



РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК

№ 1 (43)
2021 г.

ISSN 2218-5321



В НОМЕРЕ:

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

А.Л. Никулина, Ю.В. Угрюмов, Е.Н. Потехина. Научно-исследовательские работы РАЭ-Ш на Шпицбергене в 2020 году	3
С.А. Семенов, С.Б. Лесенков, В.Т. Соколов. Исследования на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» в 2019/20 годах	6
Г.В. Алексеев, Е.И. Александров, Н.Е. Иванов. Особенности климата Арктики в 2020 году	11
В.М. Смоляницкий, Т.В. Петровский, К.Г. Смирнов, В.Т. Соколов. Результаты поддержки сети метеорологических дрейфующих буев в Евразийской Арктике в 2018–2020 годах	14
К.В. Фильчук, А.П. Макштас, С.Р. Веркулич, С.М. Ковалев, И.И. Василевич, Р.Е. Власенков. Арктическая пространственно-распределенная обсерватория. Комментарии к концепции.....	17
С.Р. Веркулич, Н.Э. Демидов, М.А. Анисимов. Разработка проекта организации мониторинга многолетнемерзлых грунтов высокоширотной Арктики на базе наблюдательной сети Росгидромета.....	23
М.В. Гаврило. Экспедиция «Белая чайка – 2020»	27
С.Д. Григорьева, М.Р. Кузнецова, Э.Р. Киньябаева. Опыт применения беспилотных летательных аппаратов в научно-прикладных изысканиях сезонных 63–66-й РАЭ в Антарктиде	31

СООБЩЕНИЯ

На воду спущена уникальная ледостойкая платформа «Северный полюс»	34
В.Ю. Соколова, А.Н. Усова. Арктические СПГ-танкеры совершили сверхпоздние рейсы по Северному морскому пути без ледокольной поддержки	35

К 100-ЛЕТИЮ ААНИИ

М.А. Емелина. Отдел оленеводства	36
М.А. Емелина. Деятельность Московского филиала	38

ДАТЫ

М.А. Емелина. К 135-летию со дня рождения выдающегося полярного исследователя В.Ю. Визе.....	42
Памяти Ивана Евгеньевича Фролова	45
Памяти Владимира Васильевича Баранова	46
Памяти Николая Ивановича Васильева.....	46
Памяти Валерия Александровича Викторова	47
Памяти Сергея Викторовича Фролова	47

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

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

А.К. Платонов (ответственный секретарь редакции)

С.Б. Баясников, А.А. Быстромович, М.В. Гаврило, М.А. Гусакова,
М.В. Дукальская, В.П. Журавель, А.В. Клепиков, С.Б. Лесенков,
С.Ю. Лукьянов, П.Р. Макаревич, А.С. Макаров, В.Л. Мартьянов,
А.А. Меркулов, В.Т. Соколов, А.Л. Титовский

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

Редакционная почта: rrg@aaari.ru

РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 1 (43) 2021 г.

ISSN 2218-5321

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

Отпечатано ИП Келлер Т.Ю.
194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, 9.
Заказ № _____. Тираж 100 экз..

Мнение редакции может не совпадать с позицией автора.

Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать материал.

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

На 1-й странице обложки: вверху – сотрудники зимовочного состава РАЭ-Ш ААНИИ и Мурманского УГМС освобождают запутавшегося в проволоке оленя (*Rangifer tarandus platyrhynchus*), пос. Баренцбург, Западный Шпицберген (фото М.А. Карандеева);
внизу – сентябрьский закат на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» (фото В.А. Бородкина).

На 4-й странице обложки: отлов моевок на площадке мониторинга ведет И.И. Чупин. О. Визе (фото М.В. Гаврило).

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ РАЭ-Ш НА ШПИЦБЕРГЕНЕ В 2020 ГОДУ

Российская научная арктическая экспедиция на архипелаге Шпицберген (РАЭ-Ш) ФГБУ «АНИИ» выполняет комплексные научные исследования и наблюдения природной среды архипелага и отвечает за координацию деятельности консорциума Российский научный центр на архипелаге Шпицберген, состоящего из 13 организаций Росгидромета, Роснедр и Минобрнауки России.

В пос. Баренцбург круглогодично работают зимовочный состав РАЭ-Ш и Гидрометеорологическая обсерватория «Баренцбург» Мурманского УГМС Росгидромета.

Помимо круглогодичных регулярных наблюдений, выполняемых зимовочным составом в пос. Баренцбург и окрестностях, в частности с использованием автоматических комплексов, на 2020 год РАЭ-Ш был запланирован большой объем сезонных полевых работ.

Однако в связи с пандемией коронавирусной инфекции и введенными ограничениями на передвижения между странами РАЭ-Ш столкнулась с огромными логистическими трудностями при доставке специалистов АНИИ на Шпицберген. Только очень ранний вылет, еще до введения запретов, позволил первой экспедиционной группе добраться до архипелага и начать полевые исследования. Уже в середине марта 2020 года архипелаг был полностью закрыт для въезда иностранных граждан. Некоторое ослабление ограничений летом позволило РАЭ-Ш разработать и реализовать новый маршрут по доставке специалистов на архипелаг: Мурманск — Киркенес — Тромсё — Лонгйир — Баренцбург с обязательным прохождением 10-дневного карантина в Норвегии.

Таким образом, удалось сменить членов зимовочного состава, находящихся на Шпицбергене более года. Количество сотрудников, постоянно работавших на научной станции в 2020 году, уменьшилось до восьми человек, а общий штат сезонной экспедиции составил всего 9 специалистов, которые работали при поддержке зимовочного состава. В связи со сложившейся ситуацией часть специальных и экспериментальных сезонных исследований была отменена, однако были полностью выполнены круглогодичные наблюдения, а также часть сезонных мониторинговых работ, что позволило сохранить непрерывность рядов данных.

В области метеорологии работы на Шпицбергене ведутся по трем направлениям. Наблюдение оптических микрофизических характеристик приземного аэрозоля ведется круглогодично, полученные данные анализируются совместно сотрудниками АНИИ и Институтом оптики атмосферы СО РАН. Внутригодовое распределение аэрозоля показало в июле и августе 2020 года ярко выраженные пики содержания мелкодисперсного аэрозоля, поступившего с воздушными массами из Западной и Восточной Сибири, где аномально высокие температуры воздуха привели к распространению лесных пожаров.

Изучение особенностей энергообмена атмосферы с подстилающей поверхностью выполняется при помощи градиентного метеоконспекса, измеряющего как атмо-

ферные параметры, так и температуру в почве и снежном покрове. В 2019–2020 годах наблюдения были дополнены экспериментальными работами на оз. Стемме по изучению энергомассообмена пограничного слоя атмосферы с водной массой и влияния ледового режима на тепловой и водный баланс водоема. В течение года измерялись метеопараметры при помощи автоматической метеостанции (АМС), температура и другие характеристики льда и снежного покрова, проводилась радиолокационная съемка озера с поверхности льда. Эти данные позволили валидировать модель термодинамики снежно-ледяного покрова пресноводных акваторий архипелага.

По направлению изучения радиационного баланса снежно-ледникового покрова полевые исследования провести не удалось. Но данные актинометрических наблюдений предыдущих лет вместе с данными двух АМС, установленных на леднике, и результатами обработки космических снимков, были использованы учеными института для верификации теплобалансовой модели поверхности ледника, позволяющей с большой точностью оценить абляцию его поверхности.

Мониторинг океанографических условий на внутренних акваториях архипелага Шпицберген был проведен в полном объеме. Весной и летом выполнено термохалинное профилирование в заливах Ис-фьорда, установлено несколько кратковременных подледных и придонных океанографических станций. Была успешно поднята притопленная автономная буйковая станция (ПАБС), проработавшая в Ис-фьорде полный календарный год. Вторая ранее установленная ПАБС была разрушена норвежским рыболовным траулером в октябре 2019 года, спустя несколько недель после ее установки в центральной части Ис-фьорда. Традиционные мониторинговые работы были расширены экспериментальными наблюдениями за изменением структуры льда и перераспределением энергии волн в прикромочной зоне припая в сотрудничестве с норвежскими и австралийскими учеными. Конечной целью этого проекта является разработка метода оценки воздействия ветрового волнения на ледяной покров. Наблюдения за характеристиками волнения в прикромочной зоне являются уникальными, они критически необходимы для понимания характера взаимодействия волн и льда и имеют важное практическое значение. Анализ первых результатов уже опубликован в журнале *The Cryosphere*.

На базе ровнемерного поста ГМО «Баренцбург» Мурманского УГМС функционирует полигон для проведения сравнительных испытаний различных автоматизированных средств измерений уровня моря. Работы выполняются совместно Мурманским УГМС, ГОИН и РАЭ-Ш АНИИ. В 2020 году парк средств измерений был дополнен еще одним ровнемером.

Комплексный мониторинг гидрологического цикла состояния водных объектов архипелага Шпицберген был проведен в сокращенном объеме двумя сотрудниками сезонной экспедиции при поддержке зимовочного со-



Рис. 1. Нивелировка створа для гидрологических наблюдений на р. Конгресс, Западный Шпицберген. Фото Н.Э. Демидова

става. Весной проводилась оценка распределения снежозапасов на водосборах рек и ледниках. Пространственное распределение снежного покрова не отличалось от распределения предыдущих лет, однако его плотность была сравнительно невысокая, в структуре отсутствовали ледяные корки, что указывает на отсутствие крупных оттепелей зимой 2020 года, суммарные запасы воды в снеге незначительно ниже среднегодовых за последние пять лет. Летом проводились наблюдения на трех, вместо обычных шести, реках бассейна залива Грэн-фьорд: измерялись уровень воды, расход воды и взвешенных наносов, ионный сток во фьорд (рис. 1). Кроме того, с весны по сентябрь велись наблюдения за уровнем и температурой на трех озерах, весной вертикальным профилированием была определена структура озер, химические свойства различных слоев воды. Особенностью этого года стали высокие температуры в летний период, в частности в июле, когда температура воздуха, регистрируемая ГМО «Баренцбург», повышалась до $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Эта температурная аномалия вызвала сильные ледниковые паводки на реках с ледниковым питанием, в то время как на реках с подземным питанием это явление не было выражено (рис. 2). Тем не менее суммарное количество вынесенной во фьорд пресной воды и твердых наносов сравнимо с измеренными в предыдущие годы.

Наблюдения за балансом массы и динамикой ледников Альдегонда и Западный Грэнфьорд велись с июня по сентябрь и показали увеличение абляции в 2019–2020 годах в полтора-два раза по сравнению с 2018–2019 годами за счет сравнительно раннего начала лета и аномально высоких температур: средняя температура, зарегистрированная АМС, установленной на леднике Альдегонда на высоте 350 м н. у. м. с мая по август составила $2,96\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2020 году против $1,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2019 году. Повышение абляции также зарегистрировано сотрудниками ИГ

РАН на леднике Восточный Грэнфьорд. Помимо мониторинговых наблюдений на ледниках, проведено георадиолокационное зондирование ледников Тавле, Эрман, Фритьоф, Западный и Восточный Грэнфьорд с целью изучения их внутренней структуры, соотношения объемов теплого и холодного льда, в сравнении с данными, полученными ИГ РАН в 2010–2013 годах. Еще одно направление исследований — это реконструкция дренажной системы ледника Альдегонда (рис. 3), а также источников питания реки Альдегонды с помощью георадиолокационной съемки и химического анализа вод. В результате установлена общая схема питания водотоков, их расположение под ледником и мореной, вклад талых, грунтовых и подземных вод в питание реки.

Полевые палеогеографические исследования организовать не удалось. Но обработка и анализ палинологических образцов, собранных на Шпицбергене в 2017–2019 годах, продолжались в лаборатории РАЭ-Ш в пос. Баренцбург. Построенная по результатам анализа споропыльцевая диаграмма торфяных отложений долины реки Колес позволила по характерным изменениям в составе спорово-пыльцевых спектров и соотношению основных доминантов выделить пять палинозон, отражающих этапы развития растительности в раннем и среднем голоцене. Также были продолжены современный палинологический мониторинг и отбор атмосферных осадков для анализа изотопов кислорода и водорода с целью определения источников и трансформации атмосферной влаги над архипелагом. Анализ особенностей изотопного состава атмосферных осадков, ледников, снежного покрова, озер и водотоков 2016–2018 годов, а также характерная линия метеорных вод для окрестностей пос. Баренцбург опубликованы в журнале «Лед и снег». Полевые исследования современного состояния и динамики многолетней мерзлоты состоялись в запланированном объеме. Мерз-

Рис. 2. Комплексная диаграмма гидрографов рек Западного Шпицбергена (слоя стока с поверхности водосбора) и метеорологических условий в июне–сентябре 2020 года (подготовила К.В. Ромашова)





Рис. 3. Георадиолокационное зондирование с антенной 50 МГц на леднике Альдегонда, Западный Шпицберген. Фото А.Л. Борисика



Рис. 4. Бурение мерзлоты в долине Холлендардален, Западный Шпицберген. Фото В.Э. Демидова

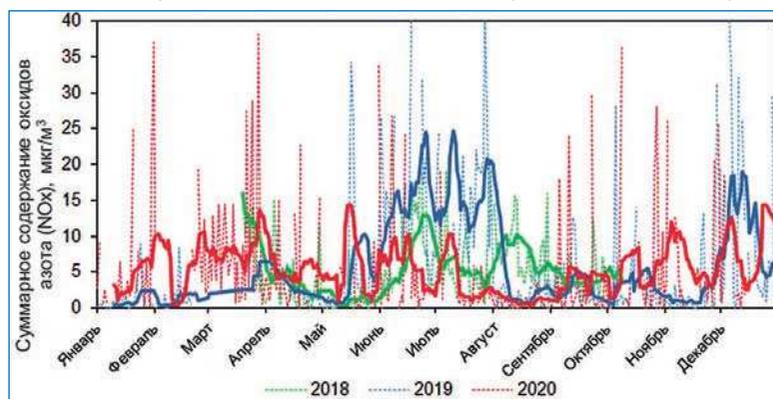
лотные формы рельефа, их происхождение и развитие, особенности строения многолетнемерзлых пород исследовались методами бурения, химического и физического анализа кернов, магнитометрической съемки (рис. 4). Новые скважины были оборудованы термометрическими косами для оценки термического состояния мерзлоты в разных ландшафтах Западного Шпицбергена. Выходы подземных вод разбуривались с целью выяснения их происхождения с помощью химического анализа в лаборатории РАЭ-Ш. На площадке CALM (Circumpolar active layer monitoring) проводился постоянный мониторинг температуры многолетнемерзлых пород и сезонного талого слоя. Его мощность составила в среднем 143 см, за все время мониторинга с 2016 года она менялась незначительно и не однонаправленно. Данные переданы в базу данных GTN-P (Global Terrestrial Network for Permafrost). Результаты исследований мерзлоты обобщены в нескольких статьях, опубликованных в реферируемых журналах.

Экологические исследования АНИИ на Шпицбергене включают несколько направлений: совместное с ММБИ РАН изучение накопления тяжелых металлов в бентосных организмах и в целом в морской и прибрежной экосистеме, разработка методик и поиск «новых» загрязняющих веществ группы перфторированных кислот в компонентах природной среды, анализ накопления загрязняющих веществ в криоконитах на поверхности ледников, мониторинг состояния приземного воздуха, логистическая и аналитическая поддержка экологического мониторинга района пос. Баренцбург и Пирамида СЗФ «НПО «Тайфун». Экологические работы были сокращены, в частности, был отменен анализ криоконитового материала. Сотрудники СЗФ «НПО «Тайфун» не смогли прибыть на архипелаг для проведения работ, поэтому сотрудники экспедиции и зимовочного состава РАЭ-Ш отобрали образцы природных сред по сокращенной программе, частично проанализировали в лаборатории РАЭ-Ш и законсервировали для дальнейшей отправки в Санкт-Петербург.

В лаборатории был проведен анализ донных отложений и бентосных организмов, отобранных в заливах Ис-фьорда в 2019 году, на содержание тяжелых металлов: ртути, железа, марганца, олова, свинца, цинка, меди и других. Результаты переданы специалистам ММБИ РАН, их обработка будет проводиться совместными усилиями. Сотрудники лаборатории провели частичную валидацию разработанной методики анализа перфторированных кислот в биологических объектах с помощью хромато-масс-спектрометрии, проанализировали содержание этой группы органических веществ в бытовых стоках пос. Баренцбург, бентосных организмах и рыбе. Данные свидетельствуют о наличии перфторированных кислот в стоках, что свидетельствует об их местном происхождении; заметные, но невысокие концентрации веществ найдены в морских организмах, что хорошо соотносится с данными других исследователей для Северной Атлантики и акватории Шпицбергена.

Станции мониторинга содержания газовых примесей в воздухе Баренцбурга работают в непрерывном режиме, измеряя содержание оксидов азота, серы, углерода, озона, ртути и взвешенных частиц наряду с метеорологическими параметрами непосредственно в поселке и на плато над ним. Это дает возможность оценить годовой ход концентраций газовых примесей, выделить их локальные и трансграничные источники. Сравнение данных последних трех лет показало снижение содержания оксидов азота в воздухе Баренцбурга в летний период, что связано с резким сокращением туристической активности в 2020 году, транспортной активности в поселке и редким заходом кораблей в залив (рис. 5). Это подтверждает предположение,

Рис. 5. Годовой ход суммарной среднесуточной концентрации оксидов азота в воздухе пос. Баренцбург в 2018–2020 годах. Сплошные кривые показывают 10-дневное сглаживание (подготовила Е.Н. Потехина)



что поступление оксида азота в приземный воздух происходит главным образом из местных источников и имеет сезонный характер. При этом содержание оксида серы в воздухе изменялось несущественно, так как его основным источником является круглогодично работающая ТЭЦ. Изменчивость содержания в атмосфере консерватив-

ных газов — диоксида углерода и озона — в большой степени сезонная и сравнительно одинакова по годам.

В пос. Баренцбург расположен пункт приема–передачи спутниковой информации, оснащенный тремя антеннами, что позволяет вести постоянный мониторинг гидрометеорологических условий в акватории СЛО и на побережье арктических морей. За год в ААНИИ передано более 1 ТБ данных. Эта информация используется для специализированного гидрометеорологического обеспечения судоходства в Арктике, в частности, ее использовали для обеспечения логистических операций по ротации экспедиционного состава экспедиции MOSAiC.

На базе РАЭ-Ш в пос. Баренцбург ведутся постоянные геофизические наблюдения состояния ионосферы и параметров распространения радиоволн коротковолнового диапазона на акватории Баренцева моря и вариаций солнечного излучения в различных диапазонах волн в 25-м цикле солнечной активности. Данные автоматически обрабатываются и передаются в ААНИИ для дальнейшего анализа сотрудниками отдела геофизики.

Международное сотрудничество и выполнение совместных научных и образовательных проектов является неотъемлемой частью деятельности на Шпицбергене. Однако в 2020 году большая часть международной активности была перенесена в онлайн формат, так прошли совещания Шпицбергенского научного форума, семинары «От суши к фьордам — обзор гидрологии Шпицбергена в 1973–2019 гг.» и «Морская инфраструктура Шпицбергена». На базе РАЭ-Ш проведен семинар для

студентов по арктической геологии в рамках соглашения о сотрудничестве с Университетским центром на Шпицбергене. Сотрудники ААНИИ участвовали в международном семинаре «Устойчивые побережья Шпицбергена» и внесли вклад в SESS Report 2020 — обзор изученности природной среды архипелага Шпицберген в 2020 году.

По результатам исследований в 2020 году сотрудниками ААНИИ опубликованы одна коллективная монография, 12 статей в рецензируемых журналах, две главы в научном сборнике, было представлено 20 докладов о состоянии и динамике природной среды Шпицбергена на различных российских и международных конференциях. Результаты российских исследований будут представлены на «Шпицбергенской научной конференции», которая планируется в Осло в ноябре 2021 года.

2020 год был сложным для организации исследований на архипелаге Шпицберген не только для российских, но и иностранных ученых. Однако РАЭ-Ш удалось выполнить поставленные задачи в максимально возможном объеме минимальными силами благодаря слаженности работы сезонной экспедиции и зимовочного состава, улучшению взаимодействия между профильными отделами института и взаимопомощи. По-прежнему остается актуальной проблема проезда на Шпицберген, в связи с чем в 2021 году состав сезонной экспедиции будет сокращен в три раза, ее сотрудникам придется совмещать функции и выполнять задачи по смежным дисциплинам с целью продолжить работу по всем научным направлениям.

*А.Л. Никулина, Ю.В. Угрюмов,
Е.Н. Потехина (ААНИИ)*

ИССЛЕДОВАНИЯ НА НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА МЫС БАРАНОВА» В 2019/20 ГОДАХ

Разрозненность, эпизодичность, фрагментарность в подходе к наблюдениям за природными явлениями несовместимы с задачей получения целостной картины взаимодействия природных сред во всем их многообразии и сложной взаимообусловленности. Максимально достижимая на данный момент целостность представлений об их состоянии и механизмах взаимодействия соответственно характеризует прогностический потенциал полученного знания. Применительно к функции Росгидромета речь идет о прогнозах погоды различной заблаговременности и о выявлении закономерностей в изменении планетарного климата. Эти задачи решаются путем гидрометеорологического мониторинга с опорой на разветвленную наблюдательную сеть Росгидромета.

Арктика — один из ключевых регионов глобальной климатической системы и область ярко выраженной манифестации ее изменений. Погодные процессы и климатические изменения в Арктике находят отклик на всей территории Российской Федерации в силу ее географического положения. Наблюдательная сеть Росгидромета в Арктике представлена рядом станций, выполняющих стандартные гидрометеорологические наблюдения, а также центрами, обеспечивающими, помимо стандартных наблюдений, выполнение дополнительных научных наблюдений и исследований. К числу подобных центров относится научно-исследовательский стационар ФГБУ «ААНИИ» Росгидромета «Ледовая база Мыс Баранова» на северном берегу о. Большевик архипелага Северная Земля. Этот берег омывается водами пр. Шокальского, соединяющего моря Карское и Лаптевых.

Стационар в определенной степени является наследником научно-исследовательской станции «Мыс Баранова» ААНИИ, основанной в 1987 году. После длительного периода консервации (с 1996 года) база была восстановлена в 2013 году в виде научно-исследовательского стационара (НИС), функционирующего в круглогодичном цикле. Гидрометеорологической станции «Ледовая база Мыс Баранова» присвоен синоптический индекс «20094».

Оперативное руководство стационаром и логистическое обеспечение его деятельности осуществляет Высокоширотная арктическая экспедиция (ВАЭ) ФГБУ «ААНИИ». Формирование программ научных наблюдений и исследований на стационаре, контроль их выполнения и методическое руководство происходит в тесном взаимодействии с научными отделами и лабораториями института.

С момента организации стационара его деятельность эволюционирует в направлении расширения комплекса наблюдений, совершенствования приборной базы, насыщения новыми средствами наблюдений и исследований. Укрепляется производственная инфраструктура стационара — лабораторная и жилая. Должное внимание уделяется транспортным средствам. Не ослабевает внимание к вопросам обеспечения безопасности персонала при проведении работ, как в полевых условиях, так и в пределах стационара. Пребывание в зоне обитания эндемического хищника — белого медведя — предъявляет специфические требования к соблюдению мер безопасности. Общий вид стационара по состоянию на летний сезон 2020 года представлен на рис. 1.



Рис. 1. НИС «Ледовая база Мыс Баранова» (летний сезон 2020 года).
Фото А.С. Парамзина

Материально-техническое снабжение стационара и ротация персонала выполняются главным образом морским транспортом. Сезонные операции в рамках экспедиции «Север» обеспечиваются авиацией. В 2019 году доставку на стационар персонала и генерального груза в количестве 300 т обеспечило НЭС «Академик Трёшников» (31.08–02.09.2019), в 2020 году — НЭС «Михаил Сомов» (04–06.09.2020). В рамках сезонной экспедиции было выполнено 4 рейса вертолета Ми-8 авиапредприятия «КрасАвиа».

В период с 1 сентября 2019 года по 31 августа 2020 года работы на стационаре в круглогодичном цикле выполнялись персоналом численностью 20 человек. В весенне-летне-осенний период в работах на стационаре дополнительно участвовали 11 специалистов из состава сезонной экспедиции «Север-2020».

