончательном варианте осуществлялась на основании решения Комиссии Президиума Совета министров СССР № 304 от 10 августа 1983 года во исполнение Постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР. Этим же решением были определены заказчики системы: Госкомгидромет СССР (головной разработчик системы — ААНИИ), Министерство обороны СССР (ответственное учреждение — войсковая часть 62728) и Министерство морского флота СССР (ответственное учреждение — Центральный научно-исследовательский институт морского флота).

Приказом Госкомгидромета были назначены главный конструктор системы (заместитель директора ААНИИ Е.Г. Никифоров) и его заместитель (главный научный сотрудник отдела совершенствования ледово-информационной системы А.В. Бушуев). Тем же приказом была определена обширная кооперация организаций различных министерств и ведомств, ответственных за разработку, изготовление и эксплуатацию различных технических средств, включая аэрокосмические средства дистанционного зондирования ледяного покрова. ААНИИ, как головной разработчик системы, осуществлял научно-техническое сопровождение этих разработок, участвовал в приемке и государственных испытаниях, входил в кооперацию исполнителей в части создания методов обработки и использования информации. Непосредственная подготовка всей необходимой для создания системы «Север» документации (Технического и Рабочего проектов, Положения о взаимодействии и так далее) выполнялась А.В. Бушуевым и В.Д. Грищенко.

Проект подсистемы сбора информации, которая является базовым элементом системы «Север», предусматривал комплексное использование дистанционной спутниковой и авиационной информации, а также данных судов, ледоколов, полярных станций и автоматических дрейфующих буйев. Подсистема включала автономные пункты приема и передачи спутниковой информации в Ленинграде (прием и обработка информации по западному району Арктики), в Новосибирске и в Хабаровске (прием и обработка информации по восточному району Арктики).

В соответствии с приказом Председателя Госкомгидромета Ю.А. Израэля 40 лет назад, с 1 мая 1986 года, было введено в действие штатное расписание нового оперативного подразделения ААНИИ — Центра ледовой и гидрометеорологической информации (ЦЛГМИ). Другое, более известное название ЦЛГМИ — Центр «Север». Первым начальником подразделения был назначен Анатолий Леонтьевич Соколов (1986–1992), который до этого возглавлял научно-оперативный сектор отдела ледового режима и прогнозов. Его заместителем стал Владимир Васильевич Евсеев, он же затем в 1992–1993 годах исполнял обязанности начальника Центра. В начале 1994 года руководителем ЦЛГМИ назначили заместителя директора ААНИИ по научной работе Владимира Дмитриевича Грищенко (1994–2001).

В 2001 году ЦЛГМИ возглавил Сергей Владимирович Бресткин (2001–2025). На начало периода его руководства пришлось катастрофическое снижение финансирования и, как следствие, отток сотрудников из подразделения. Благодаря активной деятельности Сергея Владимировича по популяризации продукции Центра «Север» в разных государственных и частных морских компаниях удалось преодолеть финансовый кризис, что способствовало возвращению специалистов и привлечению новых кадров. Под его руководством произошла масштабная модернизация технических и программных средств Центра, а сама система «Север» стала государственно значимой структурой, на продукцию которой опираются компании, ведущие морскую деятельность на замерзающих акваториях Российской Федерации.

В это же время, в связи с возросшим объемом оперативной информации, которую готовят в ЦЛГМИ, должность начальника отдела спутниковой информации преобразовали в должность заместителя начальника Центра. Им с 2001 года является Юрий Демьянович Быченков. Также заместителем начальника ЦЛГМИ был



Руководители ЦЛГМИ в 1986–2001 годах: А.Л. Соколов, В.В. Евсеев, В.Д. Грищенко



Руководство ЦЛГМИ. О.С. Девятаев, С.В. Бресткин, Ю.Д. Быченков.
29 ноября 2005 года. Фото Н.М. Шестакова



А.Н. Ильина — руководитель ЦЛГМИ с 2026 года.
Фото М.А. Карандеева

назначен Олег Семенович Девятаев, в задачу которого входило информационно-технологическое развитие Центра. Стоит отметить его значительный вклад в создание информационно-коммуникационной структуры ААНИИ, в 2000-х годах лучшей в Росгидромете.

В 2026 году руководителем ЦЛГМИ была назначена Анастасия Николаевна Ильина.

Создание системы «Север» должно было осуществляться в два этапа (очереди). На первом были выполнены мероприятия по организации существующих средств получения, обработки, анализа и доведения до потребителей ледовой и гидрометеорологической информации. В 1986 году Межведомственная комиссия приняла первую очередь системы в опытную эксплуатацию, а в 1989 году — в промышленную эксплуатацию. Началась разработка второй очереди, которая в 90-х годах прошлого века была приостановлена в связи с резким сокращением финансирования. Однако система и Центр «Север» были не только сохранены в работоспособном состоянии, но и существенно развиты за счет освоения новых источников информации и внедрения современных инфокоммуникационных технологий.

Изменение системы перевозок по Северному морскому пути и ее обслуживания в 1990-х — начале 2000-х годов

В основе деятельности Центра «Север» лежит технология мониторинга состояния ледяного покрова полярных регионов, которая обеспечивает сбор и обработку глобальной и региональной ледовой и гидрометеорологической информации, ее экспертную оценку и объективный анализ, расчеты и прогнозы, создание информационной продукции.

В советское время и до середины 1990-х годов практически вся информационная продукция Центра подготавливалась в аналоговом (бумажном) виде. Этот процесс был весьма трудоемким, средства вычислительной техники использовались ограниченно.

На период летней навигации Мурманское и Дальневосточное морские пароходства организовывали Штабы морских операций (ШМО) Западного сектора Арктики (на о. Диксон) и Восточного сектора Арктики (в п. Певек).

Кроме того, в п. Тикси при Северо-Восточном управлении морского флота функционировал ШМО Центрального подрайона Арктики. Деятельность ШМО регулировалась Администрацией Северного морского пути (АСМП) Министерства морского флота СССР. В состав штабов, помимо сотрудников пароходств (диспетчеров и капитанов-наставников), входили также представители Гидрографического предприятия Министерства морского флота, Госкомитета по гидрометеорологии и контролю природной среды, а также представители авиапредприятий, осуществлявших ледовую разведку. ШМО осуществляли планирование морских операций, принимали решения по срокам проведения операций, по расстановке ледоколов, по составу караванов и т. п.

Выходная информационная продукция Центра «Север» передавалась в ШМО, которые частично ретранслировали ее на суда и ледоколы. Всем объемом необходимой гидрометеорологической информации обладали только ШМО, и, следовательно, только они были способны объективно оценивать складывающуюся гидрометеорологическую обстановку и принимать обоснованные решения по управлению морскими операциями.

Таким образом, число потребителей информационной продукции системы «Север» первой очереди было весьма незначительно (всего три адреса, не считая дублирования информации в адреса пароходств и АСМП).

С середины 1990-х годов грузопоток по Севморпути сократился в несколько раз, пароходства преобразовались в независимые от государства коммерческие предприятия и перестали организовывать ШМО.

В начале 2000-х годов интерес к Арктике вновь стал возрастать, увеличился объем перевозок по Северному морскому пути. Одновременно бурное развитие технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса привело к вытеснению авиационной ледовой разведки как основного средства наблюдения за состоянием ледяного покрова. Появился новый элемент (субъект) системы «Север» — Роскосмос (координатор космических систем ДЗЗ). Развитие спутниковой связи сняло ограничения на размещение оперативных служб: стало возможным доставлять информационную продукцию непосредственно на объекты в море в любом месте на земном шаре.



Ледовые эксперты К.М. Кумачёв, А.Д. Масанов и С.Х. Ялышев обсуждают ледовую обстановку на карте, созданной на основе спутниковых данных. Фото В.Ю. Замятин

На трассе Севморпути тоже произошли изменения: стали появляться новые потребители гидрометеорологической информации (туристы, яхтсмены и т. п.) Руководство морскими операциями перешло в основном к частным организациям. Таким образом, количество потребителей ледовой и гидрометеорологической информации существенно возросло, а уровень принятия управленческих решений снизился.

Центр «Север» с 2000 по 2026 год

В начале двухтысячных годов Центр «Север» был организационно и технологически модернизирован, адаптирован к новым условиям. Предоставляемое различным потребителям гидрометеорологическое обеспечение (ГМО) достигло нового уровня развития, стало возможным персональное обслуживание каждого отдельного объекта (судна, ледокола, морской платформы, яхты и пр.). Персонализированный информационный сервис, включающий оперативную доставку информации и ее представление в удобном для пользователя виде, позволил с максимальной эффективностью учитывать текущие и ожидаемые погодные и ледовые условия при выработке управленческих решений.

У каждого конечного пользователя существуют собственные специфические потребности (состав и формат передаваемой продукции, степень ее детализации, способы передачи, время, место и форма представления). При большом количестве конечных пользователей учет специфики и индивидуальных потребностей каждого из них чрезвычайно сложен. Зарубежные ледовые службы, как правило, выкладывают всю имеющуюся информацию на порталы и сайты, а потребители самостоятельно выбирают и используют то, что им необходимо. Такой подход в российских условиях малоэффективен как для поставщиков информационной продукции, так и для потребителей. Значительная часть подготовленной информационной продукции остается невостребованной (и, следовательно, неоплаченной), а потребители не всегда располагают временем для поиска необходимых данных в общем архиве и не всегда могут влиять на его содержание.

Центр «Север» использует принципиально иной подход. Для каждого конечного пользователя (например, для капитана судна) в соответствии с договором, запросом и индивидуальными требованиями создается индивидуальный комплект (пакет) гидрометеорологической информации, предназначенный исключительно для этого пользователя. В согласованное время этот пакет выкладывается на инфокоммуникационном узле ААНИИ. При необходимости, используя специальное программное обеспечение, пользователь заходит в свой раздел, просматривает его содержимое и, когда это удобно, перекачивает выбранные файлы. Ничего лишнего, минимальный трафик и минимум затрат времени на усвоение поступившей информации.

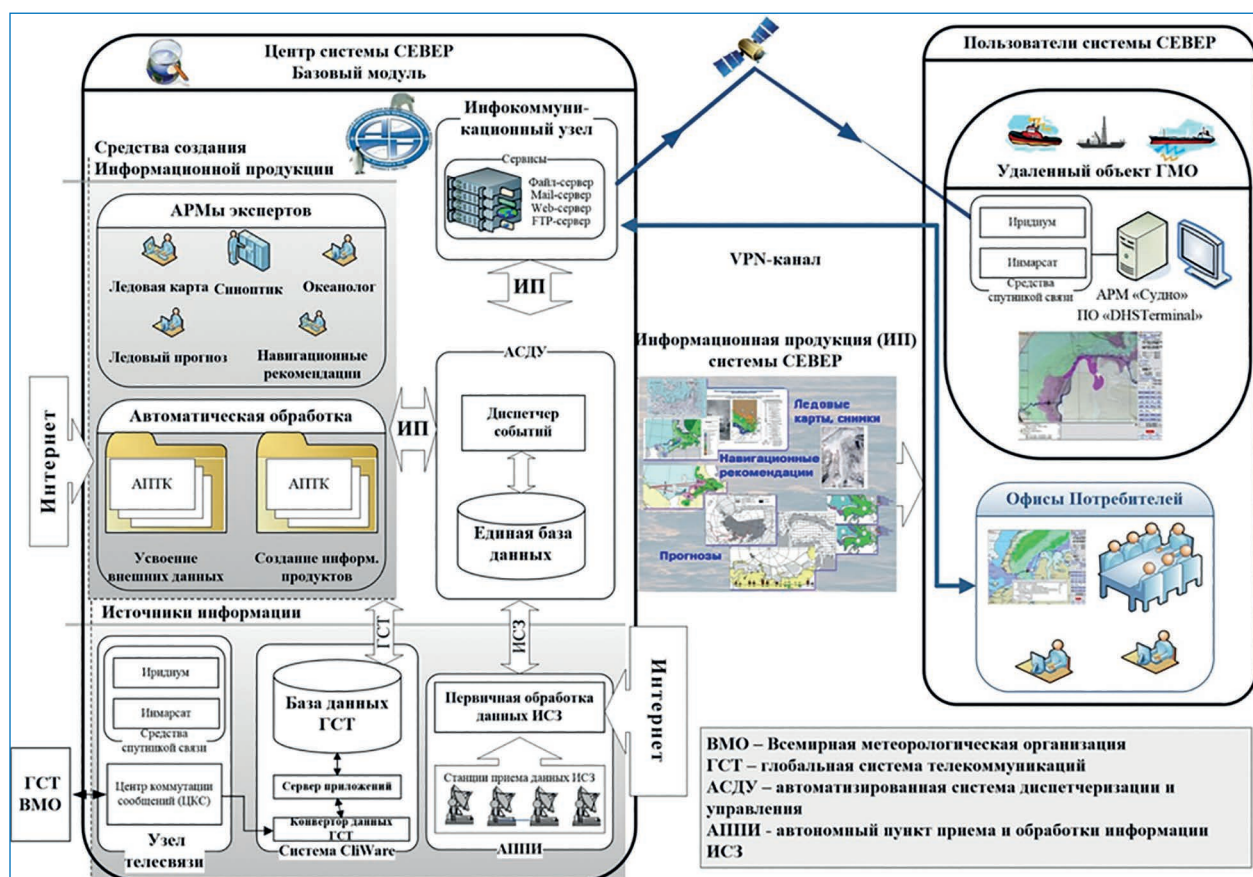
Переход Центра «Север» к персонализированному обслуживанию существенно усложнил управление информационными потоками и технологическими процессами. Возрастание числа индивидуально обслуживаемых объектов привело к тому, что управление «вручную» (с использованием телефона и электронной почты) уже не могло обеспечивать устойчивую, без сбоев и ошибок, работу системы. Организация подготовки и доставки потребителям персональных информационных пакетов потребовала внедрения автоматизированной системы диспетчеризации и управления технологическими процессами (АСДУ). На рисунке показана функциональная схема АСДУ Центра «Север».

АСДУ обеспечивает решение следующих задач:

- соблюдение правильной последовательности обработки данных;
- поддержка необходимых связей между модулями системы;
- оперативный контроль процесса обработки, управление технологическими процессами и оповещение о происходящих событиях;
- автоматический прием и обработка поступающих информационных сообщений, содержащих данные;
- своевременное оповещение пользователей (как внешних, так и внутренних) о наличии подготовленной для них информационной продукции и о срывах установленных сроков;
- определение времени начала и окончания работы каждого модуля в заданной последовательности так, чтобы результат работы конвейера был в определенное время доступен для передачи конечному пользователю;
- персональное назначение исполнителей-специалистов, ответственных за информационное наполнение каждого программного модуля, и для каждой рабочей смены — установка рабочего расписания.

В результате рассмотрения большого числа предлагаемых на рынке стандартизированных платформ было признано, что ни одна из них не решает всех технологических задач. Поэтому в начале 2000-х годов было начато создание для ААНИИ оригинальной АСДУ.

АСДУ разработали и развернули в ААНИИ в 2006 году. Процесс сбора информации, подготовки и передачи информационной продукции на объекты пользователей, управляемый АСДУ, приобрел характер информационного производства, реализуемого на



Действующая инфокоммуникационная структура системы «Север»

автоматизированных рабочих местах (АРМ) и автоматических программно-технологических комплексах потоковой обработки данных (АПТК).

АСДУ обеспечивает мониторинг и управление информационными потоками в системе; маршрутизацию данных; протоколирование событий; накопление и хранение данных; ведение реестра пользователей; управление ролями; подготовку информационной продукции к передаче пользователям.

Кроме персонализации, информационный сервис, предоставляемый Центром «Север», обладает другими важными преимуществами. Это оперативность создания и доставки информационной продукции непосредственно на обслуживаемые объекты, в том числе на объекты в море, и возможность отображения передаваемых картографических материалов в геоинформационной системе (ГИС) пользователей.

Представление информационной продукции в форматах, совместимых с ГИС пользователей, существенно повышает эффективность учета ледовых и гидрометеорологических условий при выработке управленческих решений. Например, передаваемые на борт спутниковые снимки, диагностические и прогностические ледовые карты отображаются в судовых электронных картографических навигационно-информационных системах (ЭКНИС) и совмещаются с электронными навигационными картами, что позволяет штурману выполнять прокладку с одновременным учетом распределения льда и глубины моря.

В настоящее время Центр «Север» способен предоставлять большому числу потребителей персонализированный информационный сервис, обеспечивающий повышение безопасности морской деятельности и сни-

жение издержек, связанных с необходимостью привлечения ледоколов и судов усиленного ледового класса. Это весьма актуально для Арктики, так как здесь велики риски, связанные с особой экологической уязвимостью морских акваторий, и здесь морская деятельность осуществляется на грани рентабельности. Информационная поддержка Центра «Север» позволяет использовать тактику «избирательного ледового плавания», при которой безопасность и эффективность мореплавания существенно возрастают.



А.Д. Масанов (в центре), Ю.Д. Быченков и С.О. Саркисов (крайние справа) рассказывают капитанам дальнего плавания об используемых в ЦЛГМИ технологиях ледового картирования. 5 декабря 2006 года. Фонды ААНИИ



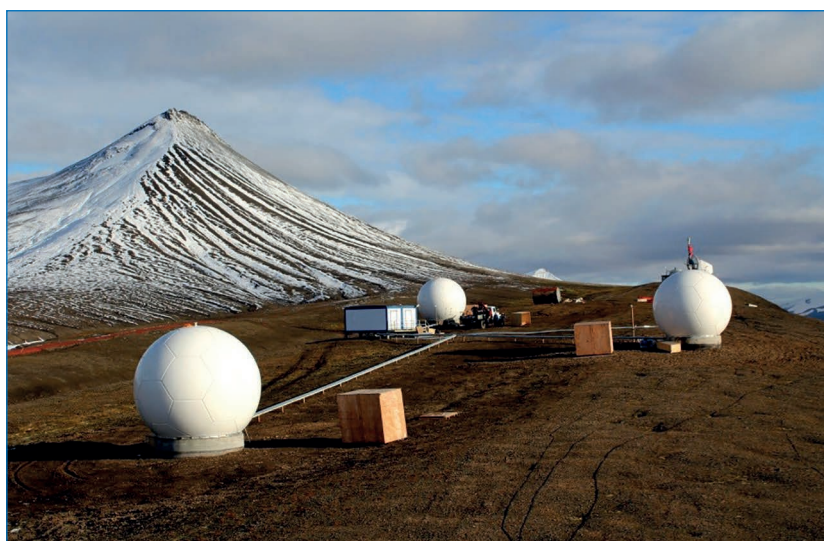
Совмещение навигационной карты, спутникового снимка и рекомендованного маршрута в ЭКНИС

На удаленных объектах, обеспечение которых требует использования низкоскоростной и дорогостоящей спутниковой связи, устанавливается специализированное ПО, которое позволяет минимизировать трафик и обеспечивает автоматическую сортировку входной информации (программный комплекс «DHS Коммуникатор»).

Наряду со специализированным гидрометеорологическим обеспечением (СГМО) морской деятельности, Центр «Север» осуществляет большой комплекс работ в рамках плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) Росгидромета. На сайте ААНИИ и портале Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) доступно более 150 информационных ресурсов, содержащих информационную продукцию ААНИИ общего

пользования, в том числе многолетний цифровой архив ледовых карт по Северному Ледовитому океану и замерзающим морям умеренных широт.

В 2013 году по программе усиления присутствия Российской Федерации на архипелаге Шпицберген был развернут выносной пункт приема-передачи спутниковой информации (ВППИ) в п. Баренцбург и пункт удаленного управления и тематической обработки данных ИСЗ в Санкт-Петербурге. Основная задача ВППИ — обеспечение ААНИИ оперативной спутниковой информацией для мониторинга ледовой обстановки в морях Арктики. Непрерывный прием и обработка спутниковых данных ведутся с декабря 2013 года. Управление работой комплекса осуществляется из удаленного пункта управления и тематической обработки (УПУ), развернутого в здании ААНИИ в Санкт-Петербурге.



Станции приема данных ИСЗ в Баренцбурге. Фото М.А. Карандеева

Модернизация системы «Север»

К 2012 году стала очевидной необходимость *глубокой модернизации оборудования* развернутого в ААНИИ информационно-аналитического центра (ИАЦ) системы «Север».

После подачи соответствующих предложений мероприятия по модернизации автоматизированной ледово-информационной системы «Север» нашло свое отражение в Государственной программе Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» (в редакции Постановлений Правительства РФ от 17 декабря 2014 г. № 1393 и от 31 августа 2017 г. № 1064). Но окончательно модернизация системы была запланирована на 2021–2024 годы в рамках подпрограммы 4 «Организация и обеспечение работ и научных исследований в Арктике и Антарктике» государственной программы «Охрана окружающей среды» (мероприятие 4.6).

Необходимость модернизации вызвана следующими объективными причинами:

- необходимость обновления материальной и методической базы, обеспечивающей функционирование автоматизированной ледово-информационной системы «Север» (далее — система «Север», АЛИС «Север»), введенной в промышленную эксплуатацию в 1986 году, в связи с возросшими требованиями к ледовому обеспечению в Арктике, вызванными увеличением периода безледокольного плавания в акватории Северного морского пути (СМП) судов с различным ледовым классом;
- необходимость поддержки действий сил и эксплуатации средств министерств и ведомств Российской Федерации, обеспечивающих национальную безопасность и интересы России в Арктике;

- необходимость гидрометеорологического обеспечения активного освоения углеводородных месторождений на континентальном шельфе арктических морей, что вызывает необходимость решения новых специфических задач (геологоразведки, разведочного бурения скважин, перегона самоподъемных плавучих буровых установок и других нестандартных конструкций);

- принятие новых правил плавания по СМП, требующих обеспечения круглогодичного плавания по акватории Северного Ледовитого океана (СЛО), повысило требования к качеству ледового обеспечения Штаба морских операций Атомфлота Государственной корпорации (ГК) «Росатом»;

- увеличение интенсивности грузоперевозок (выполнение Указа Президента РФ от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»);

- обеспечение плавания в период действия санкций по блокированию морских перевозок;

- переориентация с зарубежной на отечественную космическую группировку дистанционного зондирования, что потребует коренного изменения процедур обработки информации.

Целью модернизации системы «Север» является повышение качества и оперативности предоставления фактической информации и информационной продукции, расширение номенклатуры информационной продукции, улучшение формы ее представления, а также

создание предпосылок к переходу на ГМО Трансарктического транспортного коридора.

Достижение указанной цели осуществляется путем внедрения новых технических средств и информационных технологий, а также расширением зоны ответственности ГМО. Для этого решаются следующие задачи:

- создать новые, а при возможности адаптировать для использования на новых технических средствах применяемые в настоящее время в системе «Север» технологии оперативного ГМО морской деятельности;

- разработать структуру информационной системы «Север», отвечающую требованиям перспективных систем поддержки принятия решения для оперативного ГМО морской деятельности в Арктике;

- осуществить организационно-технические мероприятия по обеспечению информационной безопасности системы в части бесперебойной, в режиме реального времени 24×7×365, работы системы, обеспечения альтернативными источниками информации для поддержания необходимого уровня качества ГМО в условиях чрезвычайных ситуаций.