На НИС «Ледовая база Мыс Баранова» работы выполнялись в соответствии с государственным заданием на 2020 год и были направлены на проведение научных и прикладных исследований в Арктике; внедрение современных технологий производства наблюдений за природной средой северной полярной области; увеличение объема гидрометеорологической информации для использования в оперативной практике; создание электронных архивов данных в области метеорологии, океанологии, гидрологии, гляциологии и палеогеографии; получение новых данных об аэрозольном загрязнении атмосферы и концентраций парниковых газов в высокоширотной Арктике; обеспечение национального вклада в сети КриоНет (Глобальная служба криосфер) и Базовую сеть радиационных наблюдений (БСРН) ВМО; развитие международных исследований в Арктике в рамках сотрудничества с научными учреждениями Финляндии, Германии, Японии и Кореи; развитие инфраструктуры стационара.

На стационаре осуществлялись наблюдения и оперативная передача в сеть телекоммуникаций Росгидромета синоптической и актинометрической информации и данных радиозондирований атмосферы.

Основные результаты работ 2020 года на стационаре: получена комплексная оценка современного состояния природной среды о. Большевик арх. Северная Земля и акватории пролива Шокальского; выполнены гидрометеорологические наблюдения в рамках проекта ВМО «Год полярного прогнозирования»; пополнены электронные архивы данных комплексного мониторинга атмосферных, ледовых, океанологических, гидрохими-

ческих, гидрологических и гляциологических процессов; получены новые данные об изменчивости термодинамических характеристик снежно-ледяного покрова и верхнего слоя вечной мерзлоты (по данным наблюдений и моделирования).

В годовом цикле выполнялся широкий комплекс стандартных наблюдений — метеорологических, актинометрических, аэрологических и ледовых.

Аэрологическое зондирование на стационаре ведется непрерывно с 2013 года. В период 01.09.2019–31.08.2020 зондирование производилось одноразовое, в срок 00 UTC. Пропусков в наблюдениях допущено не было, за весь период работы произведено 366 аэрологических зондирований. Средняя высота температурно-ветрового зондирования составила 30,79 км.

В годовом цикле в значительном объеме производились специальные метеорологические наблюдения по следующим направлениям:

- исследование химического состава аэрозоля в приземном слое атмосферы методом отбора проб;
- измерение составляющих радиационного баланса по программе Базовая сеть радиационных наблюдений;
- измерение концентрации и суммарного содержания озона в приземном слое атмосферы, измерение УФ-радиации;
- отбор проб атмосферных осадков, озерной воды и снега в районе станции и за ее пределами;
- снегомерные съемки на припайном льду (анализ структуры снежного покрова — высота и плотность снежного покрова, а также измерения альbedo подстилающей поверхности);
- наблюдения за удельной электрической проводимостью воздуха и напряженностью электростатического поля;
- измерение температуры, влажности, турбулентных потоков тепла и парниковых газов;
- экспериментальное исследование параметров тропосферы с помощью абсолютного радиометра водяного пара (РВП);
- дистанционное измерение профиля температуры воздуха в слое 0–1000 м.

По широкому спектру направлений были представлены специальные метеорологические наблюдения в рамках международного сотрудничества ФГБУ «АНИИ».

В рамках сотрудничества с Финским метеорологическим институтом (ФМИ) производились измерения:

- концентрации парниковых газов (CO, CO₂, CH₄), диоксида серы и водяного пара,
- количества аэрозольных частиц и их распределение по размерам,
- содержания сажевого углерода в приземном слое атмосферы,
- турбулентных потоков тепла,
- профиля температуры в вечной мерзлоте,
- профиля температуры в припайном льду.

На НИС «Ледовая база Мыс Баранова» выполнялся комплекс исследований в рамках сотрудничества с ГГО им. Воейкова Росгидромета — осуществлены определения химического состава снега, осадков и проб воды из озер. В сотрудничестве с Институтом оптики атмосферы Сибирского отделения Российской академии наук осуществлены наблюдения за аэрозольной оптической толщиной в области спектра 0,34–1,6 мкм, счетной и массовой концентрацией аэрозоля, массовой концентрацией «сажи» в приземном слое атмосферы, а также отбор проб воздуха на фильтры для последующего анализа в стационарных условиях.

В сотрудничестве с Университетом Трира (Германия) выполнялись:

- дистанционное измерение профилей температуры, скорости и направления ветра,
- измерение характеристик турбулентности в приземном слое атмосферы.

По договору с Национальным институтом полярных исследований Японии производились измерения концентрации сажевого аэрозоля.

В сотрудничестве с Корейским исследовательским полярным институтом (КИПИ, Республика Корея) проводились совместные исследования по программе «Влияние изменения климата на вечную мерзлоту и экосистему полярных районов»:

- измерения основных метеорологических параметров приземного слоя атмосферы,
- измерение характеристик радиационного баланса различных видов подстилающей поверхности,
- измерение температуры, влажности, турбулентных потоков тепла и парниковых газов.

Геомагнитные наблюдения ведутся на НИС с 2017 года и к настоящему времени включают в себя:

- непрерывную регистрацию в автоматическом режиме вариаций трех компонент магнитного поля Земли (МПЗ) с использованием магнитовариационной станции на базе феррозондового магнитометра;
- непрерывную регистрацию в автоматическом режиме модуля индукции магнитного поля Земли при использовании процессорного оверхаузеровского датчика — магнитометра;
- риометрические наблюдения за уровнем космического радиоизлучения от внеземных постоянно излучающих источников (в рамках изучения структуры и состава высокоширотной ионосферы Земли, воздействия излучений Солнца на высокоширотную ионосферу);
- спектральные наблюдения кратковременных и месячных флуктуаций интенсивности солнечной УФ-радиации.

Выполнялись океанографические наблюдения в проливе Шокальского, ориентированные на измерения течений, на выполнение термохалинного зондирования в отдельных точках и на разрезах через пролив, на наблюдения за уровнем моря.

Проведены исследования морского льда пролива Шокальского, включающие цикл морфометрических на-

блюдений на основном полигоне и в дополнительных характерных точках; измерения динамических процессов во льду с применением сейсмометров.

Состав ледовых наблюдений выходит далеко за рамки стандартного перечня. Проводились исследования:

- морфологических характеристик ровного льда и его механических свойств,
- пространственно-временной неоднородности строения и физических свойств льда,
- динамики льда,
- точности определения толщины ледяного покрова различными методами.

Выполнены наблюдения за вертикальным распределением характеристик прочности льда с помощью скважинного зонд-индентора; проведены испытания прочности образцов льда с помощью гидравлического пресса и работы по изучению прочности льда на изгиб.

Состав научных наблюдений на стационаре расширяется в весенне-летне-осенний период работы сезонного отряда экспедиции «Север». Несмотря на ряд трудностей логистического характера, обусловленных пандемией коронавируса, в 2020 году в значительном объеме были выполнены принципиально важные исследования и работы по следующим направлениям: гидрологические (исследования водных объектов суши), гляциологические и палеогеографические, топографо-геодезические, медико-экологические работы и ряд специальных метеорологических наблюдений.

В результате этих работ выполнены:

- наблюдения за запасами воды в снежном покрове на водосборах рек острова (Мушкетова, Без названия, Базовая),
- наблюдения за стоком воды с водосборов рек острова,
- мониторинг метеорологических параметров водосборов рек при помощи автоматической метеорологической станции НОВО U-30 на водосборе р. Базовая,
- наблюдения (с переустановкой вытаявших мерных вех) на гляциологических полигонах на ледниках Мушкетова и Семенова-Тян-Шанского,
- контрольные измерения положения реперов геодезической сети, заложенных в 2015–2019 годах (заложено 2 новых репера),
- уточняющая батиметрическая съемка оз. Твердое,
- контрольные топографо-геодезические измерения уровня воды оз. Спартаковское (питание от ледника Семенова-Тян-Шанского),
- наблюдения за динамикой оттаивания и заморзания почвогрунтов по данным семи мерзлотомеров,
- палеогеографические исследования в долине ручья на западном побережье залива Ахматова,
- специальные метеорологические наблюдения по теме измерения потоков углекислого газа на границе деятельного слоя почвы и приземного слоя атмосферы газоанализатором Li-Cor 8100,
- медико-экологические исследования с целью оценки антропогенного воздействия на водные экосистемы в результате функционирования НИС, а также с целью получения на систематической основе информации о гидрохимическом режиме и уровнях загрязнения компонентов природной среды в объеме, необходимом для оценки современного состояния экологической системы исследуемого региона.

В ходе палеогеографических исследований в долине ручья на западном побережье залива Ахматова об-



Рис. 2. Палеогеографические работы в долине ручья на западном побережье залива Ахматова, о. Большевик.
Фото И.С. Ёжикова

наружено и описано новое редкое обнажение морских отложений различного возраста и условий осадконакопления (рис. 2). Собрана коллекция раковин моллюсков, костей морских млекопитающих животных, отобраны образцы для датирования отложений и определения природных условий бассейна осадконакопления.

Измерения потоков углекислого газа на границе деятельного слоя почвы и приземного слоя атмосферы газоанализатором Li-Cor 8100 продемонстрировали хорошую согласованность с результатами измерений Li-7500 (КИПИ) и Picarro G2401 (ФМИ). В период 17.08–7.09.20 получено 5300 измерений потоков CO_2 на покрытом растительностью увлажненном участке и на глинисто-каменистом участке. Средние величины потока на каждом участке составили 2,7 и 1,5 $\mu\text{моль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ соответственно.

Большой массив данных наблюдений высокого качества за уровнем моря получен с помощью уровнемера НОВО Water Level. Наблюдения показывают (рис. 3), что в районе стационара доминирует полусуточный прилив M_2 . Отчетливо проявлено полумесячное неравенство — лунный полумесячный прилив M_f . В период работы уровнемера 20.11.19–15.05.20 с дискретностью 15 минут выполнено 16971 измерение.

Оценка динамических изменений гидрохимического режима в озере Твердое и в ближайших реках свиде-



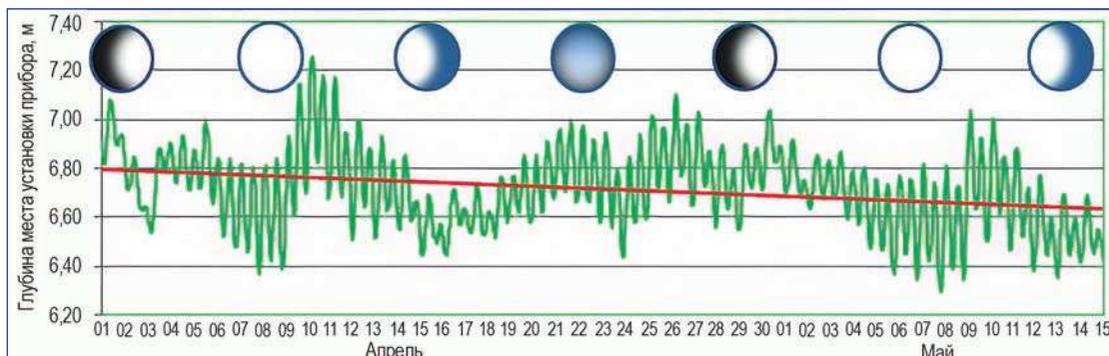
Рис. 4. Наблюдения за стоком воды с водосборов рек острова Большевик.
Фото А.С. Парамзина

тельствует, что антропогенная нагрузка на исследуемые водоемы незначительна и не превышает способности водных объектов к самоочищению. Установлено, что водоснабжение станции соответствует санитарно-химическим нормативам.

Наблюдения за стоком воды с водосборов рек острова показали, что сезонный сток в 2020 году отличался повышенной продолжительностью периода стока и количественными показателями гидрологического режима выше среднего (рис. 4).

Погодные условия последнего года, как аномально теплое, вполне определенно характеризуются температурой воздуха. Среднее за 2020 год значение приземной температуры воздуха составило $-8,9^\circ\text{C}$, что превышает значение нормы, рассчитанной за период 2014–2020 годов, на $2,4^\circ\text{C}$. Средняя температура в августе 2020 года составила $+3,7^\circ\text{C}$, что превышает норму для августа на $1,6^\circ\text{C}$. Август был самым теплым месяцем в летний сезон 2020 года. Примечательно, что 5 августа была зафиксирована максимальная за период наблюдений температура воздуха $+17,8^\circ\text{C}$. 24 и 30 июня 2020 года были зафиксированы грозы, сопровождавшиеся выпадением ливневых осадков — 6,6 и 1,3 мм соответственно. Отмечались случаи чрезвычайно редких для данного района кучевых (Cu) и кучево-дождевых (Cb) форм облачно-

Рис. 3. Измеренные уровнемером НОВО Water Level (ware U20-001-01) колебания уровня моря. На вертикальной оси — глубина в метрах (без привязки к Балтийской системе высот) места установки прибора. Красная линия обозначает тенденцию общего понижения уровня за приведенный период (апрель – май 2020 года). В верхней части рисунка — фазы Луны



сти. На рис. 5 представлены графики среднегодовой приземной температуры воздуха (а) и средней температуры августа (б), рассчитанные за период 2013–2020 годов. Положительные тренды этих характеристик находятся в согласии с аналогичными данными в целом по территории Российской Федерации и Северному полушарию. Между тем наблюдаемая значительная межгодовая изменчивость погодных условий на данном временном отрезке призывает к сдержанности в прогностических оценках.

Результаты аэрологического зондирования свидетельствует о сохранении основных характеристик тропопазы на уровне средних значений, рассчитанных за период наблюдений (с 2013 года): средняя высота тропопазы 9428 м, средняя температура — минус 60,3 °С.

По данным наблюдений в период 2017–2020 годов семью мерзлотомерами (в пределах территории НИС и вблизи русел основных рек острова — Мушкетова, Без названия, Базовая) в последние два года отмечается постепенный рост глубины оттаивания на 20–40 см со смещением сроков достижения максимального оттаивания на 1–2 месяца позднее — на вторую половину сентября.

Анализ данных стандартных ледовых наблюдений за период 2015–2020 годов позволяет заключить, что в последние два года:

- наблюдались существенно более поздние даты (на 2–6 недель позднее) «устойчивого перехода температуры воды через ноль» (один из стандартных параметров) — первая-вторая недели октября;
- отмечено более позднее начало устойчивого ледообразования; дата первого полного замерзания наступает на 1–2 месяца позднее (в 2020 году — 24 января);
- с наступлением лета отмечается более ранний (на 2–4 недели) переход температуры воздуха через ноль;
- окончательное разрушение припая наступало раньше на 2–4 недели (самое раннее — 14 июля 2020 года).

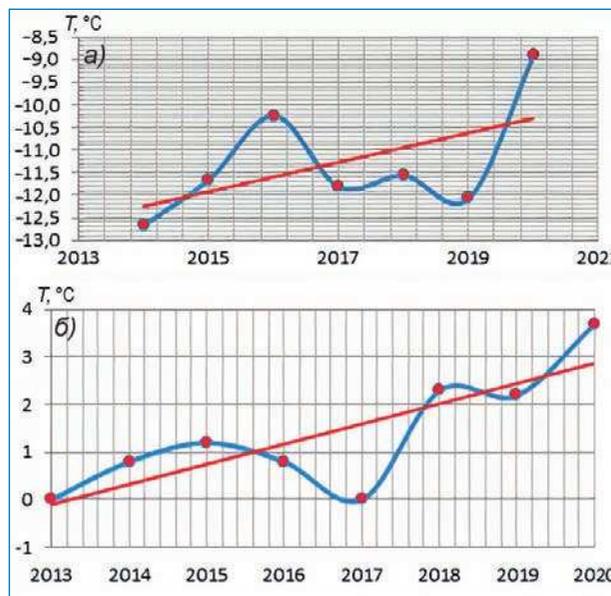


Рис. 5. Среднегодовая приземная температура воздуха (а) и средняя температура августа в период 2013–2020 годов (б) по данным метеонаблюдений на НИС «Ледовая база Мыс Баранова»

В одном из мест проведения топографо-геодезических работ, в районе закрытой гидрометеорологической станции «Песчаный» документально установлен факт разрушения геодезического репера в результате постепенной деградации берега предположительно по причине усиления штормовой активности.

По данным гляциологических наблюдений установлено значительное таяние ледников в 2020 году, что вызвано аномально высокой летней температурой воздуха (+2,3 °С по данным метеостанции НИС) и большой продолжительностью периода с положительными температурами воздуха

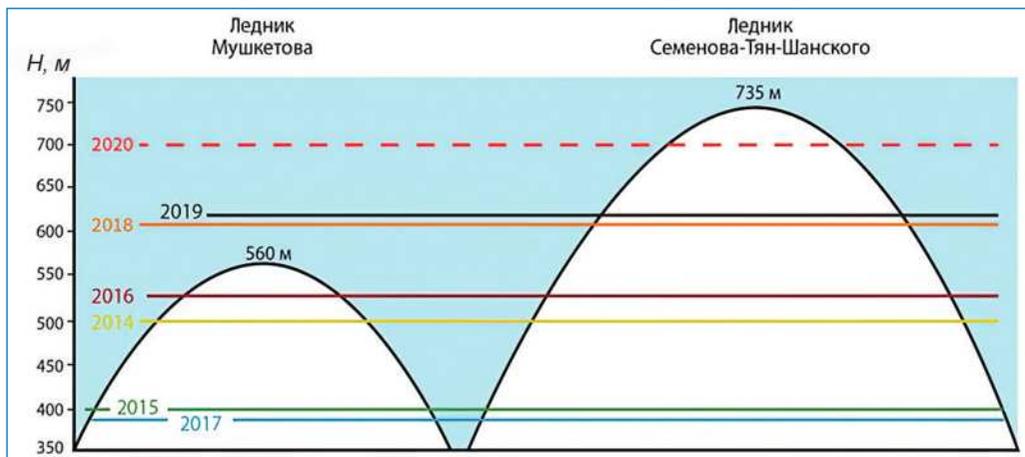
(средняя температура в сентябре +2,8 °С). За период абляции с июня по сентябрь на леднике Мушкетова стаяло в среднем 1,57 м льда (осреднено по 24 снегомерным вехам), что составило в целом 0,14 км³ (0,13 км³ воды). Последние три года баланс массы ледника Мушкетова отрицательный.

По данным контрольных топографо-геодезических измерений уровня воды оз. Спартаковское (питание от ледника Семенова-Тян-Шанского) зафиксирован подъем уровня воды в озере за один год на 35 м. Примечательно, что до отметки, при которой в 2016 году произошел катастрофический сброс воды, осталось 25 м.

Последние три теплых летних сезона 2018–2020 годов характеризовались убыванием снега и льда для относительно низкого ледника Мушкетова, но менее значительным убыванием массы для высокого ледника Семенова-Тян-Шанского (рис. 6; любезно предоставлен Д.Ю. Большияновым).

По оценке д-ра геогр. наук Д.Ю. Большиянова, в ближайшие 4–5 лет снова ожидается прирост массы ледников из-за 5–10-летнего циклического чередования холодных и теплых летних сезонов на Северной Земле. Так было 50 лет назад, когда на другом острове архипелага — острове Октябрьской Революции — на леднике

Рис. 6. Эволюция положения снеговой линии (высоты границы питания) ледников Мушкетова и Семенова-Тян-Шанского в период 2014–2020 годов



Вавилова в течение 15 лет работал круглогодичный ледниковый стационар ААНИИ, на котором была зафиксирована 5–10-летняя цикличность в повторении теплых летних сезонов, сопровождаемых интенсивным таянием снега и льда. Покровное оледенение архипелага Северная Земля является важным элементом глобальной климатической системы. Продолжение ряда наблюдений на ледниках архипелага представляется настоятельно необходимым.

Работы зимовочного состава НИС «Ледовая база Мыс Баранова» и сезонного отряда экспедиции «Север-2020» были обеспечены современными измерительными приборами и комплексами, что позволило получить высококачественную информацию.

В настоящее время наблюдения на стационаре продолжаются в рамках очередной круглогодичной экспедиции с участием 20 специалистов в соответствии с программой научных наблюдений. Программа



Рис. 7. Погрузочно-разгрузочные работы на НЭС «Академик Трёшников». Фото из архива ВАЭ

наблюдений сохраняет комплексный характер. Можно уверенно предположить, что значение стационара как самой северной российской обсерватории в наблюдательной сети Росгидромета будет не только сохраняться в обозримом будущем, но и возрастать в качестве важного звена в логистической цепи обеспечения морской научно-экспедиционной деятельности в Арктике. Импульс в развитии этой деятельности, безусловно, будет придан в ближайшие годы вводом в строй флота Росгидромета Ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс».

Следует ожидать также возрастания роли авиационного сообщения в арктических регионах. В этом аспекте район стационара располагает потенциалом воссоздания взлетно-посадочной полосы для приема самолетов различного класса.

*С.А. Семенов, С.Б. Лесенков,
В.Т. Соколов (ААНИИ)*

ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА АРКТИКИ В 2020 ГОДУ

Изменения климата в Арктике привлекают особое внимание мирового сообщества, и одной из причин этого является эффект, выражающийся в более интенсивном потеплении и сокращении площади и толщины ледяного покрова в Северном Ледовитом океане и получивший название «арктическое усиление». В слежении за изменениями важная роль принадлежит наблюдениям на сети гидрометеорологических станций, большая часть которых в Арктике входит в государственную наблюдательную сеть Росгидромета. При оценке температуры к Арктике обычно относят область севернее 60° с. ш. Акватория Северного Ледовитого океана с морским льдом на поверхности занимает область севернее 70° с. ш., поэтому мы оцениваем температуру и в этой области, а также в области максимального распространения морского льда (морская Арктика).

Изменения температуры в этих областях, определенные по данным метеорологических станций, показывают рост, особенно в последние 10 лет, на которые приходится наибольшее число крупных положительных аномалий. Оценки изменения температуры воздуха в северной полярной области (СПО) и в арктических морях по данным 250 метеорологических станций, дополненным данными дрейфующих буев, показали (табл. 1), что 2020 год в СПО по рангу теплых лет оказался вторым теплым годом после 2016 года за период с 1936 года. Заметим, что глобальная средняя температура в 2020 году была второй самой высокой (после 2016 года), а в Северном полушарии — первой.

Наибольшие аномалии отмечены осенью во всех широтных зонах СПО. Пространственное распределение аномалий сезонных температур показывает наибольшие

Таблица 1
Аномалия температуры воздуха (относительно 1961–1990 годов) и ранг аномалий (R) в широтных зонах СПО в 2020 году

Зона, °с.ш.	Год	R	Зима	R	Весна	R	Лето	R	Осень	R
70–85	3,6	2	3,0	7	4,0	2	1,3	3	5,4	1
60–70	2,9	1	3,2	3	3,5	2	1,7	3	3,3	1
60–85	3,2	2	3,1	3	3,7	2	1,7	2	4,2	1

положительные аномалии весной и осенью (более 9 °С) в Западной Сибири. Летом здесь и в Восточной Сибири отмечены вторые наибольшие значения для этих районов с 1936 года.

На побережье и островах арктических морей самые высокие значения положительных аномалий отмечены в Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском морях (табл. 2).

Если в зимние месяцы и в марте аномалии 2020 года не выделялись из общего ряда, то начиная с апреля развивается быстрое повышение температуры, и по

Таблица 2
Аномалии температуры воздуха летом 2020 года в арктических морях

Море	Аномалия, °С	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия, °С)	Наиболее холодный год (аномалия, °С)
Карское море	3,5	1	2020 (3,5)	1968 (–1,2)
Море Лаптевых	2,4	3	2019 (3,2)	1962 (–1,5)
Восточно-Сибирское море	2,1	3	2007 (3,7)	1949 (–1,6)
Чукотское море	1,3	9	2007 (3,9)	1965 (–1,6)

Таблица 3

Аномалии среднемесячной температуры ($^{\circ}\text{C}$) воздуха в широтных зонах СПО и в морской Арктике в первой половине 2020 года

Зона	Месяцы, 2020					
	I	II	III	IV	V	VI
60–85° с.ш.	2,6	3,7	3,6	4,4	3,2	2,4
Ранг	9	7	6	2	1	1
70–85° с.ш.	2,0	3,6	3,4	5,3	3,3	2,1
Ранг	18	8	9	1	1	2
60–70° с.ш.	3,3	3,8	3,8	3,5	3,1	2,6
Ранг	4	4	3	3	1	2
Морская Арктика	2,2	3,5	4	6	3,3	2,4
Ранг	11	7	6	1	1	1

июнь аномалии оказались самыми большими за период с 1936 года (табл. 3).