АЛИС «Север» в настоящее время

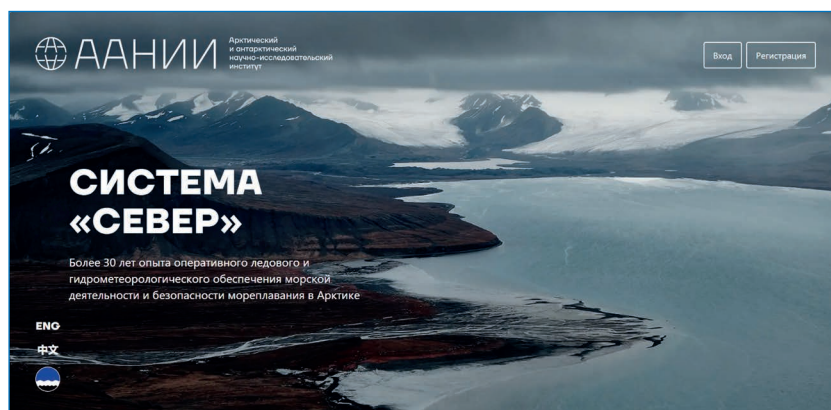
По состоянию на начало 2026 года модернизированная АЛИС «Север» состоит из следующих подсистем:

- «Веб-портал»;
- «Геоинформационная платформа»;
- АРМ «Гидролог»
- «Единое информационное хранилище»;
- «Единое окно доступа»;
- «Инфокоммуникационный сегмент»;
- «Информационное производство»;
- «Нормативно-справочная информация»;
- АРМ «Синоптик»;
- АРМ «Эксперт ледовой карты».

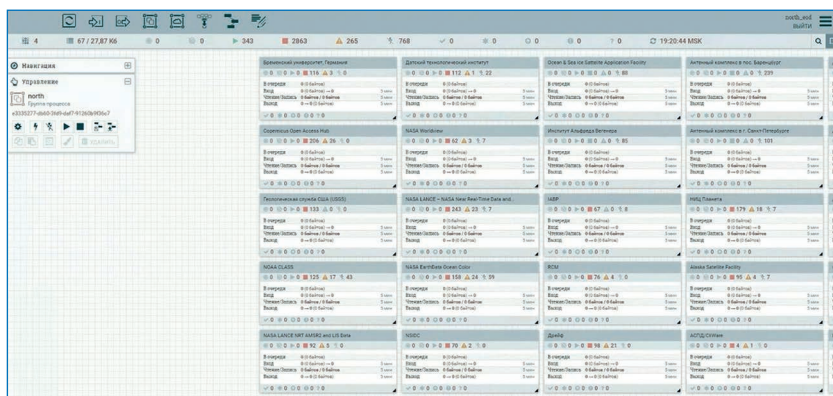
Система обеспечивает агрегирование информации о фактической гидрометеорологической и ледовой обстановке, данных ДЗЗ, атмосферных моделей, получаемых от различных источников, потоковую обработку агрегируемых данных ДЗЗ в рамках подсистемы «Инфокоммуникационный сегмент».

Взаимодействие между внешними пользователями и ААНИИ в части предоставления доступа к образцам информационной продукции (ИП), предоставления возможности формирования заявок на заказ ИП, предоставления заказанной ИП, предоставления аналитических материалов осуществляется с помощью открытого унифицированного интерфейса подсистемы «Веб-портал».

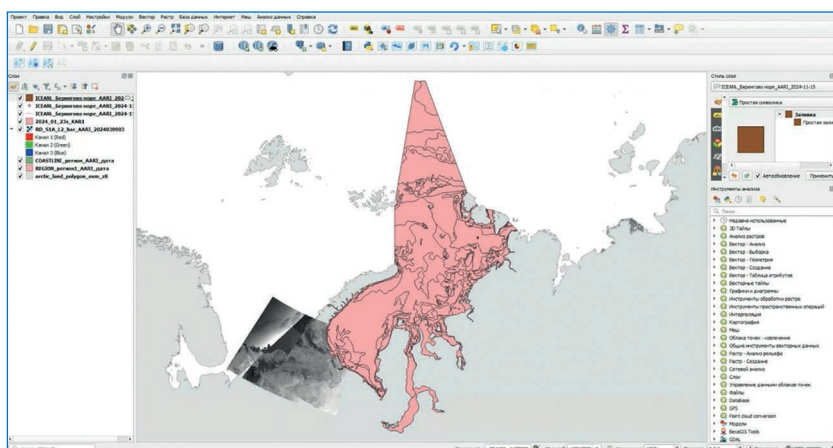
Единая аутентификация и авторизация сотрудников ААНИИ, задействованных в части создания информаци-



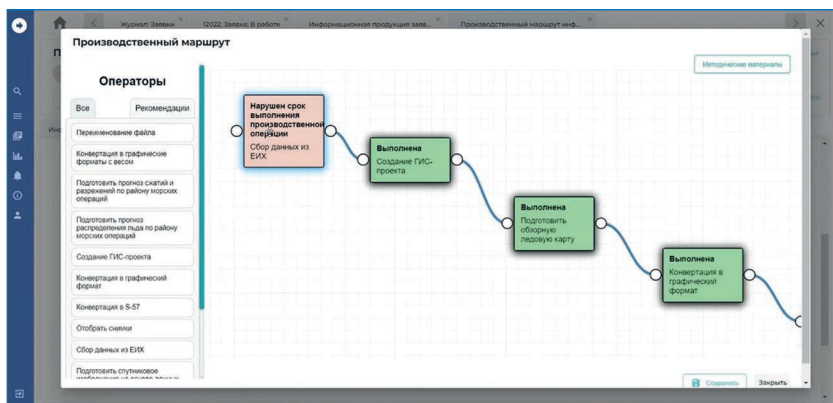
Интерфейс подсистемы «Веб-портал»



Подсистема «Инфокоммуникационный сегмент».
Автоматическая загрузка и обработка входных данных



Интерфейс «Эксперта ледовой карты»



Производственный маршрут. Подсистема «Информационное производство»

онной продукции для перехода к подсистемам в соответствии с ролевой моделью и правами доступа пользователя, производится в отдельной подсистеме «Единое окно доступа». Для создания и редактирования учетных записей пользователей АЛИС «Север», назначения ролей сотрудникам института используются механизмы, реализованные в подсистеме «Единое окно доступа».

Для централизованного хранения данных используется подсистема «Единое информационное хранилище». Доступ к данным обеспечивается посредством подсистемы «Единое окно доступа» и использованием специально разработанного пользовательского интерфейса подсистемы «Единое информационное хранилище» для чтения и редактирования информации сотрудниками института. Доступ к хранилищу из существующих АРМ

осуществляется посредством разработанного программного интерфейса — API и Web-интерфейса.

Сбор данных из открытых источников и спутниковых антенн, а также предобработка данных ДЗЗ выполняется в автоматическом режиме. Оптимизирована подготовка исходных данных для дальнейшего изготовления информационной продукции. Получение необходимой геопространственной информации экспертами, задействованными в части изготовления информационной продукции, происходит посредством обращения к пользовательскому интерфейсу подсистемы «Единое информационное хранилище», а также при помощи интерфейсов подсистем.

В качестве единой основы для работы с пространственными данными используется подсистема «Геоинформационная платформа», основанная на свободной кроссплатформенной геоинформационной системе QGIS.

Получение заявок на изготовление информационной продукции, отправка изготовленной продукции контрагенту и администрирование процесса изготовления продукции осуществляется в разработанной подсистеме «Информационное производство». Подсистема позволяет организовывать работу специалистов ААНИИ в части изготовления информационной продукции, а также качественнее поддерживать связь с контрагентами в рамках предоставления производимой продукции.

В текущем 2026 году должны быть созданы и введены в действие новые подсистемы:

- «Геопортал»;
- «Прогноз ледовый долгосрочный».

Также в этом же году предстоит спроектировать подсистемы:

- «Прогноз метеорологический долгосрочный»;
- «Прогноз ледовый краткосрочный».

Подсистема «Геопортал», как часть веб-портала, предназначена для визуализации, анализа и распространения пространственных данных и информационной продукции, получаемых из различных источников.

Система «Север» действует, развивается и обеспечивает предоставление необходимой гидрометеорологической продукции для безопасного и эффективного мореплавания на акватории Трансарктического транспортного коридора и морских операций по снабжению полярных станций в Антарктиде.

Ю.Д. Быченков, О.С. Девятаев, В.В. Евсеев, А.Н. Ильина (ЦЛГМИ ААНИИ)

К БИОГРАФИИ НАЧАЛЬНИКА ЦЛГМИ СЕРГЕЯ ВЛАДИМИРОВИЧА БРЕСТКИНА (1951–2025)

В год 40-летия Центра ледовой и гидрометеорологической информации (ЦЛГМИ, Центр «Север») ААНИИ нельзя не вспомнить руководителя этого подразделения Сергея Владимировича Бресткина. Именно он возглавлял ЦЛГМИ на протяжении почти четверти века — с 2001 по 2025 год. Это целая эпоха, когда Центр был не только сохранен, несмотря на непростые экономические условия того времени, но и получил значительное развитие, а в последнее десятилетие под руководством С.В. Бресткина стала осуществляться широкая модернизация всей его информационно-аналитической системы.

Сергей Владимирович Бресткин родился в Ленинграде 14 марта 1951 года. Его отец, Владимир Павлович Бресткин, военный врач, прошедший три войны, и мать Валентина Митрофановна Бресткина, преподаватель немецкого языка, воспитали пятерых детей, а позднее еще и старшую внучку. Когда Сергеем было пять лет, его отец вышел в отставку по состоянию здоровья и много занимался с младшим сыном.

В семье полагали, что Сергей станет врачом, как многие его родственники, но под влиянием мужа старшей сестры он захотел стать моряком. На судоводителя не проходил по зрению и, по совету соседа по даче Александра Александровича Гирса (1913–1983), сотрудника ААНИИ и известного советского ученого-климатолога, доктора географических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РСФСР, поступил учиться на океанолога в Гидрометеорологический институт.

Вся рабочая биография Сергея Владимировича была тесно связана с гидрометеорологией.

В 1974 году он окончил Ленинградский гидрометеорологический институт по специальности «инженер-океанолог». Два года перед армией проработал в Гидрографической службе МО СССР. Затем последовала служба в рядах Советской армии в качестве синоптика по авиационным метеорологическим прогнозам (1976–1978). В конце службы командование настойчиво предлагало Сергею Владимировичу остаться в армии, настолько точными были его прогнозы. С 1978 по 1983 год он работал в Гидрографической службе Министерства обороны (МО) СССР и 525 научно-исследовательском институте Центра МО СССР.

В 1983 году Сергей Владимирович поступил на работу в ААНИИ на должность старшего инженера в лабораторию краткосрочных ледовых прогнозов отдела ледового режима и прогнозов. В том же году его перевели на должность младшего научного сотрудника, а в 1992 году — на должность старшего научного сотрудника.

С первых дней работы в институте он активно включился в научно-исследовательскую деятельность, проявил инициативный, творческий подход к делу. Принимал активное участие в экспедициях, работал в научно-оперативных группах западного района Арктики, где приобрел опыт специализированного гидрометеорологического обеспечения навигации на Северном морском пути.

Сергей Владимирович организовал уникальные исследования рельефа нижней поверхности ледяного покрова Северного Ледовитого океана. С собственной научной программой он участвовал в трех автономных плаваниях атомных подводных лодок (АПЛ) Северного флота подо льдом Арктического бассейна СЛО. В августе–сентябре 1995 года принял активное участие в первом в истории рейсе АПЛ для доставки хозяйственных грузов для Карской нефтеразведочной экспедиции в поселок Харасавэй на полуострове Ямал.