Средняя температура воздуха в области морской Арктики (рис. 1б) рассчитывается по данным наблюдений на 41 метеостанции. По рангам среднемесячных аномалий видно, что зима 2020 года не была среди самых «теплых» зим за период с 1951 года (начало наблюдений на всех станциях). Но с апреля по июнь температура оказалась самой высокой за период наблюдений, а летняя температура — третьей в ряду теплых летних сезонов. Такой рост температуры в период таяния привел к быстрому сокращению общей площади льдов, которая следует за летней температурой (рис. 1в). В сентябре минимум средней площади льда в СЛО составил 3,74 млн кв. км, что близко к минимуму 2012 года.

Изменения средних зимней и летней температур воздуха на акваториях Северного Ледовитого океана, через которые проходят трассы Северного морского

пути (СМП), представлены на рис. 2. Лето 2020 года оказалось здесь самым теплым среди летних сезонов за весь период наблюдений (с 1951 года), что связано с выносом теплых воздушных масс с материка Сибири, где наблюдалось необычно теплое лето.

Площадь льда в сибирских арктических морях также следовала за летней температурой воздуха. После 1996 года произошло резкое уменьшение площади морского льда, которая после 2005 года вышла на своего рода «плато» с абсолютным минимумом в 2012 году, который в 2020 году был перекрыт (рис. 3а). Сентябрьская площадь льда в сибирских арктических морях в этот год составила 26 000 кв. км против 37 000 в 2012 году.

Для мониторинга ледовых условий представляет интерес сопоставление зимней температуры воздуха и максимальной толщины припая, которая наблюдается в апреле–мае вдоль побережья сибирских морей в тех же пунктах, где измеряется температура (рис. 3б).

Показателем влияния зимней температуры на рост толщины льда служит сумма градусо-дней мороза, предложенная еще в тридцатые годы В.Ю. Визе и Н.Н. Зубовым, исходя из уравнения теплового баланса и изменения толщины льда. Между этим показателем и толщиной припая высокая корреляция, подтверждающая его эффективность для мониторинга ледовых условий на трассе Северного морского пути.

Выбор новых индикаторов для мониторинга климата Арктики составляет одно из направлений повышения его эффективности. Мы предложили использовать в качестве индикатора температуру воздуха на семи арктических станциях, данные наблюдений на которых имеются с 1901 года. Средняя годовая и сезонная температура испытывают долгопериодное колебание с пе-

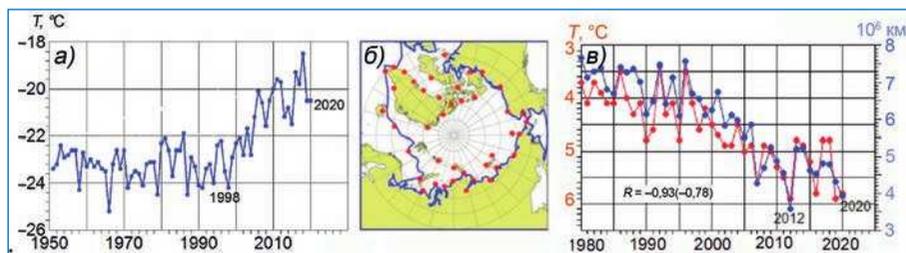


Рис. 1. Температура воздуха и площадь льда в морской Арктике в 1950–2020 годах: а – температура зимой; б – метеостанции в морской Арктике; в – температура летом и площадь морского льда в сентябре. R – коэффициент корреляции между температурой и площадью льда, в скобках – между отклонениями от тренда

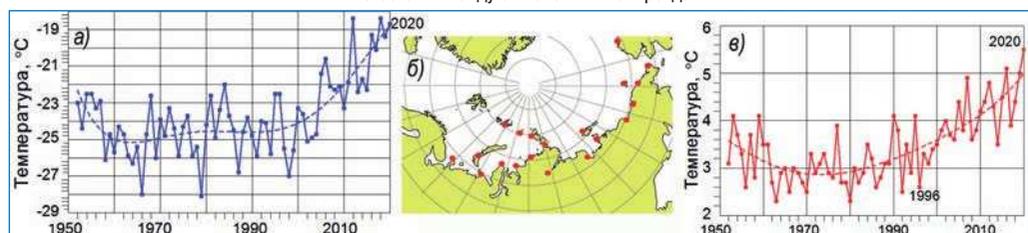


Рис. 2. Температура воздуха в сибирских арктических морях зимой (а) и летом (в) по данным наблюдений на 22 метеостанциях (б)

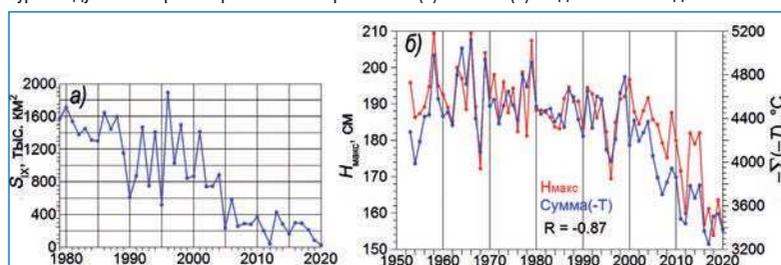


Рис. 3. Площадь льда в сентябре (а), максимальная толщина припая и сумма градусо-дней мороза (б) в сибирских арктических морях. R – коэффициент корреляции

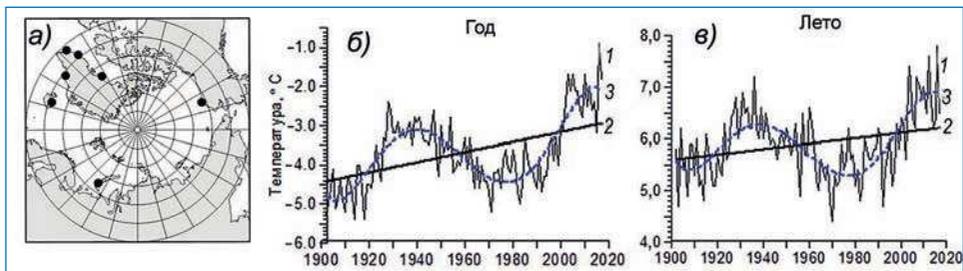


Рис. 4. Температура воздуха на 7 арктических станциях с длительными наблюдениями: а – положение метеорологических станций; б – среднегодовая температура; в – летняя температура. 1 – фактические значения, 2 – тренд, 3 – периодическое колебание

риодом около 70 лет (рис. 4) — арктическое проявление Атлантического мультideкадного колебания (АМО).

Вклад этого колебания и других составляющих в изменчивость температуры показан в табл. 4. Периодическое колебание вместе с трендом составляют предсказуемое низкочастотное колебание, отражающее более 50 % для средних за сезон и 71 % для средней за год межгодовой изменчивости температуры воздуха.

Таблица 4

Вклад составляющих межгодовой изменчивости средней за сезон и за год приповерхностной температуры воздуха на 7 арктических станциях за 1902–2017 годы

Составляющие	Вклад, %				
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
ПК	30	37	44	39	49
Тренд	25	8	7	18	22
НЧК	55	45	51	57	71
Шум	45	55	49	43	29

Примечание. ПК – периодическое колебание, НЧК – низкочастотное колебание (НЧК = ПК + Тренд), Шум = (100 – НЧК).

Площадь льда в СЛО в навигационный период с августа по ноябрь тесно связана с летней температурой воздуха на 7 арктических станциях (табл. 5).

Таблица 5

Корреляция между летней температурой воздуха на 7 арктических станциях и среднемесячной площадью льда в СЛО за 1979–2017 годы

Месяц, сезон	I	II	III	IV	V	VI
	Площадь, занятая льдом концентрацией более 15 %					
Июнь	-0,71	-0,73	-0,66	-0,63	-0,70	-0,78
Июль	-0,65	-0,70	-0,65	-0,63	-0,61	-0,68
Лето	-0,64	-0,68	-0,61	-0,60	-0,64	-0,75
Месяц, сезон	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Площадь, занятая льдом концентрацией более 15 %					
Июнь	-0,77	-0,78	-0,79	-0,79	-0,76	-0,68
Июль	-0,74	-0,77	-0,80	-0,80	-0,76	-0,73
Лето	-0,78	-0,80	-0,83	-0,84	-0,80	-0,75

Регрессионные модели на основе этой связи могут обеспечить эффективность прогноза при допустимой ошибке $0,674\sigma$ более 30 %. Это означает, что мы можем, выделив НЧК и экстраполировав его на годы вперед, использовать НЧК как предиктор.

Наши исследования показали, что на арктический климат и морской лед влияют изменения температуры в низких широтах, куда поступает основная часть солнечной энергии. Здесь наблюдается рост температуры поверхности океана (ТПО) и приповерхностной температуры воздуха (ПТВ). Установлено, что осенние ТПО в тропиках Северной Атлантики и ПТВ в тропическом

поясе и температура воздуха в Арктике зимой связаны с коэффициентом корреляции 0,72 при запаздывании изменений в Арктике на 2,25 года. После сглаживания с окном три года, что убирает не более 10 % изменчивости, коэффициент корреляции между этими двумя параметрами уже составляет 0,93 (рис. 5).

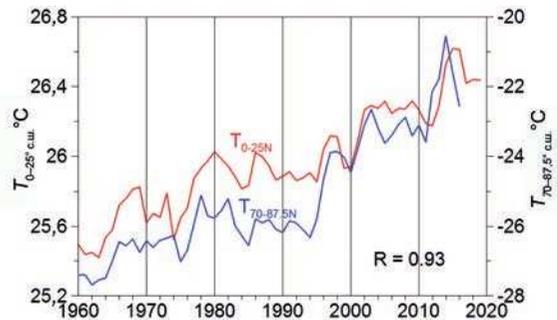


Рис. 5. ПТВ в области 0–25° с. ш. (красная линия) осенью и в Арктике в области 70–87,5° с. ш. (синяя линия) зимой через 2,25 года. Ряды сглажены скользящим осреднением по 3 года

Обобщение связей между тропиками и Арктикой представлено в виде графа корреляций на рис. 6.

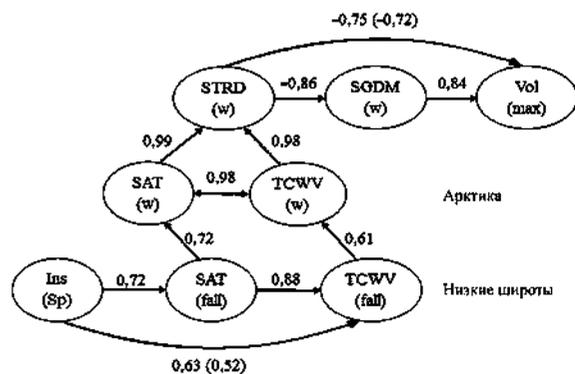


Рис. 6. Граф корреляций между климатическими параметрами в Арктике, в низких широтах и межширотных зависимостей зимой (W), весной (Sp), осенью (Fall).

Ins – инсоляция; SAT – ПТВ; TCWV – общее содержание водяного пара в столбе атмосферы; STRD – нисходящая длинноволновая радиация; SGDM – сумма градусо-дней мороза; Vol max – максимальный объем льда в Арктическом океане. Цифры над стрелками – коэффициенты корреляции с учетом запаздываний между низкими широтами и Арктикой

На рис. 6 показано, что на объем морского льда в Арктике влияет нисходящая длинноволновая радиация через приповерхностную температуру воздуха зимой, которая, в свою очередь, зависит от притока водяного пара из низких широт. В низких широтах на многолетнее увеличение содержания водяного пара осенью влияет многолетний рост инсоляции весной. Установлена также связь между изменениями ТПО в тропической Атлантике с притоком атлантической воды в Баренцево море и площадью льда зимой в СЛО.

Таким образом, ТПО и ПТВ в низких широтах представляют собой важный фактор, который во многом определяет климатические изменения в Арктике. Одна из причин этого — рост инсоляции в результате прецессии земной оси и других особенностей орбитальной динамики Земли. Это означает, что рост CO_2 не единственный фактор, который определяет потепление климата. Мы показали, что до 50 % тренда ТПО в низких широтах связано с инсоляцией. Это означает, что, даже

если полностью прекратить выбросы CO_2 , потепление продолжится.

Авторы благодарят А.В. Юлина, Е.А. Павлову, В.М. Смоляницкого за представление данных по льдам, А.Е. Вязилову, Н.И. Глок, Н.Е. Харланенкову за помощь в подготовке материалов.

Г.В. Алексеев, Е.И. Александров,
Н.Е. Иванов (ААНИИ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДДЕРЖКИ СЕТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДРЕЙФУЮЩИХ БУЕВ В ЕВРАЗИЙСКОЙ АРКТИКЕ В 2018–2020 ГОДАХ

В статье представлены результаты работы ААНИИ по поддержке сети дрейфующих метеорологических буев в Арктике как компонента синоптических наблюдений Росгидромета в открытом море в период 2018–2020 годов.

Основной целью данной работы являлось обеспечение покрытия акватории СЛО базовыми метеорологическими наблюдениями в период проекта Всемирной метеорологической организации (ВМО) «Год полярного прогнозирования» (ГПП, <https://www.polarprediction.net/>) путем целевой расстановки дрейфующих буев в морях Евразийской Арктики. Осуществление работы выполнялось в рамках грантового соглашения между ФГБУ «ААНИИ», ВМО и EUMETNET (консорциума Европейских метеорологических служб — <https://www.eumetnet.eu/>) в сотрудничестве с Международной программой арктических буев (МПАБ)/Университетом штата Вашингтон США (<https://iabp.apl.uw.edu/>).

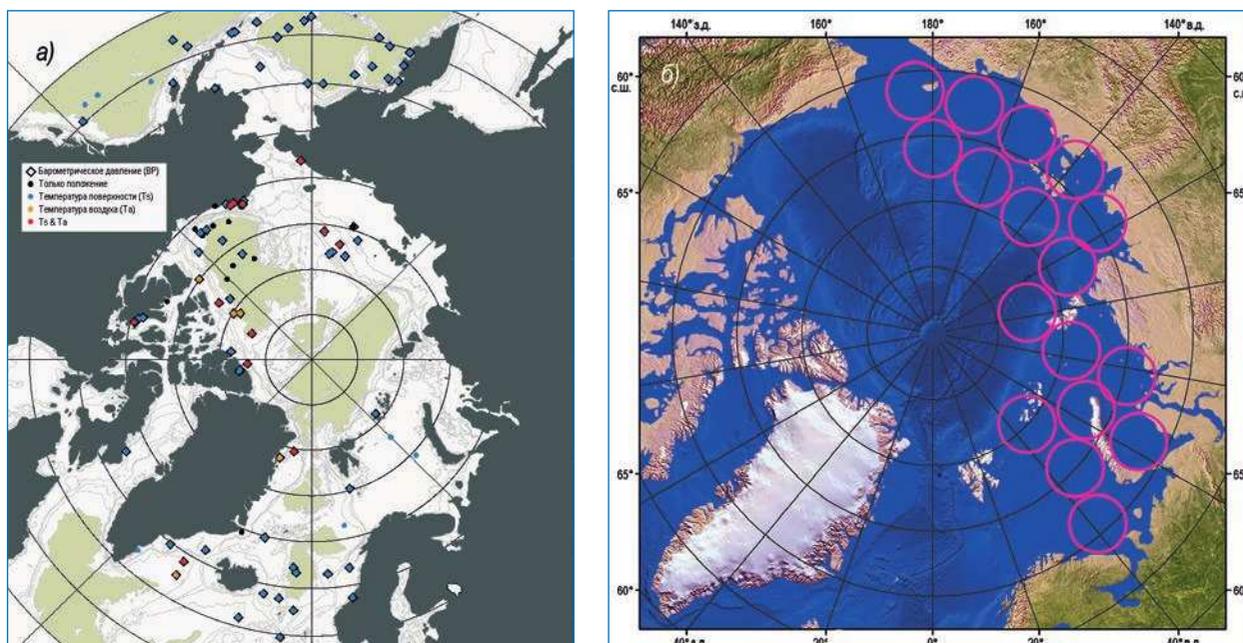
Необходимость расстановки иллюстрируется рис. 1а, из которого следует, что к периоду выполнения ГПП плотность синоптических наблюдений в морях Российской Арктики достигла недопустимо низких значений. Основным подходом, принятым для устранения данной лакуны в наблюдениях, явилась расстановка лагранжевых буев ООО Марлин-Юг (<https://marlin-yug.com/>)

типа SVP-B/40H в морях Баренцевом, Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском в центрах 500 км окружностей согласно требованию ВМО к базовой сети опорных наблюдений (рис. 1б), используя попутные экспедиции ААНИИ.

Все использованные буи принадлежат к одному и тому же типу — дрейфующий поверхностный лагранжевый буй SVP-B/40H (Поверхностные дрейфующие лагранжьевые буи производства ООО «Марлин-Юг» — https://marlin-yug.com/ru/products/poverxnostnyie_drejfuyushhie_lagranzhevyye_bui/) с или без подводного паруса со следующим комплектом датчиков: положение (НАВСТАР/ГЛОНАСС/Аргос), давление на уровне моря, температура поверхности (лед, снег или вода в зависимости от положения буя) и температура воздуха (опционно). Продолжительность работы, заявляемая производителем, — до 12 месяцев в зависимости от негативных воздействий. Передача данных буев выполнялась ежедневно в Глобальную систему телесвязи (ГСТ) ВМО через систему Аргос (<https://argos-system.cls.fr>).

Итоговые районы постановки 33 буев за период март 2018 года — октябрь 2020 года представлены на рис. 2. Наиболее трудоемкими являлись постановки буев на лед вертолетами Ми-8 и Ка-32 в период экспедиций

Рис. 1. Положение дрейфующих метеорологических буев в марте 2018 года (а) и проект расстановки буев в морях Евразийской Арктики (б)



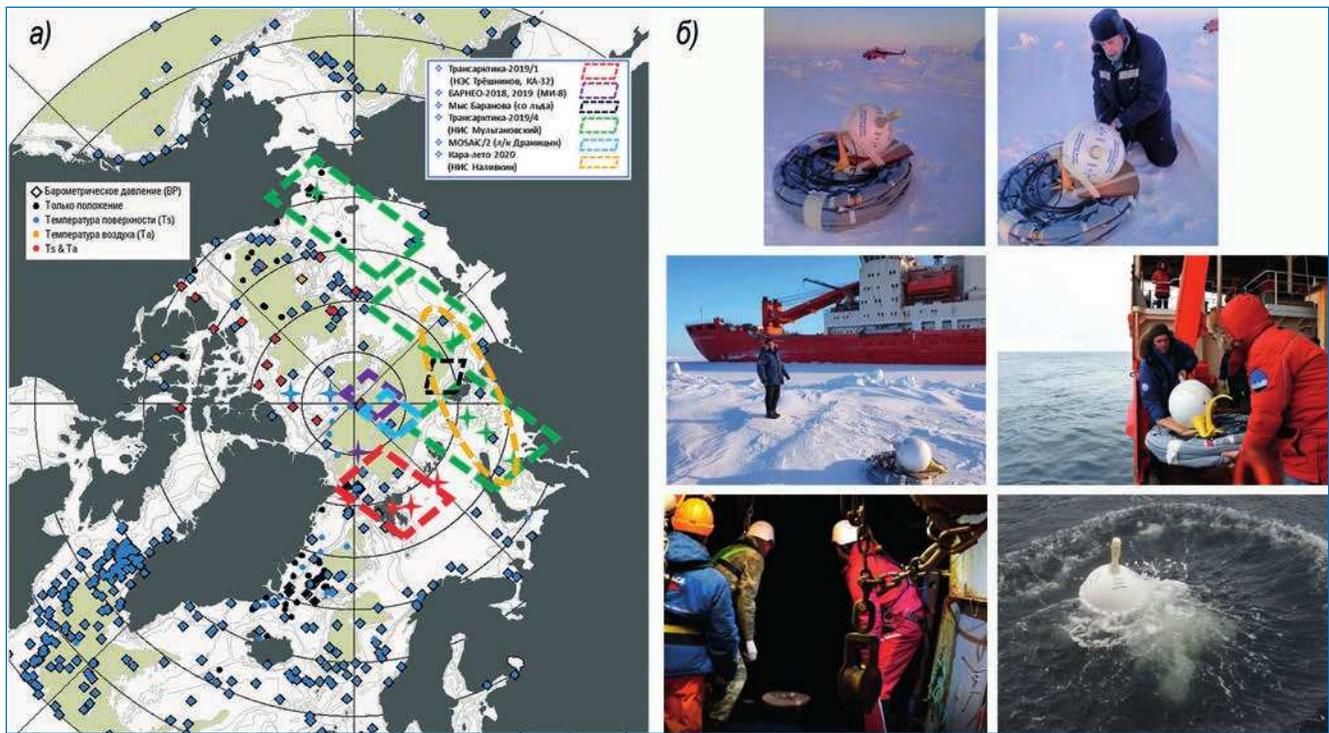


Рис. 2. Места (а) и фото (б) постановок буйев в марте 2018 года – октябре 2020 года

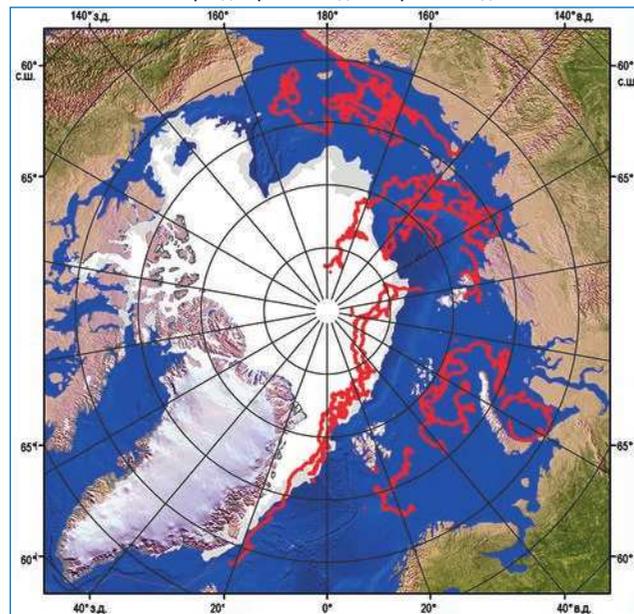
БАРНЕО-2018, 2019 и Трансарктика-2019 (1 этап) и с борта л/к «Капитан Драницын» на лед в период 2-го этапа экспедиции MOSAiC. Менее трудоемкими явились постановки с борта НЭС «Академик Трёшников», НИС «Профессор Мультановский» и «Геолог Дмитрий Наливкин» на воду в период 1 и 4-го этапа экспедиции Трансарктика-2019 и «Кара-лето 2020». Наиболее простыми закономерно являлись постановки на лед в период стоянки НЭС «Академик Трёшников» и со станции «Мыс Баранова».

Итоговые траектории выставленных буйев за период по март 2021 года представлены на рис. 3. Анализ рисунка показывает достаточно хорошее итоговое покрытие морей восточного сектора Арктики с несколько худшим покрытием Карского и Баренцева морей. Интересные географические детали включают широтные дрейфы буйев в Чукотском и Восточно-Сибирском морях, круговороты дрейфа в Баренцевом и Карском морях. Наибольшее время функционирования на воде и льду в 431 и 419 суток отмечено для буйев, попавших в круговороты в Чукотском и Восточно-Сибирском морях и успешно переживших периоды замерзания и таяния льда. Максимальное время функционирования в 539 суток (на 15.03.2021 г. буй продолжает работать) отмечено для буйа со смешанным режимом работы — в течение двух недель дрейфовавшего в западной части моря Лаптевых и далее выброшенного волнами на берег Таймырского полуострова. Следует от-

метить, что аналогичный по длительности режим работы в 503 дня также отмечен у буйа, в течение 6 месяцев дрейфовавшего в Арктическом бассейне и Баренцевом море и выброшенного на берег у м. Южный острова Западный Шпицберген. Максимальная продолжительность работы для буйа, продрейфовавшего из северной части моря Лаптевых в пролив Фрама, составила 369 суток. Наименьшая продолжительность работы — 2 суток — отмечена для буйа на чистой воде в северо-восточной части Карского моря, прекратившего функционирование по неустановленной ни АНИИ, ни разработчиком (ООО «МарлинЮг») причине.