С.В. Бресткин. 2019 год. Фото Д. Стельмаха

В 1994 году Сергея Владимировича перевели на должность заместителя начальника ЦЛГМИ, а с 2001 года, как уже отмечалось выше, он являлся его бессменным руководителем. На начало периода его руководства пришлось снижение финансирования и отток специалистов. Благодаря активной деятельности Сергея Владимировича ААНИИ восстановил свое место в сфере специализированного гидрометеорологического обеспечения морской деятельности в Арктике, на акватории Севморпути и не только. В результате этой работы удалось вернуть часть специалистов, привлечь молодые кадры, укрепить материальную и научную базу Центра, модернизировать программные средства обработки, представления и распространения гидрометеорологической продукции.

Сергей Владимирович обладал неоценимыми для руководителя качествами — целеустремленностью, упорством в решении поставленных задач, большой работоспособностью, инициативностью. Будучи начальником ЦЛГМИ, он проявил себя как достойный организатор, умеющий работать с людьми, обеспечивать эффективную деятельность подразделения как при реализации Федеральных целевых программ (ФЦП), так и для решения региональных задач.

Одной из замечательных черт Сергея Владимировича была его скрупулезность при работе с документами. Он не мог оставить без внимания ни одну неряшливо составленную бумагу и обязательно начинал ее править, даже если это было простое сопроводительное письмо. Тексты, вышедшие из-под его пера, были стилистически безупречны. Поэтому его часто привлекали к работе над важными нормативно-методическими документами, такими как, например, «Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности — РД 52.27.881–2019».

С.В. Бресткин внес существенный вклад в развитие системы гидрометеорологического обеспечения морской деятельности и осуществлял непосредственное руководство этой системой. Будучи по специализации прогнозистом, он понял, что точность ледовых прогнозов существенно зависит от качества, полноты и достоверности актуальной информации. Для укрепления этого направления были приложены значительные усилия, в числе которых поддержка школы ледовых экспертов, создание выносного пункта приема спутниковой информации (ВППИ) на архипелаге Шпицберген, материально-техническое оснащение ЦЛГМИ, материальная поддержка молодых сотрудников. В результате актуальные ледовые карты Центра «Север» до сих пор являются эталоном для судоводителей и организаций, осуществляющих свою деятельность на акватории и шельфе арктических морей.

В начале 2000-х годов при непосредственном участии Сергея Владимировича проводились работы по проектам «Сахалин-1» и АКМОН (Адаптируемый комплекс



С.В. Бресткин в секретариате конференции, приуроченной к 75-летию Главсевморпути. 21 февраля 2008 года. Фото Н.М. Шестакова

мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы для обеспечения морской деятельности в арктических и замерзающих морях России), результатом которых стало кардинальное обновление системы «Север», направленное на повышение эффективности гидрометеорологического обеспечения морской деятельности.

Позже именно С.В. Бресткин инициировал разработку концепции дальнейшей модернизации системы «Север», которая нашла свое отражение в Государственной программе РФ «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации». Эта модернизация находится в наши дни на завершающем этапе. Таким образом, Сергей Владимирович внес значительный вклад в обеспечение национальных интересов и безопасности РФ в Арктике и был отмечен разными наградами и почетными грамотами. Среди них:

- юбилейная медаль «60 лет Вооруженных Сил СССР» (22.07.1978);
- значок «Почетный работник Гидрометеослужбы России» (25.12.2001);
- Почетные грамоты Росгидромета (2001, 2004 и 2005 годы);
- грамота Губернатора Санкт-Петербурга (25.02.2005);
- Почетная грамота Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (15.03.2011);
- медаль «За морскую отвагу» (20.05.2013);
- памятный знак «Ветеран Гидрометеорологической службы Вооруженных сил РФ» (20.03.2018);
- нагрудный знак «Почетный полярник» (04.05.2018).

Сергей Владимирович был прекрасной души человеком, мудрым руководителем. Умел учитывать мнения специалистов и признавать свои ошибки. Как специалист вы-



С.В. Бресткин выступает на семинаре по итогам гидрометеорологического обеспечения морских операций в Арктике. 30 ноября 2021 года. Фото В.Ю. Замятина

сокого класса, он завоевал большой авторитет не только в АНИИ, но и во всем Росгидромете, Атомфлоте, ГУСМП и многих других ведомствах и организациях.

Сергей Владимирович был также и весьма разносторонним человеком. Всю жизнь считал спорт и физические упражнения важнейшим условием активной жизни. В школьные годы ему прочили спортивную карьеру в легкой атлетике.

Познакомившись уже в зрелые годы с парусным спортом и проникшись красотой парусных гонок, принял решение серьезно заниматься и быть полезным членом экипажа яхты, а не гостем. Окончил курсы рулевых, получил спортивные права на управление парусным судном и международные права шкипера. Для того чтобы перевозить яхту, получил водительские права категории ВЕ. Был членом общественных спортивных организаций — РОО «Спортивный коллектив яхтсменов Санкт-Петербургского речного яхт-клуба», Межрегиональной спортивной общественной организации яхтсменов класса «Дракон», которым эффективно помогал в критические моменты их деятельности, опираясь на свой огромный опыт административной работы и профессиональные связи. С 2005 года участвовал в регатах в классе спортивных яхт «Дракон» регионального, российского и международного уровня в нашей стране — в Санкт-Петербурге (в том числе в чемпионате Европы в 2016 году), в Петрозаводске, а также в Финляндии. Был победителем региональных соревнований, неоднократно занимал призовые места в ежегодно проводимых чемпионатах России и всероссийских регатах в зачете «Дракон Классик». Активно участвовал в развитии и поддержке флота спортивных яхт, помогал другим экипажам, в том числе с перевозкой лодок. При всем этом воспринимал спорт и соревнования как игру и относился к происходящему с юмором. Стремился показать красоту парусного спорта другим. Яхтсмены, как любители, так и профессионалы, знавшие Сергея Владимировича, очень уважали его за ответственное отношение, желание осваивать новые навыки и умение общаться с очень разными людьми в разнообразных и нередко сложных условиях, за внимательное отношение к окружающим и защиту тех, кто, по его мнению, в ней нуждался.

Сергей Владимирович внимательнейшим образом относился к критике, ценил ее, анализировал замечания и рационально учитывал их в дальнейшем, касались ли они текста документа, статьи, выступления на публике, общения, даже внешнего вида.

Хорошо разбираясь в людях, Сергей Владимирович четко определял, когда нужна помощь, а когда надо дать возможность человеку искать выход самому. В сложных ситуациях он организовывал поддержку, привлекая тех, чье участие представлялось полезным.

Сергей Владимирович жалел, что в детстве из упрямства не стал заниматься музыкой. Обладая абсолютным слухом, любил играть на семиструнной гитаре. Его отношение к этому инструменту и владение им так впечатлили мастеров по изготовлению и ремонту гитар, что они подарили Сергею Владимировичу специально сделанную гитару. Любил аккомпанировать исполнителям романсов и слушать концерты оперных исполнителей, гитарные концерты, с большим удовольствием общался с профессиональными музыкантами.

В 2026 году Сергей Владимирович мог бы отметить 75-летний юбилей. К сожалению, 10 июля 2025 года его не стало. Центр «Север», в развитие которого он вложил столько сил, успешно продолжает выполнять поставленные перед ним задачи.

*Ю.Д. Быченков, Ю.А. Григорьева, О.С. Девятаев,
В.В. Евсеев (АНИИ)*

М.М. ШУНЬКО — ВИДНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ РАДИСТ И ОРГАНИЗАТОР РАДИОСВЯЗИ В АРКТИКЕ

Гидрографическую экспедицию Северного Ледовитого океана (ГЭСЛО) 1910–1915 годов давно уже нельзя назвать «забытой» или «неизвестной», каковой она считалась на протяжении многих десятилетий. Сегодня опубликованы как отчетные материалы и многие документы ГЭСЛО, так и воспоминания ряда ее участников. Достаточно неплохо изучены биографии офицеров ледокольных транспортов «Таймыр» и «Вайгач». При этом жизненный путь матросов и унтер-офицеров, участвовавших в ГЭСЛО, практически полностью остается «в тени». Это и неудивительно, так как после завершения и последующего расформирования экспедиции ее рядовые участники продолжили службу в составе Российского флота, а затем, после окончания Первой мировой и Гражданской войн, те, кто пережил эти события, вернулись к мирной жизни, в большинстве своем не оставив после себя каких-либо значительных документальных следов. Исключением являются лишь авторы мемуаров — бывший фельдшер «Вайгача» В.Г. Мизин, чья небольшая книга «В высоких широтах» вышла в Харькове в 1971 году, и А.И. Киреев, служивший телеграфистом на «Вайгаче». Его дневник, хранящийся в Российском государственном архиве экономики был опубликован в 2018 году (Киреев А.И. Воспоминания о службе на флоте и участии в Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана в 1914–1915 гг. // Забытые герои Арктики. Люди и ледоколы / Сост. Н. Кузнецов. М., 2018. С. 221–310). Определенную известность получили В.Н. Лаптев, ставший артистом (сценический псевдоним Ратомский), Г.Г. Гвоздецкий, много лет трудившийся врачом, и некоторые другие бывшие матросы и унтер-офицеры ГЭСЛО.

Герой нашей статьи — Максим Максимович Шунько, служивший радиотелеграфистом на «Таймыре» в 1914–1915 годах, — в дальнейшем внес значительный вклад в развитие радиосвязи в Арктике. Несмотря на то, что память о нем даже отражена в топонимике, сегодня подробности биографии этого незаурядного человека забылись. 135-летие со дня рождения одного из первых полярных радистов — хороший повод попытаться реконструировать его биографию.

Максим Максимович Шунько родился 26 августа 1891 года в деревне Помазовка Мглинского уезда Черниговской губернии (в настоящее время — Мглинский район Брянской области России) в крестьянской семье. Начальное образование он получил в шестиклассном городском училище (Российский государственный архив Военно-морского флота (РГАВМФ). Ф. р-866. Оп. 2. Д. 8. Л. 1).

После призыва на срочную службу М.М. Шунько попал на Балтийский флот. Здесь он окончил класс самостоятельного управления — школу подготовки специалистов и получил звание радиотелеграфного унтер-офицера 1-й статьи. В качестве радиотелеграфиста транспорта «Таймыр» (рис. 1) он принял участие в ГЭСЛО в тот период, когда судам экспедиции удалось выполнить

одну из ее главных задач — пройти Северным морским путем из Владивостока в Архангельск (с одной зимовкой). Шунько достойно проявил себя в этом плавании, несмотря на то что переболел цингой. Начальник экспедиции Б.А. Вилькицкий представил его к золотой медали «За усердие» для ношения на груди на Анненской ленте. Этой награды, утвержденной Высочайшим приказом 1 декабря 1915 года, из команды «Таймыра» удостоились еще шесть человек, которые «особенно отличились при исправлении серьезных повреждений корпуса корабля и были весьма полезны во всех трудных и опасных случаях» (Евгенов Н.И., Купецкий В.Н. Поощрения и награды личному составу экспедиции // Забытые герои Арктики. Люди и ледоколы. С. 521–522).

Забегая вперед, отметим следующий факт. 18 декабря 1926 года Б.А. Вилькицкий, живший в Брюсселе, написал письмо начальнику Гидрографического управления РККФ С.П. Блинову. В нем он просил оповестить о своем награждении золотой медалью Шведского общества антропологии и географии соплавателей по ГЭСЛО, справедливо полагая что «награды, получаемые мною, как представителем и бывшим начальником экспедиции, являются оценкой работы нас всех», «участников этого дела». В письме упомянут и М.М. Шунько (Б.А. Вилькицкий и Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана 1914–1915. М., 2022. С. 526).