Средняя (на март 2021 года) продолжительность работы буйев АНИИ составило 199 суток, что сопоставимо с другими буйами МПАБ. Согласно накопленному АНИИ опыту, время жизни определяется в основном способностью буйа пережить процесс попадания под лед (исходя из показаний датчика занывания) при процессах замерзания, приближения к кромке и таяния. Наличие или отсутствие подводного паруса как фактора демпфирования/усиления ударов о лед с одновременным увеличением/уменьшением вероятности затаскивания буйа под лед остается неясным фактором для времени функционирования и нерешенной проблемой. Также нерешенными проблемами остаются обмерзание датчика давления и стабилизация показаний датчика температуры воздуха.

Рис. 3. Траектории буйев, выставленных АНИИ за период март 2018 года – март 2021 года



а) Индекс станции ВМО 2501543										
Дата	Источник	Код	Центр	Широта	Долгота	N набл.	GE	Разн.	Дисп.	СКО
20200831	ALL	B	ЕСНWF	82.9	19.5	744	0	-0.3	0.4	0.5
20200831	LFVW	U	СНН	83.4	10.2	744	0	0.0	0.4	0.4
20200930	ALL	B	ЕСНWF	83.4	10.2	574	0	-0.4	0.4	0.5
20200930	LFVW	U	СНН	81.4	1.5	579	0	-0.1	0.4	0.4
20201031	ALL	B	ЕСНWF	81.4	1.5	745	1	-0.3	0.3	0.5
20201031	LFVW	U	СНН	78.7	-1.1	745	1	0.1	0.4	0.4
20201109	LFVW	U	СНН	76.5	-4.4	155	0	-0.3	0.5	0.6
20201130	ALL	B	ЕСНWF	78.7	-1.0	158	0	-0.4	0.7	0.8

Последнее положение: 76.5 -4.4

б) Индекс станции ВМО 4601598										
Дата	Источник	Код	Центр	Широта	Долгота	N набл.	GE	Разн.	Дисп.	СКО
20200831	ALL	B	ЕСНWF	54.8	-139.5	743	0	1.0	0.5	1.1
20200831	KWBC	U	СНН	56.9	-136.3	743	0	0.7	0.6	0.9
20200930	ALL	B	ЕСНWF	56.9	-136.3	720	0	1.0	0.5	1.2
20200930	KWBC	U	СНН	60.0	-143.1	720	0	0.8	0.5	1.0
20201016	KWBC	U	СНН	60.1	-143.4	383	191	0.1	4.2	4.2
20201031	ALL	B	ЕСНWF	60.0	-143.1	385	122	-0.7	7.2	7.3

Последнее положение: 60.1 -143.4

Рис. 4. Средние за месяц разности показаний (средняя разность, дисперсия, среднеквадратическое отклонение) приземного давления в период с августа по ноябрь 2020 года для буя ААНИИ (а), буя NOAA США (б) и численными реанализами EUMETNET–NOAA

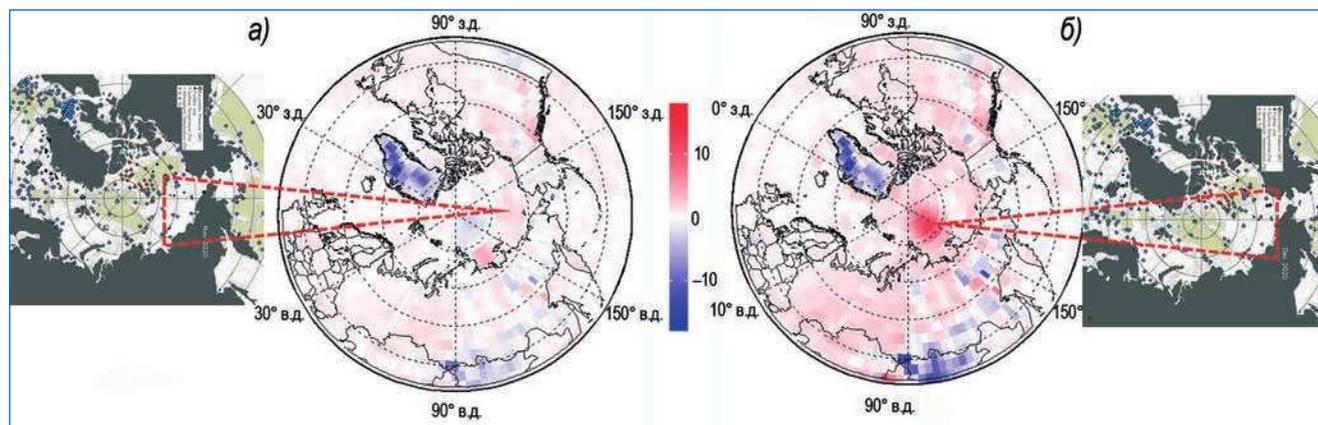
Доступ к данным буев возможен через ГСТ ВМО (оперативные данные в формате BUFR), архив МПАБ (https://iabp.apl.uw.edu/maps_daily_table.html) и архив МЦД МЛ ААНИИ (<http://wdc.aari.ru/datasets/d0018/YOPP/>).

Насколько правилен выбор ААНИИ буев типа SVP-В/40Н производства «Марлин-Юг» и насколько точны их показания при их функционировании в открытом море без возможности калибровки с эталонными измерителями? В настоящий момент общепринятым методом решения данного вопроса является сравнение данных показаний буев с данными численных моделей. Сравнение возможно через специальный веб-портал Метео-Франс — EUMETNET (<http://esurfmar.meteo.fr/qctools/>), показывающий ряд статистик — среднее, среднеквадратическое отклонение показаний отдельных датчиков буев относительно отдельных численных реанализов или их совокупности. Данные статистики формируются автоматически и используются в метеорологических центрах анализа и прогноза погоды для определения нахождения буя (или иного пункта опорных наземных наблюдений) в «белом» (данные ассимилируются), «сером» (данные поставлены в автоматическую очередь до момента получения качественных наблюдений) или «черном» (данные отбраковываются, не ассимилируются) списках ассимиляции данных. Пример подобного сравнения, приведенный на рис. 4, показывает сравнимые значения дисперсии показаний приземного давления воздуха для буя ААНИИ и буя NOAA США, что свидетельствует о допустимости выбора «Марлин-Юг» как производителя оборудования. Естественно, что зафиксированные дисперсии показаний датчика температуры воздуха в большинстве случаев значимо выше, чем для давления воздуха. Однако следует отметить, что в любом случае принятая в метеорологических центрах методика критического контроля и отбраковки не позволяет ассимиляцию подобных показаний.

Другим важным вопросом является оценка влияния выставленных ААНИИ буев на точность численного анализа и реанализа метеорологических полей. Принятым методическим подходом для решения данного вопроса является проведение специальных численных экспериментов с отбросом данных (data denial). Выполнение и анализ результатов указанных экспериментов является одной из главных задач проекта ГПП, решаемых до настоящего времени. Частичный ответ на данный вопрос может быть получен путем сравнения разностей между различными реанализами при различной густоте сети опорных наблюдений. Качественное сравнение разностей реанализов ERA5 и NCEP/NCAR, представленных на рис. 5 для ноября 2020 года, когда наблюдалась максимальная на 2020 год плотность сети буев в морях Карском и Лаптевых, и декабря 2020 года, когда большая часть буев прекратила функционирование, показывает, что уменьшение плотности сети вызвало резкое увеличение разности реанализа давления на уровне моря. Этот достаточно тривиальный вывод показывает важность данной работы.

Таким образом, в период 2018–2020 годов ААНИИ выполнены работы по восполнению в Евразийской Арктике сети опорных метеорологических наблюдений для целей и задач проекта ВМО «Год полярного прогнозирования» на основе попутных экспедиций и метеобуев типа SVP-В производства «Марлин-Юг» (г. Севастополь) с передачей данных в сеть ГСТ ВМО. Сроки функционирования буев, погрешности их показаний сопоставимы с характеристиками других национальных систем буйковых измерений. Продолжение работ в 2021 году может быть основано на использовании имеющегося резерва из 10 буев, планируемых попутных экспедиций и сложившейся инициативной логистики. Вместе с тем для дальнейшего оптимального выполнения работ требуется формирование группы специалистов ААНИИ по буям (или более широко — по компоненту сети автоматических наблюдений Росгидромета открытого моря). Задачи, решаемые группой, безусловно

Рис. 5. Разности значений реанализа давления на уровне моря ERA5 и NCEP/NCAR в ноябре (а) и декабре (б) 2020 года



должны включать оптимизацию логистики поставки и постановки буев (в том числе «управляемой» в зависимости от природных условий), постоянный контроль качества измерений и выявление причин потери работоспособности, внедрение новых типов буев (с усиленным корпусом, расширенным набором датчиков), самостоятельную поддерж-

ку оперативной обработки данных и их включение в сеть Росгидромета и ГСТ ВМО, наконец, поддержку интерфейса работы с пользователями и геопортал данных.

*В.М. Смоляницкий, Т.В. Петровский,
К.Г. Смирнов, В.Т. Соколов (ААНИИ)*

АРКТИЧЕСКАЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ. КОММЕНТАРИИ К КОНЦЕПЦИИ

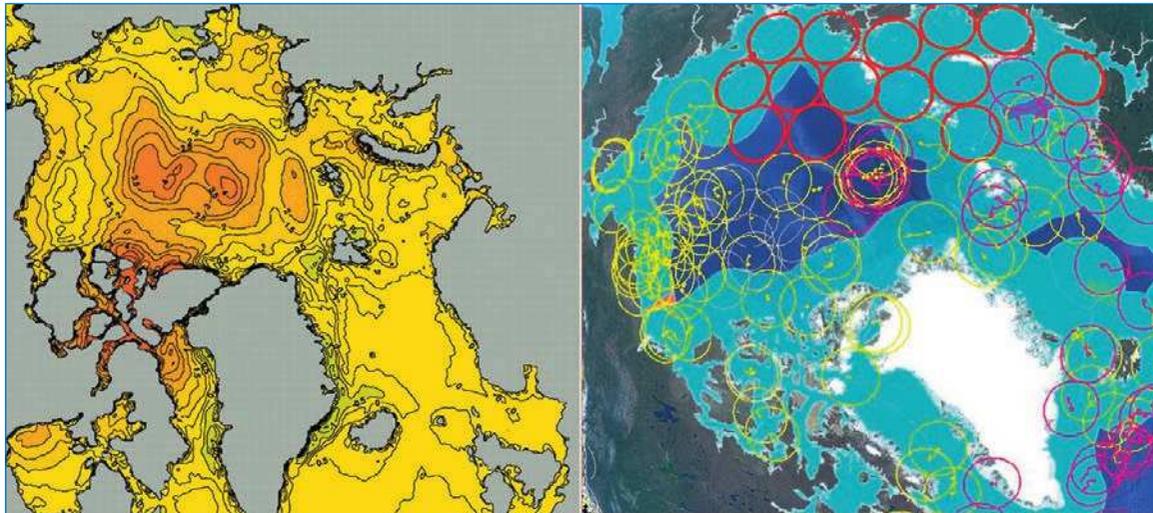
В рамках темы 5.1.4 «Мониторинг состояния и загрязнения природной среды, включая криосферу, в Арктическом бассейне и районах научно-исследовательского стационара «Ледовая база Мыс Баранова», гидрометеорологической обсерватории Тикси и Российского научного центра на архипелаге Шпицберген» НИТР Росгидромета подготовлена «Концепция Арктической пространственно-распределенной обсерватории», объединяющей научно-исследовательский стационар «Ледовая база Мыс Баранова», Российский научный центр на архипелаге Шпицберген, гидрометеорологическую обсерваторию Тикси и, в перспективе, ледостойкую самодвижущуюся платформу «Северный полюс». В статье комментируются положения «Концепции...», обосновывается целесообразность интеграции обсерваторий ФГБУ «ААНИИ» в рамках распределенной структуры, рассматриваются перспективы реализации интеграционного подхода к организации комплексного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

Предпосылки создания Арктической пространственно-распределенной обсерватории

Качественное освещение и прогнозирование гидрометеорологической обстановки в Арктическом регионе требует развития и усовершенствования существующей системы постоянного действующего мониторинга состояния ее элементов. Система мониторинга должна удовлетворять следующим требованиям: репрезентативность, регулярность, комплексность и системность наблюдений. Если иметь в виду репрезентативность, невозможно игнорировать пространственную «распределенность» наблюдаемых параметров. Насколько се-

рьезные ошибки возникают при восстановлении значений характеристик окружающей среды в узлы расчетных сеток вследствие наличия «белых пятен» сетевого покрытия при производстве наблюдений, показано в работах (Makshtas A.P., Atkinson D., Kulakov M., Shutilin S., Krishfield R., Proshutinsky A. Atmospheric forcing validation for modeling the central Arctic // Geophysical Research Letters. 2007. V. 34. doi: 10.1029/2007 GL031378; Демчев Д.М., Кулаков М.Ю., Макштас А.П., Махотина И.А., Фильчук К.В., Фролов И.Е. Верификация данных реанализов ERA-Interim и ERA5 о приповерхностной температуре воздуха в Арктике // Метеорология и гидрология. 2020. № 11. С. 36–45). На рис. 1 слева графически представлена разность средних за холодный сезон 2008 года значений температуры воздуха по данным реанализов ERA-Interim и ERA5. Как видно, в центральной части Арктического бассейна разница достигает значений в 4 °С. Причина — отсутствие в данном районе регулярной сети наблюдений и недостаток эмпирических данных, которые могли бы быть ассимилированы при восстановлении полей методами реанализа. Некорректный реанализ, вводимый в качестве «разгоняющих» форсингов, равно как и фрагментарная ассимиляция, — очевидные причины ненадежного модельного прогнозирования и, как следствие, снижения уровня оправдываемости гидрометеорологических прогнозов. Как с этим бороться? Бороться с этим можно единственным способом — консолидируя усилия по развитию интегрированных сетей наблюдений и создавая интернациональные структуры с целью развития обсервационных платформ, адекватных изучаемым процессам. На рис. 1 справа представлена схема расста-

Рис. 1. Разность средних за холодный сезон 2008 года значений температуры воздуха (°С) по данным реанализов ERA-Interim и ERA5 (слева) и схема развертывания группировки наблюдательных платформ в рамках YOPP (справа)



новки метеорологических буев, которую в Арктическом бассейне стремились осуществить к определенному моменту времени организаторы проекта Polar Prediction Project (PPP) (Polar Prediction: Special Observing Periods: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.polarprediction.net/key-yopp-activities/special-observing-periods/> (дата обращения 25.12.2020)) в рамках мероприятия The Year of Polar Prediction (YOPP). Цель создания подобной группировки идентичных измерительных платформ очевидна — проведение серии синхронных единообразных наблюдений в узлах сети, разнесенных на дистанции, ограниченные характерными масштабами исследуемых явлений (на схеме обозначены окружностями).

Тем самым должна была быть достигнута плотность наблюдений, обеспечивающая покрытие, достаточное для инструментального определения значений наблюдаемых параметров (характеристик состояния атмосферы в приземном слое) в течение некоторого периода по всему Арктическому бассейну. Идея столь же продуктивная, сколь и трудно реализуемая. В настоящее время такие масштабные проекты, как PPP, не могут реализовываться на регулярной основе в силу очень высокого уровня затрат финансового и организационного характера, требуемых для их осуществления. Перспективным направлением развития систем наблюдений за окружающей средой является объединение национальных наблюдательных площадок в международные структуры разной степени интеграции, которые не обеспечивают такой плотности наблюдений, как это реализуется в PPP, но зато рассчитаны на более долгосрочную перспективу. В этой области накоплен значительный положительный опыт. В качестве примеров можно привести The Global Ocean Observing System (GOOS), Arctic Regional Ocean Observing System (Arctic ROOS), Baltic Operational Oceanographic System (BOOS), The Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Sustaining Arctic Observing Networks (SAON) и др. Однако, признавая несомненную идеологическую прогрессивность интеграционного подхода, нельзя не принимать во внимание прискорбное обстоятельство: создаваемые в его рамках формации в современных условиях очень часто оказываются в заложниках политической нестабильности. С учетом изложенного, оптимальным способом развития отечественной системы мониторинга состояния природной среды в Арктическом регионе представляется создание национального арктического кластера на базе действующих исследовательских площадок, элементы которого с минимальными затратами можно было бы включать в те или иные интегрирующие блоки при благоприятных условиях и, в случае если эти условия изменятся, безболезненно из таких блоков выводить, не сворачивая их работу.

Ключевыми платформами для проведения комплексных исследований, необходимых для обеспечения качественной гидрометеорологической информацией прогностических организаций России, являлись научно-исследовательские станции, расположенные на арктических архипелагах, наблюдения на которых сопровождались летними судовыми и крупномасштабными зимними воздушными океанографическими съемками. Получение информации о состоянии элементов природной среды Арктического региона в высокоширотных районах на ледовитых акваториях обеспечивалось работой дрейфующих станций «Северный полюс» (СП). Климатические сдвиги последнего десятилетия, в высокоширотных районах Арктики наиболее ярко проявляющиеся в изменении состояния ледяного покрова, привели к свертыванию

программы СП. Существенно сократилось количество многолетних льдов толщиной 2–3 м, пригодных для организации дрейфующих станций, возросла интенсивность динамических процессов в ледяном покрове, значительно увеличилась вероятность разломов льдин.

Ввод в строй ледостойкой самодвижущейся платформы (ЛСП) обеспечит возможность возобновления скоординированного мониторинга состояния природной среды Арктического региона в наиболее характерных районах Арктики: Центральный Арктический бассейн, основной определяющей компонентой которого является наличие дрейфующего морского ледяного покрова; западное побережье архипелага Шпицберген, гидрометеорологический режим которого в значительной степени обусловлен влиянием Атлантики (РНЦШ); о. Большевик на арх. Северная Земля — идеальный полигон для исследований всех элементов криосферы и геофизических процессов (НИС «Ледовая база Мыс Баранова»); находящийся на трассе СМП район дельты Лены — один из возможных районов экстремального поступления парниковых газов в атмосферу вследствие таяния наземной и подледной вечной мерзлоты (ГМО Тикси).

Пути реализации интеграционного подхода к организации комплексного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на базе распределенной обсерватории

Если говорить о конкретных шагах в направлении интеграции существующих площадок и ЛСП в единую структуру, представляется очевидной непродуктивность подхода к решению этой задачи «в лоб». Каждая из площадок имеет свою специфику, коллективы, обеспечивающие их работу, сталкиваясь с вполне определенными проблемами, со временем выработали методы их решения. Если вкратце, в случае РАЭ-Ш (РНЦШ) на первый план выходят сложность международных логистических операций и необходимость тесного взаимодействия с норвежскими властями Шпицбергена; в отношении НИС «Ледовая база Мыс Баранова» логистика не менее сложна, несмотря на внутригосударственный характер; на ГМО Тикси существуют нерешенные проблемы, обусловленные неопределенностью статуса присутствия; какие будут предъявлены требования, какие вопросы возникнут по ЛСП — еще предстоит выяснить. В общем, все это как-то грубо объединить, скорее всего, не получится, но это и не нужно. Не вызывает сомнений, что точки соприкосновения существуют и есть ряд задач, которые приходится решать на всех узлах. Можно выработать какие-то оптимизирующие подходы по смежным направлениям. Условно могут быть выделены три блока: информационный, организационный и научный (рис. 2).

Научный блок

Основные принципы организации научных исследований на объектах Арктической пространственно-распределенной обсерватории (АПРО), предлагаемые в «Концепции...»:

- единая скоординированная программа исследований;
- идентичные по точности и дискретности измерений комплексы аппаратуры для проведения мониторинга состояния природной среды;
- современные технологии проведения наблюдений и измерений;
- дистанционный доступ к средствам измерений АПРО;

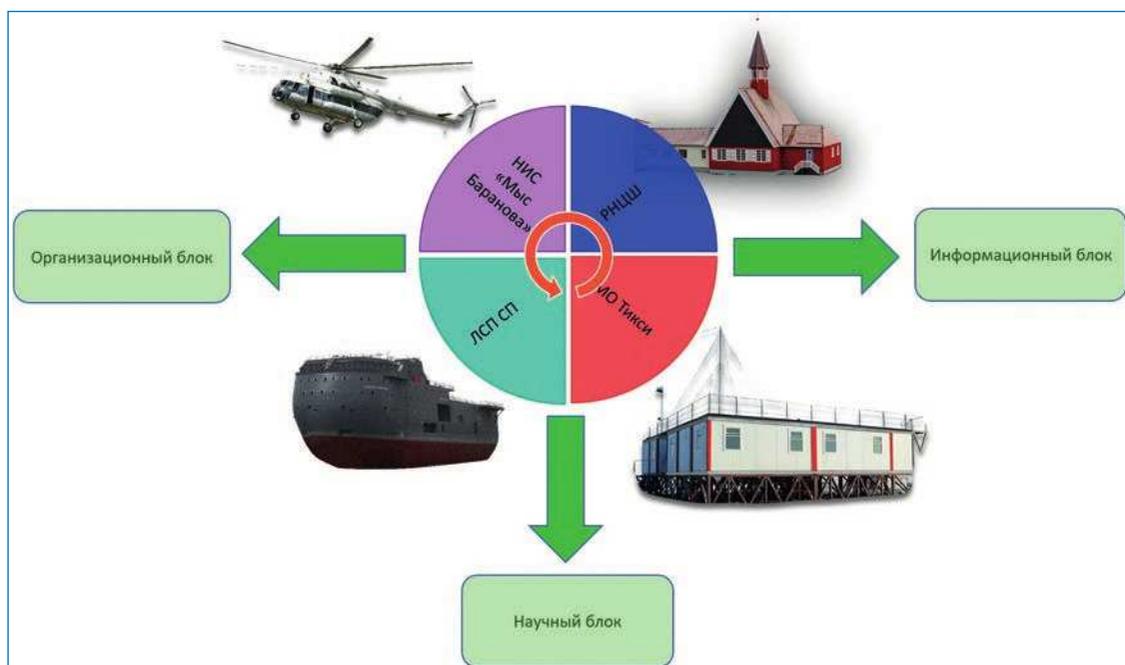


Рис. 2. Схема интеграции узлов пространственно-распределенной обсерватории

- единые базы данных всех составных частей АПРО по направлениям исследований;
- современные методы обработки и анализа;
- публикации полученных данных на сайте ААНИИ с задержкой не более двух лет;
- выполнение работ в рамках межведомственного, внутриведомственного и международного научного сотрудничества.

Главные направления работ, предлагаемые к единой скоординированной программе научных исследований на объектах АПРО:

- проведение круглогодичных стандартных и специальных метеорологических, геофизических, океанологических, гидрологических, ледовых и гляциологических наблюдений;

- осуществление комплексного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды, включая исследования газообмена в системе атмосфера — лед — океан и атмосфера — суша;

- постановка специальных экспериментальных работ, направленных на исследование процессов, определяющих климатические изменения в Арктике, и оценку их влияния на природную среду и экосистему Арктического региона России;

- выполнение научно-методических работ по испытанию новых методов исследований ледяного покрова, имеющих большое практическое значение в связи с расширяющимся хозяйственным освоением Арктического региона;

- исследования процессов взаимодействия льда с инженерными сооружениями.

Проекты по программе метеорологических исследований АПРО

Название проекта	Предмет исследования, основные задачи
Стандартные метеорологические наблюдения	Создание однородных климатических архивов метеорологических данных. Передача данных в ГТС/ВМО
Стандартные и специальные актинометрические наблюдения	Создание однородных климатических архивов актинометрических данных. Участие в программе БСРН ВМО
Аэрологические наблюдения	Создание однородных климатических архивов аэрологических данных, передача данных в ГТС/ВМО
Мониторинг атмосферных аэрозолей	Получение данных об аэрозольной составляющей атмосферы. Участие в программе ГСА
Мониторинг содержания парниковых газов	Получение данных о содержании парниковых газов. Участие в программе ГСА
Мониторинг УФ-радиации, общего содержания озона, концентрации озона в приповерхностном слое атмосферы	Получение данных об общем содержании озона и интенсивности ультрафиолетовой радиации. Участие в программе ГСА
Мониторинг химического состава осадков	Исследование химического состава жидких осадков. Участие в программе ГСА
Наблюдения за электрическими характеристиками атмосферы	Новые данные по напряженности электрического поля атмосферы и электрической проводимости воздуха
Исследования процессов взаимодействия на границе атмосфера — подстилающая поверхность (суша, морской и озерный ледяной покровы, ледники)	Новые данные о процессах взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности в Арктике и их учет при исследованиях изменчивости климата Арктики
Тепловой и влажностный режим деятельного слоя	Изучение эволюции вечной мерзлоты

Проекты по программе ледовых исследований АПРО

Название проекта	Предмет исследования, основные задачи
Стандартные визуальные ледовые наблюдения	Визуальные наблюдения за состоянием ледяного покрова на видимом пространстве. Основной задачей наблюдений является обеспечение систематической и полной фиксации всех характерных особенностей состояния ледяного покрова на осматриваемой территории; создание архивов данных наблюдений. Передача данных в Центр ледовой и гидрометеорологической информации ААНИИ
Морфометрические характеристики ровного льда и ледовых образований	Исследование эволюции морфометрических характеристик ровного льда и снежного покрова в течение годового цикла. Создание архивов данных
Динамика льда	Исследование динамики морского ледяного покрова. Основными задачами исследования являются: динамика и механика деформирования ледяного покрова как показателя локальных и крупномасштабных процессов взаимодействия льдов; крупномасштабные физико-механические процессы деформирования и разрушения льда с целью получения данных для разработки и внедрения метода краткосрочного прогноза опасных ледовых явлений с заблаговременностью нескольких часов; параметры механики деформирования и динамики ледяного покрова для определения относительных деформаций при сжатии, подвижках и торошении; спектры изгибно-гравитационных волн и автоколебаний в ледяном покрове, обусловленных сжатием и торошением; характеристики волн зыби в ледяном покрове от штормов из открытых районов океана; горизонтальные и вертикальные перемещения ледяного покрова при приливных и ветровых воздействиях; параметры свободных волн при отелах выводных ледников; параметры свободных колебаний айсбергов; характеристики процессов пропахивания торосами и айсбергами морского дна; наблюдения за сейсмичностью региона. Создание архивов данных
Механические характеристики льда	Получение характеристик прочности льда традиционными методами на образцах и по новым безобразцовым методикам. Создание архивов данных
Физические характеристики льда	Определение физических характеристик льда: температура, соленость, плотность, структура, описание текстуры. Создание архивов данных

Проекты по программе исследований ледников АПРО

Название проекта	Предмет исследования, основные задачи
Гляциологические исследования	Получение данных по состоянию и динамике ледников Содержание работ – ежегодные измерения параметров снегонакопления и поверхностной абляции на ледниках по поддерживаемой сети равномерных реек в ходе весенних и летне-осенних полевых работ Данные и их использование: – оценка декадных, сезонных, межгодовых, многолетних изменений баланса массы ледников; – верификация спутниковых, геодезических, геофизических данных; – моделирование
Геодезические исследования ледников	Содержание работ – высокоточное картирование положения реек на ледниках, реперов на границах ледников, топографии поверхности ледников Данные и их использование: – оценки межгодовой изменчивости баланса массы и скорости движения ледников – верификация спутниковых, геофизических данных;
Геофизические исследования ледников	Содержание работ – георадиолокационные измерения на ледниках, включающие измерения толщины снежно-фирнового слоя, изучение ледниковой толщи, рельефа ложа ледников и т. д. Данные и их использование: – картографирование рельефа ложа и мощности ледников; – выяснение особенностей внутреннего строения ледниковой толщи;

Название проекта	Предмет исследования, основные задачи
Мониторинг поверхностных водных объектов суши	Содержание работ – наблюдения за всеми элементами водного баланса (осадки, снеготаяние, испарение, инфильтрация, сток), сбор полученных данных, оценка и прогноз изменений состояния водных объектов (количественных и качественных показателей), в том числе с применением модельных расчетов Данные и их использование: продолжение рядов наблюдений за состоянием элементов водного баланса поверхностных водных объектов на площадках АПРО
Специальные гидрологические исследования	Содержание работ – проведение экспериментов, способствующих углубленному пониманию факторов и процессов, влияющих на элементы водного баланса, а также совершенствованию методик наблюдений и расчета этих элементов Данные и их использование – уточнение характера связей между элементами водного баланса и факторами, влияющими на них, особенно в условиях меняющегося климата

Проекты по программе океанографических исследований АПРО

Наблюдаемая в последние годы существенная деградация ледяного покрова на трассе распространения атлантических вод в Арктическом бассейне позволяет предположить существование теплообмена между атлантическими водами и поверхностными слоями океана. Интенсификация зимней термохалинной конвекции вдоль траектории движения атлантических вод, вероятно явившаяся следствием общего сокращения количества многолетнего льда в Арктическом бассейне и повышения температуры поступающих через пролив Фрама атлантических вод, обуславливает выход теплых соленых вод к поверхности океана, что существенно изменяет тепловой баланс верхнего перемешанного слоя (Polyakov I.V., Pnyushkov A.V., Alkire M.B., Ashik I.M., Baumann T.M., Carmack E.C., Goszczko I., Guthrie J., Ivanov V.V., Kanzow T., Krishfield R., Kwok R., Sundfjord A., Morison J., Rember R., Yulin A. Greater role for Atlantic inflows on sea-ice loss in the Eurasian Basin of the Arctic Ocean // *Science*. 2017. № 356. P. 285–291; Аксенов П.В., Иванов В.В. «Атлантификация» как вероятная причина сокращения площади морского льда в бассейне Нансена в зимний сезон // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2018. Т. 64 (1). С. 42–54). Перспективность проведения океанографических наблюдений на секущих континентальный склон разрезах по маршруту движения атлантических вод в контексте исследования «атлантификации» акватории Арктического бассейна и ее влияния на состояние ледяного покрова убедительно продемонстрирована результатами, полученными в рамках проекта NABOS (Polyakov I. V., Rippeth T.P., Fer I., Baumann T. M., Carmack E.C., Ivanov V.V., Janout M., Padman L., Pnyushkov A.V., Rember R. Intensification of near-surface currents and shear in the Eastern Arctic Ocean // *Geophysical Research Letters*. 2020. 46, e2020GL089469. <https://doi.org/10.1029/2020GL089469>.; Polyakov I.V., Rippeth T.P., Fer I., Alkire M.B., Baumann T.M., Carmack E.C., Ingvaldsen R., Ivanov V.V., Janout M., Lind S., Padman L., Pnyushkov A.V., Rember R. Weakening of Cold Halocline Layer Exposes Sea Ice to Oceanic Heat in the Eastern Arctic Ocean // *J. Climate*. 2020. V. 33 (18). P. 8107–8123). Географическое расположение РНЦШ и НИС «Ледовая база Мыс Баранова» представляется исключительно выгодным для осуществления подобных экспериментов. В настоящее время, в силу логистических ограничений, океанографические исследования на этих площадках выполняются на локальных прибрежных акваториях.

В рамках создания и развития АПРО необходимо рассмотреть вопрос организации регулярных морских работ на шельфовом склоне в районе архипелагов Шпицберген и Северная Земля, а также, в перспективе, создания узла АПРО на архипелаге Земля Франца-Иосифа.

В последние годы все большее развитие в системе мониторинга текущих изменений состояния арктической климатической системы получают автономные измерительные комплексы. С помощью заякоренных автономных платформ (или ПАБС — притопленная автоматическая буйковая станция) выполняется сбор информации в фиксированном пункте в течение продолжительного (как правило, до одного года) периода времени. Подобные системы предоставляют возможность получать достоверную оценку параметров динамического состояния водной толщи в заданной точке пространства: скоростей и направлений морских течений, их сезонной и межгодовой изменчивости, характеристик приливных течений и пр. Кроме того, в настоящее время наряду с приборами, устанавливаемыми на фиксированных горизонтах, в состав ПАБС все чаще включаются акустические профилографы скоростей течений и профиломеры, осуществляющие вертикальное перемещение вдоль несущего троса комплекса в пределах выбранного диапазона глубин и записывающие информацию о вертикальном распределении основных параметров состояния (температура, соленость, скорость течения). Использование ПАБС должно быть предусмотрено согласованной программой океанографических исследований на базе платформ АПРО.

Организационный блок

В рамках организационного блока предлагается рассмотреть возможность включения Полевой базы (ПБ) «Ладога» в объединенную обсерваторию в качестве самостоятельного узла, поскольку возможности базы как учебно-методического центра (рис. 3) позволяют выполнять работы в интересах обсерватории по ряду пунктов:

- разработка и реализация согласованных программ сервисного и метрологического обслуживания оборудования;
- периодическая эксплуатация измерительных устройств в рамках тестовых сессий, что позволит осуществлять регулярные интеркалибрационные измерения и своевременно выявлять возникающие неполадки;
- наглядные демонстрации и возможность приобретения практических навыков эксплуатации приборов



Рис. 3. Использование объектов инфраструктуры ПБ «Ладoga»

в условиях, близких к полевым, предоставляемая обучаемому персоналу под контролем опытных инструкторов;

- разработка и апробация технических решений по интегрированию измерительных и регистрирующих устройств в аппаратно-программные комплексы, которые будут применяться на узлах пространственно-распределенной обсерватории;

- разработка и апробация технических решений по обеспечению коммуникационного взаимодействия с измерительными устройствами с привлечением к сотрудничеству на экспериментально-тестовой площадке разработчиков соответствующего оборудования (акустические транспондеры, УКВ-модемы, спутниковые передатчики);
- унификация комплектов приборов, методик пусконаладочных работ и эксплуатации по направлениям исследований на всех объектах распределенной обсерватории.

Информационный блок

Важным интегрирующим элементом АПРО должна стать информационная система, обеспечивающая сбор, контроль и архивирование поступающих с узлов АПРО данных, а также формализованный доступ к первичной информации и аналитическим материалам, полученным на ее основе. Представляется очевидной невозможность создания полностью консолидированной базы данных всех наблюдений, выполняемых на обсервационных площадках пространственно-распределенной обсерватории. При всей своей привлекательности, подход, заключающийся в разработке единой унифицированной базы данных, должен быть отклонен как практически не реализуемый. Во-первых, в силу существенной неоднородности собираемой на узлах АПРО информации. Во-вторых, исследовательские работы на обсерваториях ФГБУ «АНИИ» ведутся не первый год, за это время в профильных подразделениях были разработаны методики усвоения накапливаемых материалов и созданы тематические базы данных, структурно оптимизированные под хранение того или иного вида информации. Решения, диктующие отказ от существующих наработок, отложенных в течение длительного периода и адаптированных под решение конкретных, зачастую очень специфических, задач транспорта данных и постпроцессинга, явно неконструктивны.

Система управления потоками данных АПРО может быть реализована в архитектуре информационного портала, обеспечивающей гибкий подход к организации размещения материалов наблюдений и доступа к ним. При этом действующие базы данных, функционирующие под управлением разных СУБД или реализованные в виде структурированных файловых массивов, равно как и предоставляющее пользовательский интерфейс программное обеспечение, не выводятся из эксплуатации и продолжают поддерживаться, но возникает интегрирующая надстройка, функциональность которой поэтапно наращивается

в направлении обеспечения размещения и предоставления данных в режиме «одного окна». Портал оснащается средствами автоматической загрузки новой информации, преобразования форматов представления, формального контроля качества, ассимиляции, статистического анализа, визуализации, также обеспечивается возможность взаимодействия с внешними информационными системами. Клиентское программное обеспечение портала предоставляет пользовательский интерфейс информационного хранилища АПРО, включая средства конфигурирования запросов к базам, отображения возвращаемых наборов данных и результатов расчетов, операции экспорта, а также инструменты импортирования.

Заключение

Создание Арктической пространственно-распределенной обсерватории, объединяющей научно-исследовательский стационар «Ледовая база Мыс Баранова», Российский научный центр на архипелаге Шпицберген, гидрометеорологическую обсерваторию Тикси и, в перспективе, ледостойкую самодвижущуюся платформу, как структуры, оптимизирующей организацию исследовательских работ на объектах арктической обсервационной инфраструктуры Росгидромета, в полной мере соответствует Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации») по направлению «Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики».

В интересах обеспечения долгосрочного постоянного научного присутствия России в высокоширотной Арктике представляется целесообразной интеграция непрерывно действующих комплексных научно-исследовательских обсерваторий в структуре АПРО и, кроме того, последующее развитие этой структуры путем включения в ее состав исследовательских платформ на арктических архипелагах Земля Франца-Иосифа, Новосибирские острова и на острове Врангеля. Наряду с проведением комплексных гидрометеорологических исследований, данные обсерватории должны обеспечивать выполнение специальных наблюдений и работ прикладного характера, а также служить основой для проведения ориентированных региональных исследований, направленных на последующее освоение архипелагов.

К.В. Фильчук, А.П. Макштас, С.Р. Веркулич, С.М. Ковалев, И.И. Василевич, Р.Е. Власенков (АНИИ)

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ВЫСОКОШИРОТНОЙ АРКТИКИ НА БАЗЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА

В рамках тематики НИТР Росгидромета сотрудниками ФГБУ «АНИИ» в 2020 году был разработан «Технический проект организации сети мониторинга многолетнемерзлых грунтов (ММГ) на базе наблюдательной сети Росгидромета в высокоширотной Арктике» (далее — проект), основные положения которого излагаются в данной статье.

Актуальность проекта определяется свойствами и значением ММГ в системе государственного мониторинга окружающей среды (подсистем мониторинга земель, недр, водных объектов, состояния и загрязнения окружающей среды) и в сферах хозяйствования: широкое распространение и пространственная неоднородность; разновременная реакция на изменения климата, гидросферы и т.д.; заметное влияние на развитие других компонентов природной среды (рельеф, гидрологическая сеть, ландшафты и т. д.) и на эмиссию парниковых газов; важная роль при проектировании, создании и эксплуатации инфраструктуры в районах распространения ММГ. В контексте климатических изменений последних десятилетий проблема организации мониторинга и прогноза состояния ММГ приобрела дополнительную остроту. С 1990-х годов стал развиваться глобальный мониторинг по программам TSP (Thermal State of Permafrost) и CALM (Circumpolar Active-layer Monitoring), входящих в системы GTOS (Global Terrestrial Observing System) и GCOS (Global Climate Observing System) под эгидой ВМО и Международной ассоциации мерзлотоведения (International Permafrost Association, IPA). Его данные свидетельствуют о росте в последние 20–30 лет температуры ММГ Северного полушария на большинстве точек наблюдения на глубине нулевых годовых амплитуд (в разных районах на 0,5–2 °С) и увеличении мощности слоя сезонного оттаивания (Biskaborn B.K., Smith S.L., Noetzi J., Matthes H., Vieira G., Streletskiy D.A., et al. Permafrost is warming at a global scale // Nat. Commun. 2019. Vol. 10. P. 264). В России ММГ занимают около 65 % площади всей страны и 85 % территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). Такие масштабы распространения, наличие стратегических планов по освоению ресурсов АЗРФ и других районов присутствия ММГ наряду с задачей обеспечения экологической безопасности определяют бесспорную актуальность организации отечественного мониторинга ММГ.

Несмотря на опыт и признанные достижения отечественной науки в области исследований вечной мерзлоты, в России отсутствует государственная сеть наблюдений за состоянием и динамикой ММГ. Существующая наблюдательная сеть Росгидромета, где примерно на 140 станциях в криолитозоне измеряются температуры на глубинах до 3,2 м, не соответствует современным требованиям. Другие площадки наблюдений динамики сезонно-талого слоя (СТС) и точки термометрических скважин глубиной более 10 м создавались в рамках различных проектов многочисленными научными организациями. В итоге в России имеется хаотичное, во многих случаях не репрезентативное расположение точек, и, зачастую, низкое качество наблюдений за ММГ, отсутствует единая методика, нередко отсутствуют сопряженные

метеонаблюдения и, что особенно важно, отсутствует единый национальный оператор мониторинговых данных. Очевидным пробелом в сети мониторинга ММГ является отсутствие пунктов, соответствующих современному уровню наблюдений, на островах и побережье высокоширотной Арктики. Такое положение дел диктует необходимость организации государственной сети мониторинга ММГ. Основные мероприятия по организации такой сети должны включать:

- модернизацию существующих в криолитозоне метеостанций Росгидромета для ведения мониторинга ММГ на стандартных глубинах до 3,2 м;
- организацию в ключевых точках (природно-климатические условия, привязка к действующим станциям с многолетними метеорологическими наблюдениями, перспективы мониторинга для решения прикладных задач) сети пунктов мониторинга ММГ с термометрическими скважинами глубиной более 10 м и площадками наблюдений за СТС;
- определение ответственного государственного куратора (ведомства), отвечающего за создание и непрерывное функционирование сети.

Обоснованием курирующей роли Росгидромета в создании единой государственной сети мониторинга ММГ являются следующие факторы:

- деятельность Росгидромета соответствует задачам государственного мониторинга ММГ в связи с осуществляемым им мониторингом других сопряженных компонентов окружающей среды (земля, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух и т. д.), в том числе в рамках его взаимодействия с ВМО;
- Росгидромет десятилетиями непрерывно выполняет свои функции и будет осуществлять их с неограниченной временной перспективой вне зависимости от принадлежности к тому или иному министерству;
- деятельность Росгидромета (получение, учет и обработка данных, предоставление данных и результатов пользователям) носит характер госзаказа, свободный от ведомственных интересов;
- Росгидромет обладает сетью станций (прежде всего метеорологической), где с наименьшими затратами может быть организован непрерывный, долговременный, стандартизированный мониторинг ММГ;
- почти на 140 станциях Росгидромета в криолитозоне длительное время ведутся измерения температуры, влажности грунтов, в том числе до глубины 3,2 м;
- Росгидромет имеет передовой опыт организации и функционирования единых информационных систем, центров информации, предназначенных для сбора, архивации, структуризации, передачи огромных массивов комплексных данных мониторинга компонент окружающей среды.

Безусловно, создание государственной сети фонового мониторинга ММГ не может быть осуществлено без взаимодействия Росгидромета с заинтересованными министерствами и организациями.

В рамках текущей НИТР Росгидромета головным исполнителем работ по созданию государственной сети мониторинга ММГ в высокоширотной Арктике является ФГБУ «АНИИ» в силу следующих причин:

Цель проекта заключается в создании сети фонового мониторинга и изучения криогенных процессов, прогноза развития ММГ в высокоширотной Арктике, в том числе в качестве прототипа системы мониторинга ММГ России. Задачи проекта в контексте его использования как прототипа отечественной системы мониторинга включают:

- обеспечение непрерывных, репрезентативных, стандартизированных наблюдений за состоянием и динамикой ММГ;
- обеспечение централизованной архивации, обработки, представления данных мониторинга ММГ в государственные управленческие структуры, в заинтересованные отечественные учреждения и организации, в международные центры в рамках участия и обязательств РФ (ВМО).

Непосредственная практическая задача проекта состоит в создании сети пунктов мониторинга ММГ современного уровня в высокоширотной Арктике (острова и материковая зона Северного Ледовитого океана), которая обеспечит получение долговременных, непрерывных рядов данных для выявления закономерностей формирования геокриологической обстановки, прогноза развития ММГ.

Исходные требования к сети мониторинга ММГ сходны как для районов высокоширотной Арктики, так и для России в целом:

- репрезентативность сети, определяемая природно-климатическим районированием с учетом геологического строения территорий, наличием в пунктах сети или вблизи долговременных гидрометеорологических наблюдений;
- единый стандарт наблюдений в пунктах сети, отвечающий отечественным требованиям и международному уровню (параметры и обустройство скважин, площадок наблюдений; применяемые материалы и оборудование; методики наблюдений; формат и содержание получаемых первичных данных в электронном виде);



Рис. 2. Местоположение предлагаемых пунктов сети ММГ (номера и данные пунктов – см. табл. 1)

- размещение, обработка, хранение данных в Едином центре (в предлагаемом проекте — в ФГБУ «АНИИ»), в стандартизированном формате специализированной базы данных;
- предоставление размещенных в Едином центре данных в научных, изыскательских, коммерческих и других целях осуществляется

под надзором государства.

План реализации проекта предполагает выполнение комплекса взаимосвязанных мероприятий, основными среди которых являются:

- подготовка, согласование и утверждение технического проекта, финансово-экономического обоснования, графика и состава работ, порядка и форм отчетности;
- финансовое обеспечение реализации мероприятий;
- приобретение необходимого оборудования и снаряжения, расходных материалов;
- подготовка и внедрение необходимой методической документации (рекомендации, руководства и т. п.) на основе существующих нормативных документов и опыта работ по созданию сети;
- организация и выполнение непосредственных экспедиционных работ по созданию пунктов сети ММГ в высокоширотной Арктике на наблюдательной сети Росгидромета;
- выполнение комплекса лабораторных исследований по изучению свойств ММГ в пунктах организации мониторинга;
- создание, тестирование и внедрение программных продуктов (базы данных, модели) для архивации, обработки, использования данных мониторинга ММГ;
- регистрация пунктов и начало информационного обмена (Росгидромет, ВМО, другие).

Проект предусматривает организацию 11 пунктов мониторинга ММГ на островах и побережье высокоширотной Арктики (рис. 2, табл. 1). Пункты выбраны по двум основным критериям: «закрытие белого пятна» в мони-

Таблица 1

Предлагаемые пункты мониторинга ММГ

№ п/п	Индекс ВМО	Наименование станции	Координаты станции		Высота метеоплощадки (м над у. м.)	Начало наблюдений (год)	Примечание
			северная широта	восточная долгота			
1	20107	пос. Баренцбург	78°04'	14°15'	73	1961	Шпицберген
2	20046	им. Э.Т. Кренкеля	80°37'	58°03'	21	1966	ЗФИ, о. Хейса
3	20094	мыс Баранова	79°17'	101°37'	23	2013	Обсерватория ФГБУ «АНИИ»
4	21432	о. Котельный	76°00'	137°52'	12	1933	14.09.2003 г. перенос на 1,2 км к западу
5	21982	о. Врангеля	70°59'	181°31'	18	1936	С 2010 г. на ЮВ части коренного берега о. Врангеля
6	25051	пос. Певек	69°42'	170°15'	3	1939	
7	21824	пос. Тикси	71°35'	128°55'	6	1961	
8	20891	пос. Хатанга	71°59'	102°28'	31	1946	12.01.1951 г. перенос на 800 м к ЮЮЗ
9	20667	им. М.В. Попова	73°20'	70°03'	4	1961	о. Белый
10	23226	г. Воркута	67°29'	64°01'	165	1945	
11	22140	мыс Святой Нос	68°09'	39°46'	12	1971	Кольский п-ов

торинге ММГ в АЗРФ; репрезентативное расположение пунктов на действующих станциях (обсерваториях) Росгидромета с длительным рядом метеонаблюдений в разных климатических провинциях высокоширотной Арктики.

Проект развертывания сети мониторинга ММГ в высокоширотной Арктике рассчитан на три года. Следует отметить, что организация 3 из 11 пунктов мониторинга (на Шпицбергене, Земле Франца-Иосифа, Северной Земле) проводится специалистами ФГБУ «ААНИИ» также в рамках гранта РНФ «Геокриологические условия архипелагов и прилегающего шельфа восточного сектора Евразийской Арктики» (завершение в 2022 году). Поэтому приводимый ниже план трехлетних экспедиционных работ включает создание только 8 пунктов мониторинга (табл. 2). При этом единая методика организации пунктов мониторинга, снятия и обработки данных, обслуживания сети будут распространяться на все пункты.