После расформирования ГЭСЛО М.М. Шунько вновь оказался в Арктике. Он стал первым радиотелеграфистом постоянно действующей радиостанции на острове Диксон. Ее создание связано с экспедицией Б.А. Виль-



Рис. 1. «Таймыр» на зимовке 1914–1915 годов. Фотография сделана при лунном свете. Архив РГО



Рис. 2. Жилые дома и радиостанция на острове Диксон, 1915 год. РГАВМФ

кицкого. В 1915 году рассматривалась возможность второй зимовки «Таймыра» и «Вайгача». Для того чтобы разгрузить суда и распределить имеющиеся запасы продовольствия, часть команд ледокольных транспортов (40 человек — 4 офицера, 1 фельдшер и 35 нижних чинов) решили отправить пешим порядком в село Гольчиха на Енисее. На Диксоне для возможной зимовки экспедиции построили радиостанцию, жилой дом и баню (рис. 2). Вторая зимовка не состоялась, ледокольные пароходы пришли в Архангельск. Радиостанцию законсервировали (на Большую землю вывезли только радиооборудование) и в дальнейшем предполагали упразднить.

С ходатайством о сохранении радиостанции и организации на ней метеорологических наблюдений выступила Полярная комиссия при Императорской академии наук. Главное гидрографическое управление (в чьем ведении находилась радиостанция) поддержало инициативу, и 22 апреля 1916 года Совет министров постановил отпустить средства на организацию Диксоновской гидрометеорологической радиостанции. Ее начальником стал П.Г. Кушаков — участник полярной экспедиции Г.Я. Седова и начальник вспомогательной партии, построившей радиостанцию на Диксоне в 1915 году. В начале июня 1916 года личный состав станции, в том числе и М.М. Шунько, выехал из Петрограда в Красноярск. 15 августа впервые вышла на связь радиостанция, а через три дня начались регулярные гидрометеорологические наблюдения (Тихомиров И. Гидрометеорологическая станция на о[стро]ве Диксона // Записки по гидрографии. 1917. Т. ХLI. Вып. 1. С. 129–134).

После зимовки М.М. Шунько продолжил службу на Балтийском флоте. Здесь и застали его события 1917–1918 годов, благодаря которым он вновь попал в состав ГЭСЛО и в дальнейшем на долгие годы связал свою жизнь с Арктикой. 15 апреля 1918 года Б.А. Вилькицкого назначили начальником формирующейся в составе РККФ Гидрографической экспедиции Западно-Сибирского района Северного Ледовитого океана (так она именовалась официально на этапе формирования), в задачу которой входило изучение морей западного сектора Арктики. В своей деятельности он был вынужден приспосабливаться к реалиям новой власти. В частности, для экспедиции был необходим комиссар. На эту должность и назначили М.М. Шунько. Вилькицкий вспоминал: «В числе моих бывших соплавателей по “Таймыру” был радиотелеграфист унтер-офицер Шунько, славный и преданный мне малоросс, которого по расформировании экспедиции я устроил радистом на береговую станцию Морского

Генерального штаба в Петрограде (скорее всего, речь идет о назначении, состоявшемся в 1917 г. — Н. К.). В это время он совмещал должность радиотелеграфиста станции с должностью комиссара этой же станции, насчитывающей человек шесть личного состава. Шунько с радостью согласился идти со мной снова в Ледовитый океан, но мне едва удалось убедить его, что он нужен мне как комиссар, а не как радиотелеграфист.

Просить о назначении к себе кого-либо комиссаром по своему выбору было, конечно, невозможно. Но и в этом мне посчастливилось провести назначение Шунько так, как будто в его выборе я участия не принимал...» (Вилькицкий Б. Когда, как и кому я служил под большевиками. Воспоминания белогвардейского контр-адмирала. Архангельск, 2001. С. 11–12).

Б.А. Вилькицкий прибыл в Архангельск в июне, а 2 августа там произошел антибольшевистский переворот. ГЭСЛО вошла в состав Флотилии Северного Ледовитого океана Временного правительства Северной области. Несмотря на все трудности, вызванные Гражданской войной, уже в августе 1918 года «Таймыр» и «Вайгач» отправились в экспедицию по снабжению радиостанций, одной из целей которой была доставка оборудования для постройки радиостанции в Дудинке. 8 сентября «Вайгач» выскочил на подводный риф в Енисейском заливе и в дальнейшем погиб, но, несмотря на это, значительную часть задач экспедиции выполнить удалось. В частности, в 20-х числах сентября в Дудинку было доставлено оборудование радиостанции и ее личный состав, приступивший к постройке станции (Б.А. Вилькицкий и Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана 1914–1915. С. 417). «Своего бывшего комиссара Шунько я оставил в селе Дудинка, на Енисее, куда доходила линия телеграфной сети Сибири, снабдив его личным составом, техническим имуществом, продовольствием и деньгами и дав поручение построить там радиостанцию. С помощью этой радиостанции, через сеть моих станций Карского моря, Сибирь к зиме была связана телеграфом с Северной областью (Архангельском). Шунько оказался на высоте положения», — писал Б.А. Вилькицкий (Вилькицкий Б.А. Указ. соч. С. 16).

Начальником радиостанции в Дудинке М.М. Шунько остался и в первые годы советской власти (РГАВМФ. Ф. р-866. Оп. 2. Д. 8. Л. 1). О встрече с ним в сентябре 1920 года вспоминал будущий известный полярный радист Н.Р. Дождиков: «Максим Максимович встретил нас на пороге дома с штукатурным мастерком в руках. Его широкое лицо с румянцем во всю щеку было вымазано цементом: хозяин соорудил фундамент под нефтяной двигатель. Основные монтажные работы он закончил и собирался скоро запустить станцию» (Дождиков Н. В эфире Арктики. М., 1967. С. 42).

Должность начальника радиостанции Дудинки Шунько занимал до апреля 1920 года. В официальных служебных документах указано, что затем, до декабря 1922 года, он был «техником по радиочасти» Управления по обеспечению безопасности судоходства в Карском море и устьях сибирских рек (Убекосибирь). Думается, что именно до этого времени Шунько являлся начальником дудинской радиостанции. Возможно, что его должность в этот период называлась по-другому, так как Убекосибирь появилось лишь в июле 1922 года в результате реорганизации Обь-Енисейского гидрографического отряда, образованного в январе 1921 года (Государственный архив Омской области и его филиал в г. Таре. Путеводитель. Ч. 2. Омск, 1987. С. 105).

С Убекосибирью связаны восемь лет службы и работы М.М. Шунько в Арктике. Положение об Убеко на морях было объявлено в июне 1918 года: «Этим положением на морях образовывались местные органы Гидрографии (здесь и далее в цитате речь идет о Гидрографическом управлении. — Н. К.), объединившие в себе все существовавшие до того времени части гидрографической службы, каждая из которых была подчинена Гидрографии в отдельности, в одно целое для каждого моря; этим управлениям были предоставлены значительные права, обуславливающие их значение и самостоятельность в работе» (Блинов С.П., Мессер П.В. Столетие Гидрографического управления. Л., 1927. С. XIV). Из-за событий Гражданской войны изначально удалось создать лишь управление на Балтийском море (Убекобалт). Остальные появились лишь после завершения боевых действий в разных регионах.

Особенностями работы гидрографов Убекосибирь было не только наличие очень большого количества неисследованных или малоисследованных районов с суровым климатом и непростыми гидрометеорологическими условиями, но и то, что именно это управление было единственным, функционировавшим без опоры (в плане материального снабжения) на какой-либо порт. Из-за этого, как отмечено в одном из отчетных документов, «громоздкое количество времени и энергии затрачивается на самоснабжение всеми видами и самообслуживание» (РГАВМФ. Ф. р-866. Оп. 1. Д. 11. Л. 178).

Б.А. Сергеевский, возглавлявший Убекосибирь с 27 мая 1926 года, писал: «На Севере более, чем где-либо, необходима для мореплавания радиотелеграфная связь (всякая другая немыслима в условиях колоссальных пустынных пространств). <...> В задачу Отдельного [Объ-Енисейского] гидрографического отряда вошло

обслуживание и снабжение этих [построенных в Диксоне и Дудинке] радиостанций, а также развитие радиосети для практических целей мореплавания и организации наблюдений в целях изучения ледового и климатического режима района» (Сергеевский Б.А. Гидрографические исследования юго-восточной части Карского моря. Объ-Енисейский район. Л., 1936. С. 20). Эти работы продолжило Убекосибирь. На протяжении ряда лет их фактически возглавлял М.М. Шунько.

В Убекосибирь в 1922–1930 годах Шунько занимал следующие должности: помощник начальника Радиотехнического отдела (с 28 декабря 1922 года; исполняющий эту же должность — с 5 августа 1924 года); старший производитель работ Радиотехнического отдела (с 1 мая 1926 года) (РГАВМФ. Ф. р-866. Оп. 2. Д. 8. Л. 1–3). В официальных справочниках по личному составу РККФ (ВМС РККА) упоминается, что в 1922 году Шунько являлся начальником радиорайона Убекосибирь, а в 1923 году — помощником начальника Маячно-технического отдела Убекосибирь (Список личного состава Рабоче-крестьянского Красного флота. По состоянию на 1-е февраля 1924 года. Л., 1924. С. 477; Список начальствующего состава Военно-морских сил Рабоче-крестьянской Красной армии. М., 1932. С. 284). Скорее всего, речь идет об исполнении некоторых из этих должностей в течение непродолжительного времени.

В 1924 году в Омске М.М. Шунько женился на Агнии Михайловне Черепановой, родившейся в 1899 году (Исторический архив Омской области. Ф. р-580. Оп. 3. Д. 218. Л. 134).

На протяжении длительного периода Шунько, будучи старшим производителем работ, фактически возглавлял Радиотехнический отдел. Об этом, в частности, писал в политдонесении о четырехмесячной летней кампании Убекосибирь с 23 июня по 23 октября 1928 года комиссар управления И.В. Андреев-Долгов: «...начальник Радиотехнического отдела — инженер-строитель и в области радио специалистом не является, фактический же руководитель радиоделом Убеко произв[одитель] работ Шунько, по подготовке судовой радист, практик, обладает большим сомнением и пользуется покровительством начубеко, это все, чем он обладает, и что совершенно недостаточно для руководства этим сложным делом...» (РГАВМФ. Ф. р-866. Оп. 1. Д. 11. Л. 106). О причинах уничтожительной характеристики комиссара, имеющей мало отношения к профессиональной компетенции Шунько, будет сказано ниже. Отметим лишь, что на протяжении многих лет именно он отвечал за всю радиосвязь на огромной территории (рис. 3), находящейся в зоне ответственности Убекосибирь, и вполне успешно.