Таблица 2

Общий план экспедиционных работ

Пункт мониторинга	1 год	2 год	3 год
мыс Святой Нос, Кольский п-ов	бур.	стс, дан.	дан.
г. Воркута	бур.	стс, дан.	дан.
о. Белый	бур.	стс, дан.	дан.
пос. Тикси	бур.	стс, дан.	дан.
о. Котельный	бур.	стс, дан.	дан.
пос. Певек	бур., стс	дан.	дан.
о. Врангеля	бур.	стс, дан.	дан.
пос. Хатанга	бур.	стс, дан.	дан.

Примечание. бур. – бурение и оборудование термометрических скважин, стс – организация площадок мониторинга сезонно-талого слоя, дан. – снятие данных наблюдений

Безусловно, параллельно с экспедиционными работами в течение трех лет будут выполняться другие мероприятия: подготовка к полевым работам и закупка необходимого оборудования (1-й год); выполнение комплекса лабораторных исследований (1-й, 2-й, 3-й годы); разработка методических документов, в том числе руководства по обслуживанию мерзлотной наблюдательной сети (2-й год); создание, регистрация и начало заполнения специализированной базы данных (2-й и 3-й годы).

В последующие годы планируется курирование снятия, архивации, обработки, предоставления данных с созданной сети мониторинга ММГ. Непосредственно сама процедура съема данных с установленных термометрических скважин, площадок наблюдения СТС, передача данных в ФГБУ «ААНИИ» осуществляются сотрудниками станций Росгидромета, с опорой на которые создается сеть пунктов. Кроме того, необходимо техническое сопровождение сети: проведение восстановительных работ в случае отказа термокос, затекания в скважины воды, образования ледяных пробок и т. п.

Техническая реализация проекта в части создания и оборудования пунктов мониторинга ММГ основывается на применении единых стандартов, отвечающих отечественным требованиям и международному уровню.

Бурение скважин проводится на современную глыбину нулевых годовых амплитуд, что отвечает скважинам глубиной от 10 до 20–25 м. В качестве оптимального варианта следует рассматривать бурение малогабаритными буровыми установками, например УКБ-12/25 (Завод им. В.В. Воровского, Екатеринбург), МГБУ 800 «Термит» (ООО НПО «Геммаш», Москва), СБ-ПМ-01 Колибри (ООО НПЦ «Современная буровая техника», Москва). Такие установки (рис. 3) показали эффективность при работах сотрудников ФГБУ «ААНИИ» в Арктике и Антарктиде и при этом могут транспортироваться на катере, вертолете, любых автомашинах повышенной проходимости и вездеходах, даже на регулярных рейсах гражданского авиасообщения. Бурение осуществляется «всухую», без промывки и продувки, сопровождается отбором, фотодokumentацией, описанием литологии и криотекстур мерзлых кернов, отбором образцов для дальнейших лабораторных исследований согласно требованиям ГОСТ 12071-2001. Отбор образцов для определения температуры начала замерзания (с использованием электронного термометра) выполняется вне зависимости от их состояния (талое или мерзлое); определение теплофизических характеристик кернов и влажности проводятся непосредственно в период работ бурового отряда (см. рис. 3).

Термометрия скважин осуществляется в соответствии с ГОСТ 25358-2012. Скважины могут оборудоваться термокосами ООО «МГУ-Геофизика» (Россия) или другими аналогами, проводящими запись хода температуры по стволу скважин в автоматическом режиме (см. рис. 3). Для предотвращения попадания в ствол скважины верховодки из СТС верхняя часть скважины обсаживается кондуктором на глубину, превышающую СТС на 1 м. Глубины измерения температуры в скважинах следует принимать согласно ГОСТ 25358-2012. Логгер программируется на снятие отсчетов 4 раза в сутки.

Для мониторинга мощности СТС в районе скважины разбивается квадратная площадка CALM площадью 1 Га. Измерения СТС проводятся металлическим щупом в конце теплого периода (сентябрь – октябрь) с выпадением первого снега с шагом в 10 м в 121 точке.

Время для бурения и оборудования термокосой одной скважины, организации площадки наблюдений СТС (CALM) составляет до 10 дней. Выстойка скважины после бурения до снятия первого кондиционного отсчета составляет не менее суток.

Требуемые для реализации проекта материальные, финансовые и людские ресурсы сравнительно невелики. С решением задач проекта способна справиться группа из 8–10 специалистов, логичным представляется ее формирование

Рис. 3. Примеры оборудования для использования в ходе создания пунктов мониторинга ММГ (а – буровая установка УКБ-12/25; б – термокосы «МГУ-геофизика»; в – прибор KD2-PRO для определения теплопроводности грунтов; г – термометр цифровой для определения температуры кернов и температуры начала замерзания)



в виде нового подразделения в составе ФГБУ «ААНИИ». Деятельность этого подразделения включает: организацию и выполнение полевых работ по созданию и поддержке пунктов мониторинга; разработку и ведение баз данных; руководство аналитическими исследованиями, моделированием; подготовку научнотехнических обоснований, отчетов, методических руководств, статей и т. д. Отметим, что проектом не планируется увеличение штатного состава действующих станций Росгидромета, так как снятие данных на пунктах сети мониторинга и их передача в Единый центр (ФГБУ «ААНИИ») могут выполняться сотрудниками станций на основе методических рекомендаций (снятие термометрических данных скважин — 2–3 раза в год; измерения на площадке СТС — раз в год).

В проекте предполагается использовать оборудование и снаряжение преимущественно отечественного производства, которое имеет достаточные характеристики для корректного, качественного решения задач организации и осуществления мониторинга и часто значительно дешевле зарубежных аналогов. Следует отметить, что реализация проекта не требует модернизации или расширения существующей инфраструктуры на станциях, дополнительного энергообеспечения, помещений и т. д.

Наиболее затратными в проекте являются экспедиционные работы по созданию пунктов мониторинга, причем прежде всего это относится к труднодоступным островам высокоширотной Арктики (о. Врангеля, о. Котельный), доставка исполнителей работ и оборудования на которые может осуществляться только с крайне дорогостоящим использованием вертолетов. В целом предварительная оценка необходимого для реализа-

ции проекта финансирования дает сумму около 140 млн рублей (основное оборудование и снаряжение — около 10 млн рублей, экспедиционные работы — около 100 млн рублей, оплата работы группы 10 специалистов в течение трех лет — около 30 млн рублей).

В заключение перечислим основные ожидаемые результаты реализации «Технического проекта организации сети мониторинга многолетнемерзлых грунтов (ММГ) на базе наблюдательной сети Росгидромета в высокоширотной Арктике»:

- создание высокоширотного мониторингового разреза, охватывающего часть северной полярной области Земли и характеризующего ее в многообразии криогенных обстановок;
- заполнение пробела в отечественной и международной сети наблюдений по программам TSP и CALM;
- заложение основы и опробование методик сбора, анализа, систематизации и управления данными государственной системы мониторинга ММГ в России на базе наблюдательной сети Росгидромета;
- улучшение качественной и количественной оценок, прогноза направленности изменения мерзлотной обстановки вследствие климатических колебаний;
- выявление региональных отличий в отклике мерзлоты арктических архипелагов и побережья на потепление климата;
- содействие улучшению инженерно-геологического обеспечения хозяйственного освоения территорий высокоширотной Арктики;
- развитие прогноза опасных геокриологических процессов в высокоширотной Арктике.

С.Р. Веркулич, Н.Э. Демидов, М.А. Анисимов (ААНИИ)

ЭКСПЕДИЦИЯ «БЕЛАЯ ЧАЙКА – 2020»

Белая чайка (*Pagophila eburnea*) — самый малочисленный эндемичный вид арктических морских птиц с ограниченным гнездовым ареалом и спорадическим распространением в его пределах (Гаврило М.В. Экспедиции проекта «Открытый Океан» в 2019 году. Сообщение второе: О2А2-2019: Белая чайка // Российские полярные исследования. 2020. Вып. 3. С. 29–31). Она внесена в Перечень видов флоры и фауны, являющихся индикаторами устойчивого состояния морских экосистем Арктической зоны Российской Федерации, утвержденный распоряжением Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 22 сентября 2015 г. № 25-р. В 2020 году исследования белой чайки были продолжены в российской части ареала в рамках целевого инновационного проекта ПАО НК «Роснефть» «Оценка устойчивости арктических экосистем на основании исследования динамики состояния ключевых видов». Объектами исследования в этом проекте помимо белой чайки являются такие виды-индикаторы арктической фауны, как белый медведь, атлантический морж, дикий северный олень.

Основная цель исследования — изучение и мониторинг белой чайки как индикатора устойчивого состояния морских арктических экосистем и разработка рекомендаций по сохранению ее популяций.

Задачи экспедиционных исследований:

1. Получение данных о гнездовой численности, фенологии гнездового сезона, успешности размножения, особенностях хода гнездового цикла в выбранной ключевой колонии, в т. ч. с использованием БПЛА и фотоловушек.
2. Отлов, кольцевание, мечение белых чаек.
3. Получение данных о морфометрических характеристиках, половозрастном составе отловленных белых чаек, состоянии их линьки и вовлеченности в размножение.
4. Получение данных о пространственном и биотопическом сезонном распределении, в т. ч. с использованием GPS-трекеров.
5. Получение данных о встречаемости и поведении белых чаек.
6. Проведение сбора биологических образцов от белых чаек для дальнейших анализов, в т. ч. трофологического, токсикологического, паразитологического.

Материалы и методы

Экспедиционные работы проводились в северо-восточной части Карского моря и в море Лаптевых, в т. ч. в пределах Северо-Карского лицензионного участка ПАО «НК «Роснефть»».



Карта-схема района работ экспедиции «Белая чайка – 2020»

Таблица

Объем работ, выполненных в экспедиции «Белая чайка – 2020»

Вид работ	Объем выполненных работ
Вертолетные аврорвизуальные наблюдения С использованием БПЛА Судовые учеты Автоматические наблюдения (6 фотоловушек SEELOCK) на колониях белых чаек Маршрутные наблюдения и учеты фауны Отлов, кольцевание, цветное мечение, морфометрическое обследование птиц	4 часа 20 минут, протяженность маршрута – 847 км 589 фотографий, 64 видеоролика продолжительностью 218 минут 101 час 43 минуты, протяженность маршрута 1590 км 232 ловушко-суток, 19125 фотографии, 4738 видеороликов продолжительностью 72 часа 30 минут 39 маршрутов, протяженностью ок. 148 км, продолжительностью около 140 часов Белая чайка: 50 взрослых особей Моевка: 107 взрослых особей, 10 птенцов Бургомистр: 2 взрослых особи, 10 птенцов Обыкновенная гага – 1 самка
Инструментальное прослеживание	Помечены GPS-трекерами MILSAR 7 взрослых белых чаек Помечены GPS-трекерами LOTEK 13 взрослых особей моевки
Отбор биологических образцов	Пробы венозной крови: 62 пробы от 37 взрослых белых чаек 96 проб от 49 взрослых моевок, 17 проб от 10 птенцов моевки 3 пробы от 2 взрослых бургомистров, 17 проб от 10 птенцов бургомистра 2 пробы от 1 взрослой самки обыкновенной гаги Пробы перьев: 207 проб от 51 взрослой белой чайки (2 post-mortem) 91 проба перьев от 30 взрослых особей моевки 38 проб от 13 птенцов моевки (7 post-mortem) Костная ткань (post-mortem): 2 пробы от 2 взрослых белых чаек 5 проб от 5 молодых моевок Пробы питания (отрыжки, погадки, экскременты): 6 проб от белой чайки 19 проб от моевки 24 пробы от черной казарки 7 проб от гуменника
Оценка состояния местообитаний	Разбор гнезд для выяснения состава гнездового материала и наличия пластика 11 гнезд белых чаек 7 гнезд моевок 6 проб литорального грунта для оценки содержания микропластика. Отобрано 10 проб экскрементов от взрослых бургомистров на содержание микропластика
Дополнительные исследования биоразнообразия и местообитаний	Собраны коллекции: Макромицеты – 11 проб Морские беспозвоночные – 11 проб Макрофиты – 10 экз. Пресноводный микрофитобентос – 7 проб Энтомофауна – 3 пробы Костные остатки северного оленя и моржа – 7 проб Геологические образцы – 8 проб

Основные работы выполнялись стационарно с базированием на трудно-доступной станции (ТДС) Визе, с 8 июля по 30 августа. Дополнительные краткосрочные наземные наблюдения проведены на о-вах Голомянный и Домашний в архипелаге Седова (7–8 июля и 3 сентября), о-ве Уединения (31 августа), на мысе Баранова о. Большой в архипелаге Северная Земля (4 сентября).

Попутные морские авиационные и судовые наблюдения и учеты морских птиц и млекопитающих выполнены:

1) по ходу транспортного транзита вертолетами от пр. Вилькицкого через Северную Землю к о. Визе и в районе о. Уединения (6–8 июля, 31 августа);

2) по ходу транспортного транзита НЭС «Михаил Сомов» от о. Визе в северо-восточной части Карского моря и от мыса Челюскин до Тикси в море Лаптевых (31 августа — 9 сентября).

Для местных воздушных исследований и фиксации состояния колоний белой чайки использовались два квадрокоптера DJI Phantom 4 Pro.

В ходе исследований применялись различные методы, объем выполненных работ указан в таблице.

Предварительные результаты

Программа полевых работ в экспедиции «Белая чайка — 2020» была выполнена в соответствии с экологическими условиями, сложившимися в сезон 2020 года на островах северо-востока Карского моря. Летний сезон 2020 года характеризовался крайне неблагоприятными условиями для размножения белых чаек, что проявилось в поздних сроках гнездования и низкой результативности размножения. Комплексными методами были обследованы восемь ранее известных коло-

Белые чайки пытались гнездиться в естественных (о. Голомянный, фото слева) и антропогенных (о. Визе, фото справа) местообитаниях, но в обоих случаях — unsuccessfully
Фото М.В. Гаврило



Участники экспедиции «Белая чайка – 2020»
Ю.А. Давыдова, И.И. Чупин, М.В. Гаврило на полярной станции Визе

ний белой чайки. Впервые в ходе мониторинговых работ был выявлен нулевой успех размножения одновременно в трех крупнейших колониях белой чайки в ядре ареала вида на северо-востоке Карского моря: на арх. Седова, на о-вах Визе и Уединения. В этих колониях не вылупилось / не поднялось на крыло ни одного птенца белых чаек. В целом в восьми обследованных колониях общая численность чаек, пытавшихся загнеститься в 2020 году, была минимальной за весь доступный ряд наблюдений.

В ходе визуальных наблюдений и автоматического мониторинга колоний белых чаек с помощью фотоловушек получены уникальные данные о поведении чаек в неуспешный сезон. Эти данные позволяют более обоснованно интерпретировать результаты мониторинга популяционной численности и важны для совершенствования методов учета численности белых чаек.

Программа кольцевания и мечения птиц трекерами была оперативно адаптирована к текущим условиям для достижения максимальной результативности и получения информации, комплексно характеризующей экосистему, в которой обитает белая чайка.

GPS-трекерами с радиопередатчиками (NanoTag-14, MILSAR TECHNOLOGIES SRL, www.milsar.com) были помечены 7 гнездящихся белых чаек, но все они бросили гнезда и вскоре покинули район гнездования. В итоге общее время прослеживания составило 32 дня, но только от одной особи получены долгосрочные данные о перемещениях за 19 суток. За это время чайка посетила архипелаг Северная Земля и прилегающую область Северного Ледовитого океана до 86 градуса северной широты.

В связи с неуспешным гнездованием белых чаек и отсутствием возможности возврата трекеров на основе





Обследование колонии белых чаек при помощи квадрокоптера. Остров Голомянный.
Фото М.В. Гаврило

логгеров, без опции дистанционного скачивания данных трекеры Lotek (PinPoint-240 SOB, LOTEK WIRELESS INC, www.lotek.com) были установлены на 13 гнездящихся моек (4 самца, 4 самки, остальные особи с неопределенным полом). Повторно отловлено 11 птиц, возвращено 10 трекеров (один утрачен). Время прослеживания одной особи составило от 12 до 20 суток, в среднем 16,4 суток на одну особь, суммарное время прослеживания составило 168 суток.

Остров Визе, открытый в 1930 году, до настоящего времени остается одним из наименее изученных островов Российской Арктики, особенно с точки зрения биоразнообразия. Дополнительные исследовательские полигоны на других островах также исследованы недостаточно. Поэтому было принято решение попутно, по возможности, собирать материалы по биоте и местообитаниям островов для получения более полной характеристики экосистемы и среды обитания белой чайки. В ходе работ на маршрутах и при стационарных наблюдениях проведены наблюдения за орнитофауной, найдены и описаны гнезда морских птиц. Составлены фаунистические списки для островов Визе, Домашний, Голомянный, Уединения и побережья бухты Амбы, о. Большевик, Северная Земля. В условиях аномально теплого лета 2020 года в Карском море на островах было зарегистрировано несколько залетных видов воробьиных, а также сокол-кречет. Ветрами на остров занесло также бабочек-листоверток из таймырской тайги (Gavrilo M.V., Chupin I.I., Kozlov M.V. Carried with the wind: mass occurrence of *Zeiraphera griseana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera, Tortricidae) on Vize Island (Russian High Arctic) // *Nota Lepidopterologica*. 2021. 44: 91–97).

Особое внимание было уделено видам, внесенным в Перечень видов-индикаторов устойчивого состояния морских экосистем АЗРФ Минприроды России: обыкновенной гаге, бургомистру, моевке. Проведены учеты гнезд и наблюдения за их гнездовой биологией. С учетом работ, проведенных на острове в 2019 году в рамках циркумполярного учета белой чайки, на о. Визе были заложены площадки мониторинга белой чайки и других ключевых видов морских птиц-индикаторов.

Подобные исследования, охватившие орнитофауну, морских млекопитающих, беспозвоночных, растительный покров и морские береговые местообитания, были проведены на о. Визе впервые. Также впервые в Карском море были проведены исследования гнездовой биологии, кольцевание, индивидуальное мечение, отбор биологических проб от морских птиц, являющихся видами-индикаторами состояния морских экосистем Арктики (бургомистр, моевка, обыкновенная гага).

Впервые в России было произведено мечение белых чаек и моевок GPS-трекерами и получены первые данные об их перемещениях с высокой точностью разрешения.

Собрана представительная коллекция биопроб, наибольшая для российской части популяции. Результаты их обработки позволят оценить трофические связи и параметры здоровья популяции белых чаек в российской части ареала.

Члены экспедиции выражают искреннюю благодарность сотрудникам ТДС Визе: начальнику станции Г.А. Каревиной, метеорологу А.П. Акпыжаеву и механику В. Хрусталёву — за гостеприимство, терпение и всевозможное содействие в проведении работ. Мы признательны Г.А. Каревиной, А.Н. Логинову (НИС «Ледовая база Мыс Баранова») и Ю. Филиппенко (ТДС имени Г.А. Ушакова) за предоставленные материалы наблюдений белой чайки и орнитофауны. Благодарим командира А.Н. Тимохина и экипаж вертолета Ми-8 АО «КрасАвиа» за мастерство при выполнении летных работ в сложных высокоарктических условиях, дирекцию ФГБУ «Усть-Ленский заповедник» за организационную помощь в период демобилизации в пос. Тикси, Pawel Otulak (Milsar), Philipp Wever и Glen Fowler (Lotek) за оперативную консультационную помощь в процессе разработки и тестирования трекерного оборудования.

М.В. Гаврило (АНИИ)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ СЕЗОННЫХ 63–66-Й РАЗ В АНТАРКТИДЕ

В последние десятилетия, по мере освоения человеком воздушного пространства и стремительного развития технологий, все большую популярность в задачах, связанных с дистанционным зондированием Земли, приобретают беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Среди основных преимуществ применения БПЛА в сравнении с пилотируемыми воздушными средствами можно выделить относительную дешевизну работ (экономия на стоимости самого аппарата, топлива, оплате труда летного экипажа), а также возможность выполнения работ в условиях, которые представляют определенную опасность для экипажа, пилотирующего самолет или вертолет: к примеру, полет с учетом орографических особенностей рельефа в горной местности.

Наиболее распространенной областью использования БПЛА является картографирование участков суши различной площади или выполнение рекогносцировочных обследований, однако этот список может быть существенно дополнен в зависимости от конкретных задач и природных особенностей исследуемых территорий. В настоящее время БПЛА применяют во всех регионах мира; не стала исключением и Антарктида. Так, на протяжении сезонных работ 63–66-й Российских антарктических экспедиций фото- и видеосъемки с помощью беспилотных летательных аппаратов стали неотъемлемой частью комплекса научно-прикладных инженерных изысканий, выполняющихся в районе станции Прогресс. В зависимости от специфики задач использовались БПЛА различной конструкции — аппараты мультироторного типа *DJI Mavic* и аппарат самолетного типа *Zala 421-08* (ООО «ЦСТ», Россия) — существенно различающиеся по особенностям эксплуатации и техническим характеристикам (см. таблицу).

Запуск БПЛА самолетного типа осуществляется с помощью эластичной катапульты (рис. 1а), а посадка — при помощи парашюта (рис. 1б). Это означает, что при выборе стартовой площадки необходимо учитывать целый ряд критериев: транспортную доступность, оптимальное время подлета БПЛА к основным площадям обследования, отсутствие вблизи посторонних объектов, ровный рельеф поверхности, наличие на ней снежного покрова во избежание повреждения аппарата при посадке. В работах с этим летательным аппаратом задействован экипаж из двух человек, имеющих квалификацию оператора наземных средств управления беспилотным летательным аппаратом и допуск к выполнению полетов и техническому обслуживанию аппаратуры. Пилотирование квадрокоптеров требует соблюдения значительно меньшего количества условий: маневренность, возможность изменять скорость полета вплоть до полной остановки и зависания в точке, возможность мягкой посадки на выбранную поверхность, простота управления позволяют не предъявлять особых условий к местности, где производится запуск, а с работами легко справляется один оператор.

Особенности, перечисленные выше, и определяют значительные различия в задачах, решаемых при помощи беспилотных аппаратов разных типов. БПЛА самолетного типа, способный улететь на большие расстояния и длительное время работать от батареи, развивающий высокую скорость, использовался для выполнения обширных площадных фотосъемок. Портативные и более неприхотливые в эксплуатации квадрокоптеры нашли применение, во-первых, в оперативных рекогносцировочных обследованиях, а во-вторых, использовались с целью фиксации наблюдаемых природных объектов и явлений. Более подробно эти задачи описаны ниже.

Таблица

Сравнение основных характеристик используемых БПЛА на ст. Прогресс

Показатель	БПЛА самолетного типа <i>Zala 421-08</i>	Квадрокоптер <i>DJI Mavic</i>
Питание	Электрическое от АКБ	Электрическое от АКБ
Максимальное удаление от точки запуска	25 км	До 5 км
Время автономного полета	80 минут	Не более 30 минут
Полезная нагрузка	Подкрылевая фотокамера, жестко закрепленная в плоскости консоли, для создания ортогональных снимков	Управляемая камера, снимающая фото и видео в разных ракурсах
Крейсерская скорость полета	70 км/ч	Около 30 км/ч



Рис. 1. Особенности эксплуатации БПЛА самолетного типа: а — запуск с эластичной катапульты; б — подготовка парашюта для БПЛА. Район станции Прогресс, 10.01.2020 года. Фото М.Р. Кузнецовой

Примеры использования данных БПЛА

Одной из важнейших задач, решаемой изыскателями и исследователями, является определение местоположений объектов на местности. Однако доступ к необходимой картографической информации есть не всегда, а что касается труднодоступных районов (к которым, безусловно, относятся территории Антарктиды), то крупномасштабные топографические карты могут и вовсе отсутствовать. Поэтому основным назначением БПЛА в полевых работах остается создание ортофотопланов — снимков участка территории, приведенных к некоторой системе высот.