К 1933 году, когда Убекосибирь передали в состав Главного управления Северного морского пути, в его составе находилась развитая сеть радиостанций. Сергеевский приводит информацию о том, что в этот период она была «расширена оборудованием радиостанции в Усть-Енисейском порту (построена в 1922 г.) и радиостанции на берегу бухты Нового порта, вблизи устья р. Шунь-



Рис. 3. Схема радиотелеграфной сети станций Убекосибирь. Из книги: Сергеевский Б.А. Гидрографические исследования юго-восточной части Карского моря. Объ-Енисейский район. Л., 1936. С. 28



Рис. 4. Река Шунько-яга в районе Нового порта, 1920-е годы. РГАЭ

ко-яга. Открывшая свое действие в первую навигацию своего существования (в 1923 г.) в палатке, радиостанция теперь представляется целым поселком. Кроме того, в радиосеть Убукосибири до 1930 г. входила радиостанция в селе Обдорском на р. Оби. В 1929 г. была оборудована на средства Комитета Северного морского пути радиостанция в порту Игарке» (Сергеевский Б.А. Указ. соч. С. 29). В создании этой сети велика заслуга М.М. Шунько. Неслучайно его имя увековечено в топонимике. Помимо упомянутой Сергеевским реки Шунько-яга (рис. 4), на западном берегу Обской губы, недалеко от бухты Находка, в честь Шунько была названа сопка Максим-Бугор (Попов С. Имена радистов на карте Арктики // Радио. 1981. № 2. С. 14). Как справедливо отметил в своих электронных публикациях публицист В.В. Рыбин, в силу того что название сопки не зафиксировано в Государственном каталоге географических наименований, а река сейчас обозначена в нем как Пясядэйяха, со временем память о Шунько может окончательно исчезнуть с географической карты.

Сохранились аттестации, которые давало М.М. Шунько его непосредственное начальство. Эти документы помогают более зримо представить облик нашего героя. 18 ноября 1924 года начальник Убукосибири Н.Ф. Тимофеевский и комиссар Гагунов подписали следующую характеристику на Шунько: «Хороший радиоспец и техник, но нуждающийся в отношении административной и организационной деятельности распоряжений свыше [так в тексте]. Может быть крайне энергичным и работоспособным, но обладает малой собственной инициативой. Дисциплинарен, но с тенденцией обойти получаемые распоряжения. Обнаруживает упрямство и слабость в отношении к подчиненным. Опытный собиратель имущества, но бесхозяйственник в отношении отчетности» (РГАВМФ. Ф. р-866. Оп. 2. Д. 8. Л. 1).

В целом личные и деловые качества Шунько его начальство оценивало схожим образом на протяжении всей его службы. Приведем фрагмент аттестации за 1927–1928 годы, подписанной 31 октября 1928 года начальником Радиотехнического отдела Убукосибири А.А. Васильевым: «Работает в области своей специальности, радиотехники, с увлечением и любовью, проявляя при этом энергию, решительность и инициативу.

В отношении хозяйственных вопросов недостаточно внимателен и отсутствует планомерность в работе.

Выражение собственной воли и настойчивости недостаточно.

Как радиотехник и старый полярный работник, обладающий большим знакомством с условиями полярной

жизни на радиостанциях, приобретенным за многолетнюю службу, связанную с жизнью за полярным кругом, является, в этих отношениях, ценным работником. <...>

К общественной и политической работе пассивен.

Должности соответствует, на повышение не выдвигается. Перемещение, в связи со знакомством с местными условиями работы и знанием полярных радиостанций, нежелательно.

Кроме службы [в] Гидрографическом управлении может быть использован в военных портах по специальности, радиотехнике» (РГАВМФ. Ф. р-866. Оп. 2. Д. 8. Л. 4).

В 1928 году в жизни М.М. Шунько произошла история, едва не положившая конец его служебной карьере. Его отдали под суд за то, что он, пользуясь служебным положением, занимал деньги у своих подчиненных, боявшихся ему отказать. Суд оправдал Шунько, т. к. юридически он не являлся помощником начальника отдела в тот момент, когда брал деньги в займы, да и к началу судебного заседания он вернул половину взятой суммы (РГАВМФ. Ф. р-866. Оп. 1. Д. 11. Л. 83 об., 85, 93 об.). Эта история определенным образом повлияла на Шунько. «В отношении хозяйственных вопросов и во взаимоотношениях с подчиненными после пережитых моральных мер воздействия (судимость и вывод аттестации за 1928 г.) стал внимателен и уравновешен, не допуская ненормальностей, отмеченных аттестацией 1928 г.», — отметили члены аттестационной комиссии Убукосибири 21 ноября 1929 года (Там же. Л. 5). Помимо истории с займом денег (думается, нужных для каких-либо коммерческих операций) в документах среди «отрицательных явлений морального характера» упоминается «спекуляция товарами с туземцами» (Там же. Л. 4 об.).

В начале 1930-х годов в жизни М.М. Шунько открылась новая страница. После обучения в 1930 году на Специальных курсах командного состава ВМС РККА он продолжил службу на Дальнем Востоке. 25 ноября 1931 года его назначили исполняющим должность начальника Службы наблюдения и связи Краснознаменной Амурской флотилии (Список начальствующего состава Военно-морских сил Рабоче-крестьянской Красной армии. Издание 1932 года. М., 1932. С. 284). Что заставило Шунько покинуть Север и продолжить образование (благодаря чему он получил серьезное повышение по службе), неизвестно.

В дальнейшем он служил в образованных в 1932 году Морских силах Дальнего Востока (с 11 января 1935 года — Тихоокеанский флот). К сожалению, жизнь и служебная карьера М.М. Шунько трагически оборвались в годы репрессий. 14 сентября 1937 года, будучи в должности начальника Отдела связи Главного военного порта Тихоокеанского флота (Владивостока) в звании военинженера 3-го ранга он был арестован (в числе многих представителей командно-начальствующего состава флота). Ему предъявили обвинение по трем политическим статьям и 4 мая 1938 года приговорили к расстрелу (дата приведения приговора в исполнение неизвестна). 22 октября 1957 года М.М. Шунько посмертно реабилитировали (Мильбах В.С. Политические репрессии командно-начальствующего состава 1937–1938. Тихоокеанский флот. СПб., 2012. С. 128, 149, 211, 266).

Максим Максимович Шунько достоин доброй памяти потомков за тот вклад, который ему довелось внести в развитие радиосвязи на начальном и самом трудном этапе ее применения в высоких широтах.

Н.А. Кузнецов («Дом русского зарубежья имени Александра Солженицына»)

ВДОХНОВЕНИЕ В НАУКЕ: К ЮБИЛЕЮ НАТАЛЬИ ФЕДОРОВНЫ БЛАГОВЕЩЕНСКОЙ

Наталья Федоровна Благовещенская родилась в г. Вене, Австрия, 12 августа 1946 года. Ее отец — кадровый офицер, участвовавший еще в Советско-Финляндской войне, прошел с боями всю Великую Отечественную войну, принимал участие в освобождении Румынии, Венгрии, Австрии, Чехии. Свое детство Наталья Федоровна провела в Горьком (ныне — Нижний Новгород), а позднее ее семья переехала в Ленинград.

В 1968 году окончила Ленинградский электротехнический институт им. проф. М.А. Бонч-Бруевича по специальности «Радиосвязь». В институте она познакомилась со своим будущим мужем — Донатом Владимировичем, который, на наш взгляд, и определил ее будущую судьбу — стать талантливым ученым-радиофизиком. После окончания института Наталья Федоровна поступила в аспирантуру. Ее научным руководителем был Марк Павлович Долуханов — всемирно известный советский ученый в области радиосвязи, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. У многих радиофизиков и сейчас работы Марка Павловича являются настольными книгами.

Продолжая обучение в аспирантуре, в 1972 году вместе со своим мужем Наталья Федоровна приехала в Норильск, где работала на Норильской комплексной магнитно-ионосферной станции (КМИС), которая являлась филиалом Сибирского института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Сибирского отделения Академии наук СССР (СибИЗМИР СО АН СССР, с 1992 года — Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, ИСЗФ СО РАН). На КМИС Наталья Федоровна попала в коллектив молодых и инициативных исследователей, занимающихся вопросами космической погоды и распространения радиоволн. Впоследствии из этого замечательного коллектива вышли известные кандидаты и доктора наук, профессора, заслуженные деятели науки, а начальник КМИС Гелий Александрович Жеребцов в 1997 году стал академиком РАН. Основное направление работы Н.Ф. Благовещенской было связано с исследованием влияния геомагнитных условий и солнечной активности на условия распространения радиоволн в высоких широтах. Наталья Федоровна часто с большим теплом рассказывает о жизни и работе в Норильске, о том, что та школа, которую она прошла на КМИС, заложила основы и определила характер ее дальнейшей научной деятельности.

В 1978 году Наталья Федоровна защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «Радиофизика,

включая квантовую радиофизику». В 1979 году она вернулась в Ленинград и продолжила свою трудовую деятельность в научно-производственном объединении «Вектор». В «Векторе» она решила такую важную для обороноспособности нашей страны задачу, как влияние солнечных вспышек на сигналы загоризонтных систем радиолокации.

Позднее акцент исследований Натальи Федоровны изменился, ее основное внимание было уделено модификации ионосферной плазмы

химическими выбросами с космических аппаратов и мощным коротковолновым радиоизлучением. Как раз в 1981 году был сдан в эксплуатацию нагревной стенд Сура — один из самых мощных и технически оснащенных на тот момент нагревных комплексов в мире. Стенд располагался в Нижегородской области, недалеко от пос. Васильсурск. На стенде Сура Наталья Федоровна



Н.Ф. Благовещенская за работой. АНИИ, 2018 год. Фото Т.Д. Борисовой



Донат Владимирович и Наталья Федоровна Благовещенские. Норильск, 1974 год. Из семейного архива Н.Ф. Благовещенской



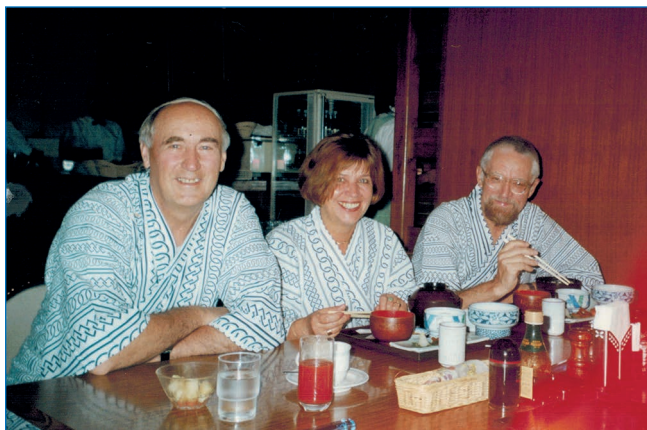
Н.Ф. Благовещенская, профессора, доктора наук О.А. Трошичев и В.С. Семенов на конференции в Саппоро. 2003 год.
Фото предоставлено О.А. Трошичевым

провела множество экспериментов, которые были направлены на изменение параметров космической погоды и условий распространения радиоволн.

В 1988 году Наталья Федоровна по приглашению Олега Александровича Трошичева пришла в отдел геофизики Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ).

В 1990 году в рамках научной программы NASA и Росгидромета Наталья Федоровна посетила Кубу. По данной программе изучались искусственные влияния на ионосферную плазму при помощи выбросов химических веществ с борта космического аппарата. Наталья Федоровна отслеживала движение облаков плазмы с поверхности Земли, чтобы оценить их характеристики. Помимо этого, были проведены исследования по влиянию запуска ракетносителя с космическим кораблем "Space Shuttle" с мыса Канаверал на характеристики коротковолновых радиосигналов.

В 1994 году Н.Ф. Благовещенская возглавила лабораторию радиофизических исследований. Лаборатория



Н.Ф. Благовещенская с коллегами на конференции в Саппоро. 2003 год.
Фото предоставлено О.А. Трошичевым



Н.Ф. Благовещенская за работой. Нагревной стенд EISCAT, 2015 год.
Фото Т.Д. Борисовой

занималась исследованием условий распространения радиоволн и параметров ионосферы, а также активными экспериментами на нагревном стенде Сура. Полученные результаты исследовательских работ сильно заинтересовали мировую научную общественность, и Наталью Федоровну пригласили провести серию экспериментов на нагревном стенде EISCAT/Heating (г. Тромсё, Норвегия). С этого года, вот уже более 30 лет, под руководством Н.Ф. Благовещенской и при ее непосредственном участии проводятся уникальные эксперименты по воздействию мощных радиоволн на высокоширотную ионосферу на основе коротковолновых нагревных комплексов EISCAT/Heating и SPEAR (арх. Шпицберген).