Приведем один из примеров практического использования информации, получаемой с БПЛА. В ходе сезонных операций 65-й РАЭ была организована открытая площадка временного хранения строительных модулей; при ее подготовке было необходимо оценить характер рельефа, перепады высот выбранного участка. Это было сделано по ортофотоплану, созданному по результатам аэрофотосъемки БПЛА Zala 421-08. Данная задача могла быть решена в ходе проведения наземных геодезических работ. Однако, ввиду значительной площади участка (1400 × 400 м), они заняли бы от 1 до 2 суток, тогда как аэрофотосъемка вместе с обработкой данных заняла не более 6–8 часов, при этом точность определения плановых координат составила ±2 м, высотных — ±5 м. Связанной задачей является определение положения объектов, их границ и площадей, что может быть использовано для составления карт-схем с расположением объектов инфраструктуры РАЭ и прочих антропогенных объектов, определения положения береговой линии озера, картографирования временных водотоков,

а также вычисления площадей снежно-ледовых участков оазиса. Последнее особенно актуально для решения задачи оценки влагозапасов на водосборах озер.

Вторым по популярности назначением БПЛА, уже упомянутым выше, является проведение рекогносцировочных обследований: беспилотные аппараты запускают, чтобы оценить состояние объекта, оценить его доступность, найти удобный подход и т. д. С учетом холмистого рельефа оазиса в районе станции Прогресс, использование БПЛА при рекогносцировке позволяет существенно сэкономить время и силы изыскателя.

Кроме того, применение беспилотного воздушного судна самолетного типа, покрывающего большие расстояния, позволяет осуществлять и ледовую разведку для подхода судов к точкам разгрузки. Пример таких работ приводится на рис. 2: перед заходом НЭС «Академик Трёшников» в район российской антарктической станции Прогресс в ноябре 2019 года визуально было установлено, что по маршруту движения НЭС на подходе к бухте Тала наблюдается трещина в припайном льду. Ее видимая ширина не превышала 0,5 м, однако последующая рекогносцировка, выполненная сотрудниками экспедиции с высадкой на припайном льду, показала, что в действительности трещина характеризуется трапециевидной формой, расширяясь вниз от поверхности морского льда до 2–2,5 м и представляя значительную опасность для

движения транспортной техники. В том случае, если бы ледовая обстановка затруднила подход НЭС к точке разгрузки в бухте Тала и потребовалось перемещение груза и топлива по морскому льду, необходимым условием безопасности операций являлось бы форсирование данной трещины именно судном. Соответствующая

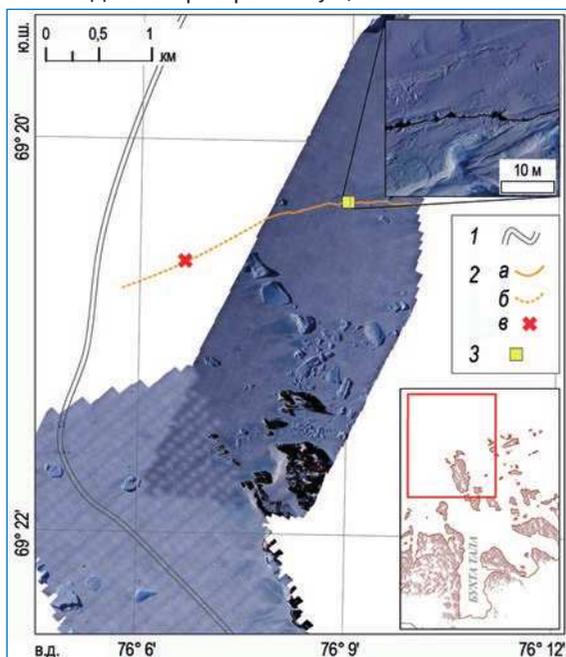


Рис. 2. Результаты ледовой разведки с использованием БПЛА:
1 – маршрут движения НЭС;
2 – трещина в морском льду (а – по данным аэрофотосъемки, б – интерполированное положение, в – визуально наблюдаемая);
3 – участок детализации аэрофотосъемки

Рис. 3. Съемка последствий прорыва оз. Болдер с БПЛА: а – снимок с квадрокоптера: наполнение провала, фото от 11.01.2020; б – снимки с БПЛА самолетного типа: участок на леднике от оз. Болдер до и после провала



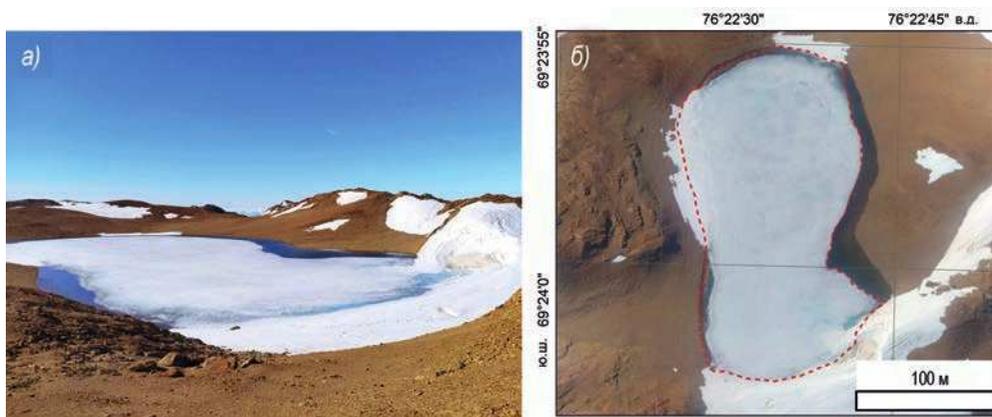


Рис. 4. Лед на акватории озера LH73: а – маршрутный фотоснимок от 02.01.2020 (оцененная площадь льда составляет 95 % акватории), фото М.Р. Кузнецовой; б – аэрофотоснимок БПЛА самолетного типа от 28.12.2020 (площадь льда на акватории 23 465 м²)

информация и координаты точки пересечения трещины с маршрутом движения НЭС, полученные в том числе с использованием аэрофотосъемки, были заблаговременно переданы начальнику рейса.

Фотосъемку природных объектов и явлений с разных ракурсов можно определить как отдельную самостоятельную задачу для БПЛА. Возможность ее решения с помощью беспилотного аппарата в специфических природных условиях антарктического региона имеет особую практическую значимость, поскольку гарантирует безопасность наблюдателя. Поясним на примере. В январе 2020 года произошло опорожнение оз. Болдер: истечение воды происходило по леднику и далее в провал в восточной части ледника Долк у полевой базы Прогресс-1 (сам провал образовался в 2017 году). Запечатлеть это уникальное природное событие для последующего изучения оказалось крайне опасно (данный участок ледника исполосован трещинами, многие из которых видны даже невооруженным глазом), а с безопасного расстояния — практически невозможно (ограниченная видимость). Поэтому единственным возможным решением стало использование квадрокоптера (рис. 3а).

В ходе сезонных полевых работ было необходимо выполнять мониторинговые наблюдения, т. е. следить за развитием природных процессов и регулярно оценивать состояние объектов. Выполнение таких наблюдений с воздуха позволяет увидеть более полную картину происходящего, в том числе на труднодоступных или опасных участках. Именно в ходе такого мониторинга с воздуха авторами настоящей статьи была получена серия аэрофотоснимков, позволивших проследить последствия опорожнения оз. Болдер (рис. 3б).

Другой пример — определение площади льда на акватории озера (рис. 4а, б): выполнение подобных работ с земли позволяет получить лишь оценочное значение (%), тогда как по аэрофотоснимку можно определить вполне конкретные значения площади озерного льда (м²). Выполнение аэрофотосъемок в течение нескольких лет позволяет оценить изменения объектов. Например, характерным природным явлением оазиса являются прорывы озера, подпруженных снежниками. В результате прорыва в снежнике образуется канал, по которому и происходит отток озерных вод. Анализ аэрофотоснимков за 64-й и 65-й сезоны позволил оценить положение и формы русел таких каналов на озерах Дискашн и Прогресс. Их положение год от года неизменно, что весьма важно при оценке опасности прорывов и разрушения снежников — плотин.

Заключение

Применение БПЛА разных типов в научных и изыскательских работах в оазисе Холмы Ларсеманн является положительным опытом для решения следующих задач:

- создание ортофотопланов и построение карт высот;
- определение положения объектов, их границ и площадей (определение координат, составление карт-схем);
- рекогносцировочные обследования;
- фотосъемка природных объектов и явлений;
- мониторинговые наблюдения (сезонные, многолетние).

Решение обозначенных задач имеет как прикладную, так и научную ценность, а применение БПЛА, как возможность их решения в силу природных особенностей антарктического региона, диктуется соображениями рациональности и безопасности.

Аэрофотосъемка имеет явное преимущество перед аналогичными наземными геодезическими работами: большая скорость полевых работ и меньшие трудозатраты. В условиях пересеченной местности и наличия крайне опасных для наземного передвижения участков целесообразно применение БПЛА для рекогносцировочных работ, фотографирования, мониторинга объектов. Выбор типа БПЛА зависит от решаемой задачи: для получения ортофотопланов или дальних рекогносцировочных работ целесообразно использовать аппарат самолетного типа; для получения фотографий труднодоступного объекта с разных ракурсов или оперативной видеосъемки быстроразвивающегося природного процесса (например, прорыв озера) удобнее применять БПЛА мультироторного типа.

Применение БПЛА дает изыскателям много преимуществ. Однако не следует забывать, что их использование очень зависит от погодных условий, в первую очередь — от скорости ветра. Учитывая известные различия метеорологических условий на полярных антарктических станциях, очевидно наличие сложностей с применением БПЛА на некоторых из них, например ограниченное количество возможных полетных дней. Это обязательно следует учитывать при планировании работ.

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

НА ВОДУ СПУЩЕНА УНИКАЛЬНАЯ ЛЕДОСТОЙКАЯ ПЛАТФОРМА «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС»

18 декабря 2020 года на Адмиралтейских верфях состоялся торжественный спуск на воду ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс». Платформа позволит продолжить регулярные исследования природной среды Центральной Арктики, приостановленные в 2013 году вместе с проектом дрейфующих экспедиций «Северный полюс».

Церемонию спуска судна на воду открыл губернатор Санкт-Петербурга А.Д. Беглов, он поблагодарил за работу сотрудников АО «Адмиралтейские верфи». Заместитель руководителя Росгидромета Н.В. Радькова сообщила, что платформа «Северный полюс» — огромный прорыв для научных исследований в Арктике. Генеральный директор АО «Адмиралтейские верфи» А.С. Бузаков заверил, что оставшаяся работа будет выполнена в срок и поблагодарил ААНИИ за участие в проекте. В церемонии также приняли участие заместитель директора ААНИИ по экспедиционной работе Ю.В. Угрюмов, руководитель Высокоширотной арктической экспедиции В.Т. Соколов и другие почетные гости.

На момент спуска на воду готовность платформы составляет 61 %: построены корпус и подводная часть, установлены все акустические приборы, находящиеся в подводной части судна, отливные патрубки, подруливающее устройство. На борту ЛСП «Северный полюс» будет оборудовано 15 научных лабораторий, в которых ученые смогут круглогодично выполнять комплексные исследования. Платформа с функционалом научно-исследовательского центра сможет без привлечения ледокола прибывать к месту проведения работ, дрейфовать в акватории Северного Ледовитого

океана в течение порядка двух лет и возвращаться обратно в порт. На одной из палуб будет оборудована вертолетная взлетно-посадочная площадка для приема вертолетов типа Ми-8 и Ми-38. Платформа станет ключевым звеном в системе прогнозирования погоды и ледовой обстановки, дополнив данные береговых обсерваторий. «Для качественных прогнозов нам необходимы постоянные данные из Центральной Арктики. Особенно важно, что в скором времени ученые смогут получить эти данные, находясь в комфортных условиях на судне, а не в палатке на льду», — отметил директор ААНИИ А.С. Макаров.

Окончание строительства намечено на 2022 год. В течение этого времени будут проведены работы выше ватерлинии: внутреннее обустройство кают, электромонтаж, установка навигационного оборудования, механизмов, труб и обустройство научных лабораторий. Проект ледостойкой платформы разрабатывался в сотрудничестве Росгидромета, КБ «Вымпел», АО «Адмиралтейские верфи» и ААНИИ. Для разработки исходных технических требований к проекту был проанализирован уникальный опыт ААНИИ по организации, проведению и результатам исследований дрейфующих станций «Северный полюс» за всю историю их существования (всего 40 станций с 1937 по 2013 год).

Контракт на проектирование и строительство платформы (проект 00903) подписан Росгидрометом и АО «Адмиралтейские верфи» в апреле 2018 года. Испытания макета прошли в ледовом бассейне ААНИИ.

Строительство платформы выполняется в рамках госпрограммы по социально-экономическому развитию Арктической зоны РФ (постановление Правительства РФ № 355 от 30 марта 2018 года, распоряжение Правительства РФ № 545-р от 30 марта 2018 года).

Ледостойкая платформа «Северный полюс» спущена на воду.
Фото предоставлено АО «Адмиралтейские верфи»



Медиа группа ААНИИ

Справочная информация

Тактико-технические характеристики ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс»:

длина платформы – 83,1 метра;
ширина – 22,5 метра;
осадка – 8,6 метра;
водоизмещение – более 10 000 тонн;
мощность головного двигателя – 4 200 кВт;
скорость – 10 узлов;
экипаж – 14 человек;
научный персонал – 34 человека;
класс ледового судна – KM Arc5 [1];
AUT1–С HELIDECK–F Special purpose ship.

АРКТИЧЕСКИЕ СПГ-ТАНКЕРЫ СОВЕРШИЛИ СВЕРХПОЗДНИЕ РЕЙСЫ ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ БЕЗ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ



Карта проводки

16 января СПГ-танкер «Кристоф де Маржери» успешно завершил переход по трассе Северного морского пути (СМП) в восточном направлении и достиг Берингова пролива. Вышедший вслед за ним однотипный СПГ-танкер «Николай Евгенов» завершил тот же маршрут 18 января. Информационное обеспечение трех рейсов осуществлялось при взаимодействии ААНИИ, Штаба морских операций Атомфлота, компаний СКФ и Ямал-СПГ.

Рейсы состоялись в разгар арктической зимы — на два месяца позднее традиционного завершения навигационного сезона в восточном секторе Арктики. Большую опасность для судоходства в это время года представляют дрейфующие льды. За короткие (для зимы) сроки танкеры смогли пересечь восточную границу СМП (Берингов пролив). Для сравнения — летом газовозы ледового класса Arc7 проходят такой путь за 8–9 дней в легких ледовых условиях.

Раньше о таких скоростях не могло идти речи. Больше года на борьбу с Арктикой потратил Адольф Норденшельд, чья шхуна «Вега» стала первым в истории судном, полностью прошедшим Северный морской путь. 64 дня длился рейс ледокольного парохода «Александр Сибиряков», который впервые преодолел путь от Архангельска до Берингова пролива за одну навигацию.

Безопасное самостоятельное плавание газовозов стало возможным благодаря оперативному гидрометеорологическому обеспечению, предоставляемому ААНИИ

и Штабом морских операций Атомфлота. На регулярной основе суда получали от ААНИИ комплексную информацию о ледовой обстановке: спутниковые снимки, ледовые карты, прогнозы распределения льда, сжатий и торосистости, а также рекомендованные маршруты следования.

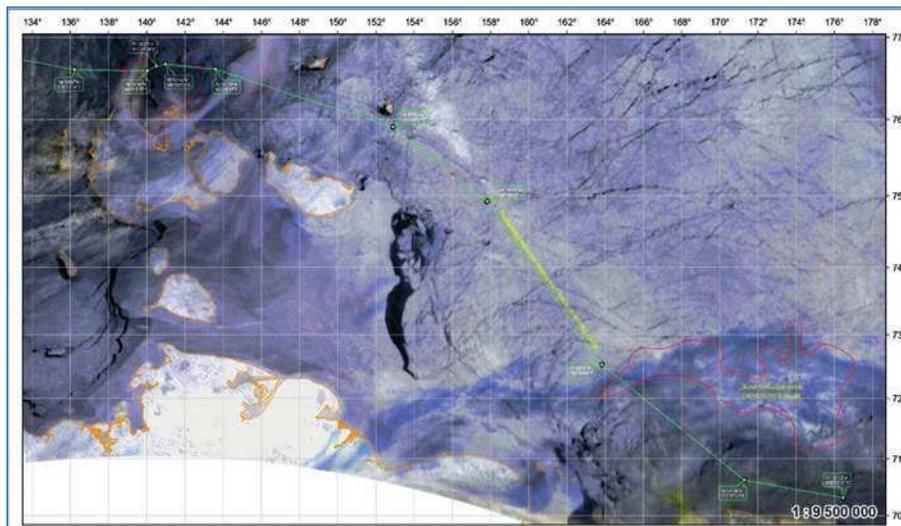
Газовозы прошли около 2500 морских миль: «Кристоф де Маржери» преодолел этот путь почти за 11 суток со средней скоростью 9,5 узлов, а «Николай Евгенов» и «Николай Зубов» — почти за 12 суток со средней скоростью 8,5 узлов.

«Успешное завершение трех рейсов в очередной раз подтверждает возможность расширения окна навигации в восточном секторе Арктики. Подобные экспериментальные рейсы танкеров-газовозов в балласте проводятся с конца 2017 года. Рейсы газовозов «Кристоф де Маржери» и «Николай Евгенов» стали первыми в загрузке сжиженным природным газом», — отметил директор ААНИИ А.С. Макаров.

Через сверхпоздних рейсов в 2021 году еще не завершена. В феврале ожидается обратный проход СПГ-танкера «Кристоф де Маржери» по СМП с востока на запад. Как и в первом рейсе, ААНИИ будет обеспечивать судно всей необходимой информацией.

В.Ю. Соколова, А.Н. Усова (ААНИИ)

Рекомендованный ААНИИ маршрут рейса



ОТДЕЛ ОЛЕНЕВОДСТВА

В истории института были отделы и направления деятельности, которые с течением времени были переданы в другие организации. Одно из таких направлений — научное оленеводство. Уже в задачи Комиссии по Северу, организация и работа которой в 1919 году предшествовали Северной научно-промысловой экспедиции (с ее созданием и началась история ААНИИ), входило изучение оленеводства и экономики оленеводческих хозяйств. Первым и самым крупным мероприятием Комиссии по Северу стала Печорская экспедиция под руководством Н.А. Кулика. Летом 1919 года сотрудники экспедиции исследовали состояние оленеводства, а также рыбные и охотничьи промыслы Печорского края для последующей заготовки мяса, рыбы и дичи для нужд Красной армии. Работы по оленеводству вел Сергей Васильевич Керцелли (1869–1935).

Несмотря на утилитарность первых задач, на междоуведомственном совещании при Особой продовольственной комиссии Северного фронта 19 февраля 1920 года, принявшем решение о создании Севэкспедиции, говорилось о необходимости разработки мер по рациональной организации оленеводства, хранению оленины и продуктов охотничьего промысла, реорганизации производства замши. В постановлении ВСНХ РСФСР от 4 марта 1920 года, которым учреждалась Севэкспедиция, отмечалось, что она создается «в целях научно-практических исследований и попутного использования естественных производительных сил, по преимуществу звериных, рыбных промыслов и оленеводства на Русском Севере».

В структуре новой организации еще не было отделов, а работали отряды по направлениям деятельности, в том числе отряд охоты и оленеводства под руководством С.В. Керцелли. В сентябре 1920 года стартовала оленеводческая экспедиция в устье Печоры (начальник — С.В. Керцелли). Изучалось местное оленнее хозяйство, велась заготовка мороженой оленины для нужд населения Северного района. Предполагалось восстановить оленеводческую станцию на Печоре, функционировавшую в 1909–1912 годах. Промысловые работы позволили заготовить 45 тыс. пудов оленины, наметить создание ряда убойных пунктов и организовать транспортировку мяса гужевым транспортом до устья р. Индиги. Помимо промысловой работы, исследователи изучали хозяйства, способы обработки и выделки шкур, маршруты кочевий.

В ходе новой экспедиции летом 1921 года проводился опрос оленеводов. Было выявлено, что местные власти незнакомы с их нуждами и бытом. По инициативе С.В. Керцелли при Севэкспедиции создали комиссию (в нее вошли В.Г. Богораз, Л.Я. Штернберг, В.И. Иохельсон, С.В. Керцелли) для выработки проекта декрета

об управлении бродячими и кочевыми оленеводными и охотничьими племенами Севера. Документ готовился долго, его доработка велась в нескольких учреждениях до 1926 года.

В 1921 году изучение оленеводческих хозяйств велось и на Кольском полуострове. С.В. Керцелли сравнивал кочевое и оседлое оленеводство и пришел к выводу о необходимости «насаждения» оседлой формы для развития оленных хозяйств. Канин полуостров обследовал оленеводческий отряд Л.Л. Капицы также в 1921 году. Результаты исследований были опубликованы в «Трудах Севэкспедиции» (1921, 1922).

С 1922 года изучение оленеводства ушло из тематики работ Севэкспедиции в связи с переходом С.В. Керцелли в другое учреждение.

В положениях о Научно-исследовательском институте по изучению Севера и Всесоюзном арктическом институте значились задачи проведения исследований в области оленеводства. Работы предстояло вести в промыслово-биологическом отделе, но фактически они стартовали только в 1932 году.

На Новой Земле в 1932–1933 годах работала Новоземельская научно-промысловая экспедиция ВАИ под общим руководством В.К. Есипова. А.И. Зубков изучал состояние оленеводства на архипелаге, а геоботаник В.А. Александрова исследовала пастбища на Южном острове. В 1933 году в состав этой экспедиции включили оленеводческий отряд (2 человека), которым руководил зоолог И.И. Соколов. Он работал на базе Нарьян-Марского оленеводческого совхоза. Здесь изучались



С.В. Керцелли в тундре.
По большеземельской тундре с кочевниками/
С.В. Керцелли. Архангельск: Губ. тип., 1911.

маршруты кочевания и организация стад, места и приемы выпаса оленей.

В 1934 году экспедиция под руководством Ф.И. Балабина изучала оленегонное собаководство на р. Омолой. Внеплановой работой стало исследование организации вольного выпаса оленей в Каневском оленесовхозе на Кольском полуострове, проведенное В.В. Чарнолуским. В ходе Лено-Хатангской промыслово-биологической экспедиции отряд А.А. Романова собирал сведения о состоянии местного оленеводства.

В положениях о филиалах ВАИ в Якутске и на Камчатке указывалось, что тематика их научных работ будет включать изучение местного оленеводства.

Таким образом, обращение к проблемам оленеводства в этот период можно назвать эпизодическим. Сказывалась разная ведомственная подчиненность организаций — институт находился в ведении ВСНХ (затем ЦИК), а оленеводческие хозяйства — в структуре учреждений Наркомата земледелия РСФСР. Но уже в план работ ВАИ на 1932 год было включено изучение перспектив развития оленеводства, а планом на 2-ю пятилетку

(1933–1937) предусматривалось обращение к вопросу оленеводства в тундре и исследование возможности создания оленьих хозяйств на арктических островах.

Квартальные планы работ промыслово-биологического отдела ВАИ на 1934 год отразили его групповую структуру, в которой была и группа оленеводства. В институте планировалась организация особого отдела оленеводства и собаководства для всестороннего исследования оленеводческого хозяйства и разработки методов содержания и разведения собак для их эксплуатации на Севере. Предусматривалось создание секций: зоотехники и ветеринарии, организации кормовой базы, технологии продуктов оленеводства, экономики и организации оленеводства, а также сектора собаководства.

С созданием Главсевморпути в декабре 1932 года эта комплексная организация сосредоточила все управление хозяйством, инфраструктурой и исследованиями за полярным кругом. В 1934 году после упразднения Оленеводтреста Главсевморпуть стал также руководить работой оленеводческих совхозов. Но до середины 1935 года в Ленинграде работал основанный в 1931 году НИИ оленеводства ВАСХНИЛ (Оленеводинститут). Идея его организации принадлежала С.В. Керцелли, который являлся его научным руководителем до последних лет жизни (скончался 05.03.1935).

С 1 июля 1935 года Оленеводинститут переводился в ВАИ, где с привлечением группы сотрудников промыслово-биологического отдела ВАИ образовывался отдел оленеводства. Вводилось деление нового подразделения на секторы (зоотехники, организации хозяйства, геоботаники и кормодобычи, технологии). При отделе также образовали химическую лабораторию. Возглавил отдел бывший заместитель директора НИИ оленеводства по научной части географ и геоботаник Виктор Борисович Сочава (1905–1978), впоследствии ставший академиком.