В гостевом доме на нагревном стенде EISCAT. 2011 год. Фото Т.Д. Борисовой

В 2002 году Наталья Федоровна защитила докторскую диссертацию по теме «Геофизические эффекты активных воздействий в околоземном космическом пространстве».

В 2009 году Н.Ф. Благовещенская способствовала подписанию соглашения между ААНИИ и Европейской научной ассоциацией некогерентного рассеяния (European Incoherent Scatter Scientific Association, EISCAT). В рамках этого соглашения специалисты института смогли выполнять регулярные эксперименты с использованием технических средств EISCAT (KB нагревной комплекс EISCAT/Heating и радар некогерентного рассеяния радиоволн), не имеющих аналогов в России, как по своим техническим характеристикам, так и по географическому положению.

В ходе этих исследований получены результаты, имеющие первостепенное значение для понимания физических процессов взаимодействия радиоволн с космической плазмой. Показано, что наиболее сильное взаимодействие волна — частица происходит вдоль силовых линий магнитного поля Земли (эффект магнитного зенита), выявлены методы триггирования локальных магнитных возмущений.

По данным выполненных экспериментов впервые обнаружено, что при определенном выборе режимов и частоты нагрева воздействие мощной KB радиоволны необыкновенной поляризации приводит к генерации искусственных возмущений, превосходящих по интенсивности искусственные возмущения, создаваемые при традиционно используемых для модификации верхней ионосферы мощных KB радиоволн обыкновенной поляризации.

Проводимые исследования по искусственной модификации ионосферы послужили толчком для развития научно-исследовательской станции «Горьковская» ААНИИ. Она превратилась из рядовой станции по мониторингу состояния ионосферы в уникальную площадку, где проводятся эксперименты по дистанционной диагностике искусственных ионосферных возмущений.

Сегодня Наталья Федоровна является известным и признанным специалистом в области исследования нелинейных процессов в высокоширотной ионосфере. Ею опубликовано более 100 работ в ведущих отечественных

и зарубежных научных журналах и одна монография. Она является автором многочисленных докладов на международных и всероссийских симпозиумах и конференциях. Неоднократно приглашалась за рубеж для проведения научно-исследовательской работы (Институт космической физики, г. Упсала, Швеция; Университет Тромсё и Европейская научная ассоциация некогерентного рассеяния (EISCAT), г. Тромсё, Норвегия). В 2015 году ее пригласили в Фудан университет (г. Шанхай, Китай) и Китайский институт по распространению радиоволн (отделение в г. Циндао) для чтения курса лекций по нелинейному взаимодействию мощных KB радиоволн с ионосферной плазмой. Научные исследования были поддержаны грантами РФФИ, РНФ и INTAS, Наталья Федоровна была руководителем этих проектов.

Н.Ф. Благовещенская является членом научного наблюдательного комитета EISCAT (Scientific oversight committee, SOC), Научного совета РАН «Солнце — Земля», членом рабочей группы по магнитосферно-ионосферным исследованиям в рамках Интегрированной системы наблюдений на Шпицбергене (WG1 SIOS), членом Американского геофизического союза (AGU) и COSPAR.

Наталья Федоровна награждена медалью «За доблестный труд», нагрудным знаком «Почетный работник Гидрометеослужбы России», в 2010 году ей присвоили звание «Заслуженный метеоролог Российской Федерации». Является победителем в конкурсе Международного союза радиосвязи (URSI) лучших научных работ в номинации «Женщины в радиофизике».

В нашем институте Наталья Федоровна создала уникальную школу по исследованию нелинейных процессов в ионосферной плазме, активно работает с молодыми специалистами отдела геофизики, передает накопленный опыт и знания. Как талантливый ученый и руководитель, она указывает нам на новые явления и подает идеи, которые становятся отправными точками для дальнейших исследований. Ее работа действительно создает новые знания.

Коллектив института искренне поздравляет Наталью Федоровну с 80-летием и желает больших творческих успехов!

Коллеги по ААНИИ



Н.Ф. Благовещенская (в центре) среди участников конференции, посвященной 45-летию нагревного стенда Сура. 2026 год.
Фото предоставлено оргкомитетом конференции

ЕВГЕНИЮ УАРОВИЧУ МИРОНОВУ — 75!

В 2026 году отмечает юбилей один из ведущих сотрудников ААНИИ — Евгений Уарович Мионов. Он родился 26 августа 1951 года в Ленинграде. После окончания средней школы в 1968 году поступил в Ленинградский гидрометеорологический институт, который успешно окончил в 1973 году, получив квалификацию инженера-океанолога.

После окончания учебы Евгений Уарович проходил воинскую службу в Вооруженных силах СССР, после ее окончания в 1975 году поступил на работу в ААНИИ в отдел ледового режима и прогнозов (ОЛРиП). Здесь он работал в должности инженера, младшего научного сотрудника, в 1984 году защитил кандидатскую диссертацию.

В 1986 году Е.У. Мионов становится старшим научным сотрудником ОЛРиП, где занимается ледовым режимом и вопросами прогнозирования ледовых условий западных арктических морей, Гренландского и Баренцева.

С 1994 года Евгений Уарович является руководителем ОЛРиП — одного из важнейших структурных подразделений ААНИИ, именно здесь ведутся исследования ледового режима российских арктических морей, разрабатываются методы краткосрочных и долгосрочных ледовых прогнозов, навигационные рекомендации и осуществляется ледовое обеспечение мореплавания в акватории Северного морского пути. В 2000 году он успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора географических наук «Изменчивость ледовых условий Гренландского и Баренцева морей и их долгосрочный прогноз».

В наши дни Е.У. Мионов является ведущим специалистом в области изучения ледового режима арктических морей, опасных ледовых явлений и ледяных образований, методов и технологий прогнозирования, организации систем мониторинга ледяного покрова.

Научная деятельность всегда была сопряжена с участием в экспедиционных работах. Евгений Уарович регулярно отправлялся в арктические экспедиции, где приобрел большой опыт. В 1977–1983 годах он работал в научно-оперативных группах Центрального района Арктики, а в 1982 и 1983 годах являлся руководителем таких научно-оперативных групп. С 1976 по 1985 год он ежегодно участвовал в авиационных ледовых разведках. А в 1987–1989 годах работал в составе морских

экспедиций ААНИИ на НИС «Профессор Зубов» (1987) и «Академик Шулейкин» (1988, 1989).

В 1998 и 2006 годах Е.У. Мионов являлся начальником международных экспедиций «Сахалин-1998» и «Са-

халин-2006». Они стали частью широкой программы по освоению нефтегазовых ресурсов Сахалинского шельфа. С 2012 по 2017 год он руководил комплексным проектом по исследованию состояния ледяного покрова в морях Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском по заказу НК «Роснефть». Успешная реализация проекта была необходима для освоения нефтегазовых месторождений на континентальном шельфе Арктики.

На протяжении почти трех десятилетий, с 1991 по 2019 год, Евгений Уарович был руководителем НИР Росгидромета по разработке новых методов ледовых прогнозов в аркти-

ческих и замерзающих морях. Под его руководством в 2006–2007 годах по заказу Минобрнауки РФ был выполнен проект АКМОН («Адаптируемый комплекс мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы для обеспечения морской деятельности в арктических и замерзающих морях России») по модернизации технологий мониторинга и прогнозирования ледовых и гидрометеорологических условий для



Е.У. Мионов в рабочем кабинете.
Фото из личного архива Е.У. Мионова



Е.У. Мионов (крайний слева) среди участников экспедиции «Сахалин-2006».
Фото из личного архива Е.У. Мионова



В экспедиции «Кара-зима-2013». Фото из личного архива Е.У. Миронова

обеспечения безопасности судоходства в арктических морях. С 2020 года по настоящее время Е.У. Миронов является научным руководителем комплексного проекта Росгидромета «Развитие моделей и методов мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы, океана, морского ледяного покрова, ледников и вечной мерз-

лоты, исследования процессов взаимодействия льда с природными объектами и инженерными сооружениями для Арктики».

Нельзя не отметить большую публикационную активность Евгения Уаровича. Он автор (соавтор) более 150 научных публикаций, включая пять монографий. Кроме того, на его счету более 80 докладов на российских и международных научных конференциях.

В 2025 году под руководством Е.У. Миронова разработан Национальный стандарт Российской Федерации «Прогноз ледовой обстановки в акватории Северного морского пути. Порядок испытаний методов ледовых прогнозов, их составления и выпуска».

Дополнительно к основной научной деятельности Евгений Уарович ведет постоянную педагогическую работу. Под его руководством студентами и аспирантами подготовлены и успешно защищены курсовые и выпускные квалификационные работы, кандидатские диссертации.

За свой труд Е.У. Миронов неоднократно представлялся к наградам. Он был награжден знаками «Почетный работник гидрометеослужбы России» (20.08.2001), «Почетный полярник» (16.12.2002), «Отличник разведки недр» (29.12.2018), а также целым рядом ведомственных грамот и благодарностей, в том числе Почетной грамотой Министерства образования и науки Российской Федерации (10.03.2010). Он также является лауреатом премии Росгидромета имени Ю.М. Шокальского и Е.И. Толстикова (12.02.2006), премии Росгидромета (05.07.2011). В 2019 году в составе авторского коллектива Евгений Уарович получил премию Правительства Российской Федерации в области науки и техники за работу «Определение характеристик ледяных образований морей российской Арктики и практическая реализация технологических решений по снижению рисков их негативного воздействия на морские нефтегазовые сооружения при освоении континентального шельфа».

Искренне желаем Евгению Уаровичу дальнейших успехов в делах, плодотворной работы и новых свершений.

А.В. Юлин (АНИИ)



Е.У. Миронов (4-й слева) на конференции, посвященной изучению льдов северных морей, в Мурманском филиале ААНИИ. 1980 год.
Фото из личного архива Г.К. Зубакина



Е.У. Миронов выступает на семинаре по итогам гидрометеорологического обеспечения морских операций в Арктике.
27 ноября 2025 года. Фото В.Ю. Замятина

1 июня 2026 г. ТАСС Наука. Ученые ФИЦКИА им. академика Н.П. Лавёрова УрО РАН считают, что даже при глобальном потеплении климата удаленные арктические острова останутся местами с суровыми климатическими условиями, где сохранятся холодолюбивые виды животных и растений. Такие животные — экварты — сумели пережить климатические изменения прошлого и живут в наши дни. <https://tass.ru/nauka/27594227?ysclid=mpybz5op6d115016512>

23 июня 2026 г. GoArctic. Ученые ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН выделили из полиметаллических руд Талнахского месторождения (Норильский промышленный район) новый вид экстремально устойчивой бактерии *Acidithiobacillus sibiricus*. Ее можно использовать для биовыщелачивания — природного процесса извлечения ценных металлов из серосодержащих руд. <https://goarctic.ru/nauka/superbakteriya-iz-norilskikh-rud-uchyenyey-vydelili-novyy-vid-mikroorganizmov-obeshchayushchiy-revolyu/>

26 июня 2026 г. РИА Новости. Комиссия ООН по границам континентального шельфа утвердила большую часть заявки России на 1,7 млн кв. км морского дна в центральной части Северного Ледовитого океана. Часть заявки на небольшую территорию между Северным полюсом и российскими архипелагами Земля Франца-Иосифа и Новая Земля комиссия признала недостаточно документированной и запросила дополнительные данные. <https://ria.ru/20260626/arktika-2101173092.html>

30 июня 2026 г. ААНИИ. Работы на корпусе НЭС «Иван Фролов», который строится по заказу института на АО «Адмиралтейские верфи», выполнены более чем на 50 %, спуск судна на воду планируется произвести в 2027 г. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/korpus-nes-%C2%ABivan-frolov%C2%BB-gotov-bolee-chem-napolovinu>

2 июля 2026 г. Science. Международная группа ученых, реконструировав эволюцию ландшафта Антарктиды, выяснила, что в ее оледенении ключевую роль сыграл разрыв континентов и так называемые «мантийные волны» — медленные гигантские потоки вещества в мантии Земли. Это сделало Антарктиду самым высоким континентом на Земле, а ее горы удержали массу снега, который со временем превратился в фирн и лед. Тектонические процессы кардинально повлияли на климат и запустили процесс оледенения. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adz6758>

9 июля 2026 г. ААНИИ. Исследователи из ААНИИ и Института океанологии РАН проследили «изотопный след» осадков над бассейном Балтийского моря и разработали методику, позволяющую точнее прогнозировать запасы водных ресурсов и планировать хозяйственную деятельность в регионе в условиях климатических изменений. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/uchyonye-aanii-predlozhili-novyy-metod-prognozirovaniya-vodnykh-resursov-baltiyskogo-regiona>

20 июля 2026 г. PNAS. Британские ученые установили, что замедление таяния арктических льдов, наблюдавшееся с 2005 г., закончилось: зимой 2024/25 г. площадь морского льда в Арктике сократилась на 5,8 %. Это самое резкое годовое падение за всю историю спутниковых наблюдений (с 1978 г.). <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2614134123>

27 июля 2026 г. GoArctic. Китайские ученые совместно с коллегами из других стран установили, что таяние арктических льдов высвобождает скопившиеся в них тонны частиц микропластика. Они, оказываясь на поверхности льда, ускоряют его разрушение. Так Арктика может стать «усилителем» глобального потепления. Высвобождение пластика также приводит к загрязнению морской среды. Ученые предлагают три варианта противодействия. <https://goarctic.ru/nauka/lyed-v-arktike-taet-i-vysvobozhdaet-mikroplastik-kotoryy-uskoryaet-tayanie-lda-eto-porochnyy-krug-ko/>

28 июля 2026 г. Phys.org. Инициатива «Полярный океан 2050» объединила 18 университетов и институтов Норвегии. Ее первый этап — научная экспедиция на исследовательском судне *Kronprins Haakon*, которое уже достигло Северного полюса. Подобные экспедиции будут проводиться ежегодно. Только многолетние наблюдения позволят увидеть долгосрочные тенденции и оценить, как и почему меняется Арктика. <https://phys.org/news/2026-07-arctic-ocean-north-pole.html>

3 августа 2026 г. Медиапалуба. На судостроительном заводе «Волга» на будущее головное гидрографическое лоцмейстерское судно ледового класса Arc7 «Павел Михаленко» (проект HSV05) установили рулевую рубку. Ее конструкция — достижение российских корабелов. Судно строится по заказу Госкорпорации «Росатом» для проведения гидрографических исследований, обслуживания навигационных знаков, обеспечения проводки судов во льдах. <https://paluba.media/news/219317?ysclid=mu1718xy1a755151228>

6 августа 2026 г. ААНИИ. В ходе работы дрейфующей станции СП-42 ученые проследили за суточной активностью мезозoopланктона в Арктике и установили, что даже в отсутствие солнечного света у него сохраняются циркадные ритмы. Оказалось, что у этих организмов биологические часы устойчивы благодаря смене приливов и отливов. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/dreyfuyuschaya-ekspeditsiya-sp-42-obysnila-mekhanizm-raboty-vnutrennikh-biologicheskikh-chasov-arkticheskogo-planktona-v-polnoy-temnote>

11 августа 2026 г. ТАСС. У Земли Франца-Иосифа успешно прошли испытания первой в мире возвращаемой стратосферной платформы для исследования Арктики и СМП (проект курирует Мурманский арктический университет). Эксперимент подтвердил возможность организации устойчивой радиосвязи в Арктике. Его результаты станут основой для совершенствования качества связи на СМП и приблизят создание независимой системы мониторинга, которая не привязана к данным зарубежных спутников. <https://tass.ru/nauka/28002459>

11 августа 2026 г. ААНИИ. Ученые из Института прикладной физики РАН и ААНИИ нашли способ дистанционно следить за изменением толщины льда на реках и озерах с помощью подводного акустического зонда. Эксперименты производились в Малом ледовом бассейне ААНИИ. Предложенный подход будет полезен при оценке безопасности ледовых переправ и позволит точнее рассчитывать риск весенних паводков. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/v-ledovom-bassejne-aanii-ispytali-metod-otsenki-bezopasnosti-vykhoda-na-led>

18 августа 2026 г. GoArctic. С 10 августа по 20 сентября 2026 г. специалисты на шведском ледоколе *Oden* и канадском ледоколе *Louis S. St-Laurent* проводят в Северном Ледовитом океане совместную экспедицию по картированию морского дна. В ее ходе суда достигли Северного полюса. Команды осуществляют сбор геофизических и гидрографических данных для определения и картирования внешних границ континентального шельфа Канады. На шведском ледоколе также работает исследовательская школа для аспирантов и молодых ученых. <https://goarctic.ru/nauka/kanadsko-shvedskaya-ekspeditsiya-dobralas-do-severnogo-polyusa-v-khode-rabot-po-opredeleniyu-granits/>

18 августа 2026 г. ScienceDaily. Ученые разных стран под руководством специалистов Бирмингемского университета (Великобритания) выявили ранее неизвестный природный механизм в Арктике. В зоне контакта тающего морского льда и открытой воды солнечный свет запускает химические реакции, которые за считанные часы во много раз увеличивают концентрацию частиц, формирующих облака. По мере потепления Арктики площадь таяния льда растет, вместе с этим — и зона активного образования частиц. Этот процесс необходимо будет учитывать в климатических моделях. <https://www.sciencedaily.com/releases/2026/08/260816044839.htm>

18 августа 2026 г. Nature Communications. Используя методы 3D-рентгеновской томографии, международная группа ученых под руководством Орхусского университета (Дания) установила, что структура бивня нарвала состоит из двух слоев — внешнего и внутреннего, закручивающихся в противоположные стороны. Именно это компенсирует изгиб и сохраняет ровность роста бивня. <https://www.nature.com/articles/s41467-026-75689-z>

21 августа 2026 г. РГО. В ходе российской комплексной экспедиции на архипелаг Земля Франца-Иосифа специалисты установили две автоматические станции мониторинга изменений климата на острове Земля Александры. Это расширяет сеть таких станций в Арктике, а также позволит отслеживать изменения теплового состояния криолитозоны архипелага. <https://rgo.ru/activity/redaction/news/uchenye-rasshiyat-set-avtomatizirovannykh-stantsiy-dlya-nablyudeniya-za-klimatom-v-arktike/>

24 августа 2026 г. РГО. На Геопортале РГО размещены первые материалы новой коллекции «Карты Сибири» (<https://geoportal.rgo.ru/catalog/karty-sibiri/>), посвященной истории освоения региона. Исследователям доступны два раздела: «Переселенческое движение в Сибири» и «Российская Арктика и Северный морской путь». <https://rgo.ru/activity/redaction/news/geoportal-rgo-predstavil-redkie-karty-rasskazyvayushchie-ob-osvoenii-sibiri-i-arktiki/>

25 августа 2026 г. GoArctic. Премьер-министр Канады М. Карни объявил о подписании крупного судостроительного контракта: правительство страны инвестирует более 11,3 млрд канадских долларов (8,15 млрд долларов США) в строительство шести ледоколов класса Polar Class 3 для Береговой охраны. Все они должны войти в строй к 2038 г. Это решение направлено на укрепление суверенитета Канады в Арктике. <https://goarctic.ru/politics/kanada-stroit-svoy-ledokolnyy-flot-iz-shesti-sudov-za-8-15-mlrd-vsya-seriya-dolzhna-voyti-v-stroy-k/>

4 сентября 2026 г. Mashnews. Холдинг «Вертолеты России» (Госкорпорация Ростех) представил на XVI Международном салоне «Комплексная безопасность» в Казани арктический вертолет Ми-38ПС. Воздушное судно предназначено для перевозки людей, грузов, выполнения санитарных, поисково-спасательных и других задач, обладает рекордной в своем классе дальностью полета. <https://mashnews.ru/rostex-pokazal-v-kazani-arkicheskij-vertolyot-mi-38ps.html>

9 сентября 2026 г. ТАСС. Контейнеровоз из Китая *Dubai Tower* достиг порта Тиспорт (Великобритания), пройдя по СМП. Это первый из восьми судовых рейсов, которые китайская судоходная компания Sea Legend планирует выполнять еженедельно в течение летнего навигационного сезона в Арктике. <https://tass.ru/ekonomika/28097063>

9 сентября 2026 г. GoArctic. Дрейфующая французская научная станция Tara Polar Station 9 сентября в точке 82°24' с. ш., 155°03' в. д. начала свой первый дрейф в Арктике. Это дало старт международной исследовательской программе Tara Polaris, рассчитанной на период до 2046 г. 12 исследователей в течение первой экспедиции, рассчитанной на 1,5 года, будут изучать экосистемы Арктики. <https://goarctic.ru/nauka/9-sentyabrya-frantsuzskaya-samokhodnaya-polyamaya-stantsiya-s-12-issledovatelyami-na-bortu-vmerzla-/>

14 сентября 2026 г. РГО. Завершен полевой этап проекта РГО «Русский Шпицберген», он проводился на архипелаге в августе–сентябре 2026 г. Ученые обследовали поселки Баренцбург, Пирамида, Колсбей и Грумант. По итогам обследований они создадут карту историко-археологических объектов русского присутствия на Шпицбергене. <https://rgo.ru/activity/redaction/news/na-bumagu-i-v-tsifru-uchenye-nachali-kartografirovat-russkoe-nasledie-na-shpitsbergene/>

22 сентября 2026 г. Российская Арктика. США, Дания и Гренландия подписали 22 сентября соглашение о безопасности в Арктике. Документ закрепляет за США право на постоянное военное присутствие на острове и создание двух новых баз. В то же время соглашение подтвердило суверенитет Датского королевства и право гренландцев на самоопределение. https://www.russian-arctic.info/arctic_news/ssha_danija_i_grenlandija_podpisali_soglasenie_o_bezopasnosti_v_arktike/

24 сентября 2026 г. РИА Новости. По предложению «Росатома» Правительство России присвоило безымянному проливу между островами Жохова и Вилькицкого в Восточно-Сибирском море имя капитана дальнего плавания и знаменитого отечественного писателя Виктора Викторовича Конецкого. В 1955 г. он впервые провел малые суда от Карелии до Камчатки по Северному морскому пути. <https://ria.ru/20260924/konetskij-2120058182.html?ysclid=mv0ypggtb891018558>

29 сентября 2026 г. ААНИИ. Согласно исследованиям ученых ААНИИ, полученным в ходе работы СП-42, рост температур в Центральной Арктике продолжается, а ледяной покров Северного Ледовитого океана с каждым годом становится тоньше. Средняя приземная температура воздуха в районе дрейфа с октября 2024 по июль 2025 года составила −14,7 °С, что на 0,9 °С выше среднего показателя. Толщина ледяного покрова в районе дрейфа составила 185 ± 2 см (рост за зиму около 60 см), что существенно ниже среднееголетней нормы. <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/rezultaty-sp-42-poteplenie-arktiki-ne-zamedlyaetsya>

Подготовила М.А. Емелина (ААНИИ)