ВАИ получил от Оленеводинститута три оленеводческие зональные станции (Нарьян-Марскую, Обдорскую (впоследствии переименована в Ямальскую), Анадырскую) и пять опорных пунктов (Мурманский, Усть-Усинский, Саран-Паульский, Волосянский, Булунский). Также в институте продолжилось издание неперидиче-

ского сборника статей Оленеводинститута «Советское оленеводство» (вып. 4–11, 1935–1937).

Так как отдел был почти полностью укомплектован (по штатам на 1937 год в нем трудились 20 человек), то сразу же заработал в полную силу. План работ включал 14 тем (некоторые были рассчитаны на несколько лет). Первоочередная задача — изучение техники выпаса оленей. Кроме работ на станциях, отдел развернул широкую экспедиционную деятельность и направлял сотрудников в оленесовхозы Мурманского, Ненецкого и Таймырского округов. Проводилось изучение породного состава оленьих стад, разрабатывались методы племенной работы, велось исследование оленезагонного собаководства, проектировались забойные пункты и изучались методы сбора, хранения и переработки продуктов оленеводства. Разрабатывались темы рационализации транспортного оленеводства, организации труда оленеводов. Материалы исследований 1935 года опубликовали в двух выпусках «Трудов Арктического института» в 1936 году (а в 1935 году под редакцией С.В. Керцелли вышел том, основанный на материалах, собранных в разное время экспедициями ВАИ).

В 1936 году отдел провел пять экспедиций. Продолжались работы Ямальской экспедиции под руководством В.Н. Андреева, и проводилась опытная аэросъемка пастбищ (общий налет — 12 тыс. км). Во 2-й половине 1930-х годов В.Н. Андреев опубликовал серию статей, посвященных характеристике аэровизуального обследования тундры. На о. Колгуев исследовано местное оленеводство (начальник экспедиции — И.М. Добротворский). Комплексная технологическая экспедиция прошла на базе совхоза Восточная Лица в Мурманском округе, в Булунской транспортной экспедиции изучалась работа оленьего транспорта, в Нарьян-Марском хозяйстве — опытное стадо. Большой акцент в работах 1936 года был сделан на вопросы селекции оленей.

21 марта 1937 года вышло постановление Главсевморпути о расширении работ на зональных оленеводческих станциях и опорных пунктах. Штаты отдела увеличивались на 7 единиц. Экспедиционные и научные работы отдела продолжались. Но 17 мая 1937 года

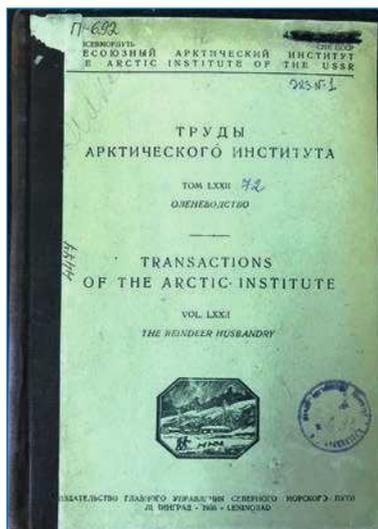


В.Б. Сочава.
<http://info.botdb.ru/?t=persons&id=975>

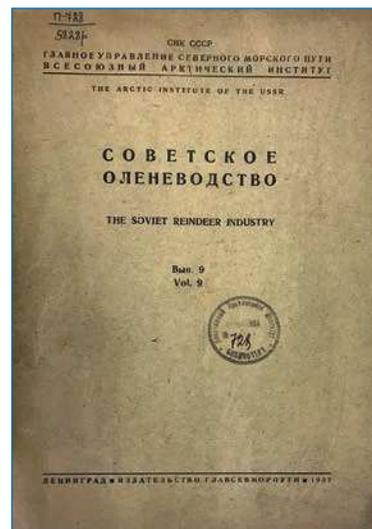
Титульный лист 13-го выпуска «Трудов Северной научно-промысловой экспедиции» (1921) — «Материалы к изучению оленеводства» С.В. Керцелли



72-й том «Трудов Арктического института» (1936) — сборник статей «Оленеводство»



9-й выпуск неперидического сборника статей «Советское оленеводство» (1937)



в целях развития сельского и промыслового хозяйства на Крайнем Севере СНК СССР принял решение об организации в Ленинграде на базе ранее существовавших отделов оленеводства, экономики, промысловой и рыбной биологии ВАИ нового учреждения — Научно-исследовательского института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства ГУСМП. Передачу отделов, зональных станций и пунктов оформили актами от 20 сентября, 25 ноября 1937 года и 23 января 1938 года. Новый Институт полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства стал центром научно-практического изучения оленеводства. В ВАИ это направление исследований было закрыто. Все результаты работ 1936 года были опубликованы в сборниках «Советское оленеводство» за 1937 год (№ 9–11).

В Арктическом научно-исследовательском институте уже в послевоенное время снова обратились к изучению оленных хозяйств. В тематике работ экономического отдела Московского филиала АНИИ была обозначена проблема развития кормовой базы северного оленеводства. Старший научный сотрудник канд. биол. наук

В.С. Говорухин проанализировал зависимость поголовья оленных стад от состояния пастбищ. Ограниченность, истощенность или уничтожение пастбищ приводили к снижению прироста или к сокращению поголовья оленей. В связи с реорганизацией МосАНИИ эти исследования В.С. Говорухин продолжил в МГУ. В ходе экспедиции А-111 Отделения географии в 1949 году изучалось состояние оленеводства в Чукотском национальном округе с 1926 года и оценивались перспективы его развития.

Таким образом, изучение оленеводства велось в институте в ранний период его истории. Если в 1920-е годы это было связано с организацией научного изучения различных промыслов на Севере, то в 1930–1940-е годы обусловлено ведущей ролью ГУСМП в освоении Арктики и управлении экономикой этой территории. Работы ученых института, прежде всего С.В. Керцелли и В.Б. Соचाва, способствовали формированию научного оленеводства, которое затем развивалось в других научных учреждениях.

М.А. Емелина (ВИЦ СЗФО)

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОСКОВСКОГО ФИЛИАЛА

В истории АНИИ несколько раз организовывались филиалы в разных городах страны — в 1940–1950-х годах отделение института действовало в Москве.

Организация филиала в столице имела свою предысторию. С 4 марта 1920 года в Москве находилось Главное управление Северной научно-промысловой экспедиции (СНПЭ). Его начальником стал инженер С.Я. Миттельман. Управление работало до 24 июня 1923 года, когда Совнарком принял постановление о его переводе в Петроград.

При очередной реорганизации Арктического научно-исследовательского института (АНИИ) осенью 1938 года было принято решение о создании в нем Ледовой службы. Ее оперативная группа (11 сотрудников, начальник — С.Д. Лаппо) с 1939 года организовывалась в столице, где находилось Главное управление Севморпути и большинство его подразделений. С января 1940 года группа стала сектором информации отдела службы льда и погоды АНИИ. Здесь работали К.А. Радвиллович, Е.И. Толстиков и др. 1 мая 1946 года сектор включили в состав московского филиала АНИИ.

В середине 1938 года в Москве было создано Бюро экономических исследований Главсевморпути (БЭИ) под руководством известного экономиста С.В. Славина (штат — 5 человек). Его деятельность была направлена на «решение ближайших насущных потребностей ГУСМП в экономическом обосновании отдельных строек». Тематика работ включала анализ арктических навигаций 1933–1940 годов и основных элементов себестоимости перевозок, работы речного транспорта ГУСМП; составление перспективных графиков работы Севморпути; экономическое обоснование строительства

портов в бухте Кожевникова и в устье Колымы; развитие торговли, снабжения, промышленных предприятий на Крайнем Севере; прогнозы хозяйственного освоения Арктики. В задачу бюро также входила подготовка изданий — «Справочника по Главсевморпути», «Истории освоения Северного морского пути» в трех томах и др. В 1940 году в БЭИ работали старшие научные сотрудники А.А. Храпаль, А.Б. Марголин, Д.Р. Богорад, Н.А. Ковалевский, экономисты Н.М. Покидко и К.Г. Кондаков.

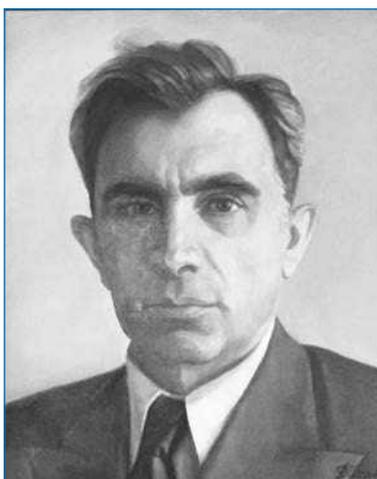
С 1 апреля 1941 года приказом Главсевморпути БЭИ преобразовывалось в Экономическое отделение Арктического института (ЭКО АНИИ). Количество сотрудников возрастало до 25 человек. Планировалось открытие аспирантуры. Руководил отделением С.В. Славин, его заместителем стал А.А. Храпаль.

В годы Великой Отечественной войны АНИИ эвакуировали в Красноярск. Сотрудники ЭКО АНИИ выехали из Москвы 15 октября 1941 года. С.В. Славин, сохранив

руководство отделением, временно исполнял обязанности директора института (до 20 апреля 1942 года, пока В.Х. Буйницкий был на фронте).

Проверкой для филиала стало участие в создании завода по переработке оленёкских богхедов. В 1941 году на правом берегу нижнего течения р. Оленёк было разведано Чарчикское месторождение угля, содержащего в своих пластах линзы богхедов. В условиях военного времени было необычайно важным быстро наладить добычу полезных ископаемых и производство жидкого топлива. 21 октября 1941 года приказом по ГУСМП создали техническую комиссию, которая разработала схему организации производства. На заседании Коллегии ГУСМП 10 ноября приняли предложение Горно-гео-

С.В. Славин, д-р экон. наук, руководитель БЭИ, ЭКО АНИИ и МосАНИИ (1940–1947). Портрет работы А.Ф. Полозова, 2010 год



логического управления ГУСМП и ЭКО о строительстве опытной установки по получению топлива близ месторождения. Руководство проектными работами возложили на ЭКО АНИИ. Ведущая роль в них принадлежала ст. науч. сотр. К.Г. Кондакову. В апреле 1942 года проект организации производства и вывоза продуктов переработки угля был подготовлен. Предприятие предлагалось построить в районе порта Тикси, что позволило бы решить вопрос о его модернизации. Завод «Богхед» начал работу уже в 1944 году.

ЭКО АНИИ в период эвакуации успешно решало и другие задачи: составление и издание руководства для плавания в арктических льдах для судоводителей ледоколов и транспортных судов; завершение начатой в 1940 году работы (совместно с отделом службы льда и погоды) по установлению скоростей движения судов в различных навигационных условиях в Арктике; изготовление и испытание опытных установок газогенераторов и ветродвигателей, а также их внедрение в хозяйство ГУСМП; проектирование и установка в арктических морских и речных портах механизмов для облегчения погрузочно-разгрузочных работ; анализ работы полярной авиации; варианты использования местной продовольственной базы для районов размещения предприятий Главсевморпути. Исследования носили практический характер, их результаты использовались в работе управлений ГУСМП.

В конце 1942 года — начале 1943 года ЭКО АНИИ реэвакуировали в Москву. С 1 января 1943 года отделение АНИИ находилось в непосредственном подчинении у руководства Главсевморпути. В соответствии с постановлением Коллегии ГУСМП от 11 февраля 1943 года ЭКО АНИИ сосредоточило свое внимание на разработке технико-экономических обоснований по всем основным стройкам Главсевморпути, изучении перспектив развития отраслей хозяйства ГУСМП и грузооборота по Севморпути и рекам Лена, Яна и Хатанга; на систематическом обобщении опыта плавания во льдах и создании научных основ ледового плавания, на изучении экономики и географии районов, тяготеющих к Северному морскому пути. Основной темой становилось определение перспектив деятельности ГУСМП на ближайшие годы.

3 марта 1943 года штат ЭКО АНИИ увеличили до 35 шт. ед. Отделение приобрело следующую структуру: 1) морской отдел; 2) речной отдел; 3) сектор сельского хозяйства и промыслов; 4) сектор полезных ископаемых; 5) сектор строительства; 6) общеэкономический отдел; 7) кабинет экономики и географии; 8) административно-хозяйственный отдел. В ведение отделения передали Центральную научно-техническую библиотеку ГУСМП и выставку «Освоение Северного морского пути» (открылась в 1946 году и работала с перерывами до конца 1951 года).

В 1944 году тематический план работ ЭКО АНИИ расширили. Направления исследований включали в себя широкий спектр общеэкономических вопросов, связанных с развитием Севморпути и работы ГУСМП. Необходимость развития навигации на арктических реках поставила задачи разработки схемы рациональных грузопотоков по рекам, экономики речного транспорта Севера, анализа себестоимости перевозок и размещения отстойных и судоремонтных баз. Предстояло также составлять географические описания районов Крайнего Севера и подготовить географический справочник. В связи с расширением тематики штаты были увеличены до 47 человек. Приказом начальника ГУСМП от 10 авгу-

ста 1944 года ЭКО АНИИ переименовали в Московское отделение (МосАНИИ). При этом создавался Ученый совет во главе с академиком В.Н. Образцовым. В это же время обсуждался вопрос о превращении МосАНИИ в отдельный институт, подчиненный ГУСМП. Но руководство института во главе с В.Х. Буйницким выступило против, считая, что параллельное существование двух институтов приведет к дублированию некоторых работ.

Главной задачей МосАНИИ стала подготовка комплексных работ по экономическому изучению Советского Севера и освоению его производительных сил. Под руководством С.В. Славина велась оценка перспектив деятельности ГУСМП. Ее материалы легли в основу пятилетнего плана Главсевморпути. С.В. Славин также вел исследования по теме «Основы экономики Северного морского пути». Уже в 1944 году были подготовлены характеристики Нордвик-Хатангского (И.Л. Фрейдин) и Тиксинского (А.С. Жирмунский, Т.Н. Злобин, В.С. Говорухин, С.В. Славин) транспортно-промышленных узлов, географические описания районов Нижней и Средней Колымы, Таймырского национального округа, района р. Индигирки, Обско-Тазовского района и Витимского нагорья. Под руководством В.Н. Янковича был выполнен анализ арктических навигаций 1941 и 1942 годов, изучались перспективы работы Севморпути как транспортной магистрали. В.А. Перевалов и К.Д. Егоров работали над материалами по истории Севморпути и подготовили несколько статей. В 1949 году В.А. Перевалов выпустил монографию «Ломоносов и Арктика».

Московский филиал также широко привлекался руководством ГУСМП для разработки текущих и перспективных вопросов его деятельности, особенно при подготовке документов, предназначенных для докладов правительства (обоснование развития промышленных узлов в Арктике (в частности, Нордвикского), размещение населения на Крайнем Севере, строительство аэродромов в Арктике, развитие северного оленеводства и лосеводства, проработка перспектив создания глубоководного пути по р. Лене). В 1945 году штаты МосАНИИ снова увеличили — до 72 человек.

Пользуясь поддержкой начальника ГУСМП И.Д. Папанина, в 1945 году МосАНИИ продолжал успешно работать и подготовил отчеты по следующим темам: «Предварительная схема путей развития Севера и СМП», «Сырьевая база и перспективы развития рыбной промышленности Азиатского Севера СССР», «Обзор и анализ проектов железнодорожного строительства на территории Азиатского Севера», «Принципы экономического районирования СССР», «Экономические карты Севера СССР», «Экономико-географическая справка по районам Крайнего Севера», «Технико-экономическое обоснование реконструкции портов Диксон и Провиденция», «Технико-экономическое обоснование реконструкции порта Тикси», «Технико-экономическое обоснование строительства головного порта СМП», «Перспективы использования оленёкских богхедов», «Технико-экономическое обоснование развития Сангарского угольного рудника», «Технико-экономическое обоснование Нордвикского промышленно-транспортного узла», «Калькуляция стоимости Нордвикской соли», «О себестоимости Нордвикской соли», «Физико-географическое описание районов Азиатского Севера» (Чукотка, Пенжина, Верхняя Колыма, бассейны Востока).

Филиал развивался и рос. В 1946 году были открыты отдел аэрофотосъемки (руководитель — В.И. Авгевич) и группа конструкторов АРМС. Численность коллектива

МосАНИИ достигла 107 человек. В 1946 году характер и направление научной деятельности изменились в сторону усиления разработки больших комплексных проблем, определяющих перспективы работы ГУСМП на длительный период.

Весной 1946 года в МосАНИИ возник конфликт между начальником сектора сельского хозяйства и промыслов А.А. Храпалёв и директором С.В. Славиним, который разбирался на партийном уровне. В итоге С.В. Славина перевели в Академию наук (20 июня 1946 года), новым директором стал С.А. Кутафьев. Начались проверки деятельности МосАНИИ. Они выявили, что в научно-исследовательской работе филиала не существовало четкого направления, а его тематические планы составлялись «на основе собственной инициативы и утверждались в общем плане работ АНИИ с большим опозданием». Возникла идея организации экономического отделения в Ленинграде.

20 февраля 1947 года директором МосАНИИ назначили А.Б. Марголина. В октябре 1947 года его сменил А.И. Минеев.

Создание нового подразделения под непосредственным контролем дирекции АНИИ посчитали целесообразным. На основании приказа начальника ГУСМП № 2 от 2 января 1948 года МосАНИИ переводился в Ленинград и реорганизовывался в экономическое отделение (первый руководитель — И.М. Суслев, затем Д.М. Пинхенсон и А.А. Кальниболоцкий). Реорганизация не удалась. Директор АНИИ В.С. Антонов отмечал, что никто фактически не переехал, отделение экономики в городе на Неве, по существу, создавалось вновь. В 1948 году в Москве продолжали работу отделы экономики Севера, службы льда и погоды, гидрометслужбы, полярной медицины, научно-техническая библиотека и выставка. Но исторические исследования были переданы в Ленинград (в столице только М.И. Агранат продолжил работу по изучению истории Русской Америки).

В 1948 году сотрудники МосАНИИ подготовили два важных документа: доклад руководства ГУСМП «Итоги и перспективы деятельности Главсевморпути» и Генеральный план развития деятельности Главсевморпути (руководитель — И.Л. Фрейдин). Сотрудники отдела службы льда и погоды активно участвовали в работе по гидрометобеспечению навигации на трассе Севморпути (К.А. Радвиллович, С.Д. Лаппо, А.Г. Дралкин и др.). М.И. Зотин совместно с Г.В. Лопатиным издали «Инструкцию по производству гидрологических наблюдений на речных водомерных постах».

Приказом начальника ГУСМП А.А. Кузнецова 13 октября 1949 года подтверждалось, что в столице работают подразделения АНИИ (штат — 72 человека). Отделение экономики Севера имело собственные отделы: общих

вопросов экономики, промышленности и энергетики, транспорта, истории, населения. 28 октября 1949 года последовал приказ о назначении А.Г. Костюка руководителем отделения экономики (в Москве) и освобождении от должности А.А. Кальниболоцкого. В столицу перевелись 15 сотрудников, 9 специалистов оставались

в Ленинграде — в отделении географии (Б.Н. Копылков, И.А. Фельдман, Е.В. Грешнова, Б.Н. Семевский и др.).

В 1950-х годах штаты московских отделов неоднократно пересматривались, количество сотрудников сокращалось. В связи с переходом ГУСМП в ведение Министерства морского и речного флота менялась структура АНИИ. В Москве создавались отдел экономики и отдел методических пособий и обработки метеорологических наблюдений (27 человек). 18 декабря 1954 года Совет министров СССР постановил организовать в Москве отделение экономики Арктики, поэтому институт передавался отделению экономики Крайнего Севера из состава Института экономики водного транспорта. Основной задачей нового подразделения стало выполнение научно-исследовательских работ по вопросам экономики морского флота

и портов, направленных на повышение роли Севморпути в транспортной сети СССР. Также организовывался отдел высокоширотной аэронавигации во главе с полярным летчиком И.Т. Спириным. В задачи подразделения входили систематизация опыта отечественной и зарубежной полярной авиации, обеспечение различных аспектов работы высокоширотной авиации, поиск путей развития отечественной авиации. Снова появилась должность руководителя московских отделов (51 человек) — заместителя директора АНИИ. Им стал А.И. Минеев.

В 1957 году на сессии Ученого совета АНИИ подвели итоги работы отделения экономики с 1950 года. Отмечались его заслуги в подготовке шестого пятилетнего плана развития транспортной деятельности Севморпути. Высокую оценку заслужили работы, направленные на повышение эффективности операций арктического флота: «Анализ организации проведения первого этапа арктической навигации 1946–1952 гг.», «Метод определения ледовитости трассы СМП», «Метод планирования работы арктического флота на основе ледовитости трассы» и «Транспортно-экономические связи районов Крайнего Севера с другими районами СССР и рационализация грузопотоков».

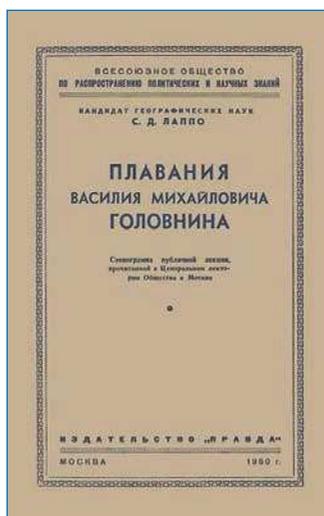
В отделе высокоширотной аэронавигации проделали существенную работу по организации научно-исследовательской, оперативной и методической деятельности. Его сотрудники провели важные изыскания в области авиационной астрономии, радионавигации и применению магнитогирскопических курсовых си-



А.И. Минеев, канд. геогр. наук,
директор МосАНИИ
(1947–1948, 1955–1956). РГАЭ



М.И. Зотин, канд. геогр. наук,
сотрудник оперативной группы
Ледовой службы АНИИ в Москве (1941 год),
сотрудник МосАНИИ (с 1946 года)
и руководитель отдела обработки
метеорологических наблюдений
и научной информации филиала (1953–1958)



Книги, выпущенные С.Д. Лаппо

стем в Арктике, разработали подробный план и начали сбор материалов по обработке результатов полученного опыта полетов на Крайнем Севере. Отдел выполнил ряд работ по обеспечению научной подготовки навигационных карт, астрономических таблиц, подготовил пособия для летного состава по применению новых астрономических и радионавигационных средств самолетовождения.

Во исполнение приказа по ГУСМП от 25 января 1957 года московский отдел научной информации ликвидировался, а его штаты с 1 февраля 1958 года передавались в отдел камеральной обработки АНИИ. Закрывался также отдел высокоширотной аэронавигации. Московские подразделения в 1957 году возглавил С.Д. Лаппо.

В 1957 году отделение экономики работало над темами «Пути повышения роли Северного морского пути в системе транспортных связей Союза ССР» и «Повышение эффективности работы арктического флота». В 1958 году были выполнены работы по созданию методики определения восстановительной стоимости ледоколов и ледокольно-транспортных судов. Экономисты АНИИ приняли участие в работе региональных совещаний и конференции в Иркутске по развитию производительных сил Восточной Сибири. В 1959 году в особой серии «Трудов АНИИ» вышел том, посвященный транспортно-экономическим связям районов Крайнего Севера. В том же году были проведены экономические расчеты и определено целесообразное направление грузопотоков в районе бассейна р. Лены, ставилась задача установления оптимальных объемов вывоза из бассейнов рек Енисей и Обь по Карскому морю, снабжения Норильского комбината и вывоза его продукции, рациональной эксплуатации Севморпути как транзитной магистрали. Экономисты АНИИ, таким образом, начали работы «по созданию арктического флота круглогодичного действия».

Желание руководства Министерства морского флота сосредоточить исследования экономики Севморпути в одном месте послужило причиной приказа министра морского флота СССР В.Г. Бакаева от 25 июля 1960 года

о передаче в Союзморнии проект научно-исследовательских работ по экономике и перспективам развития Севморпути. С 1 октября 1960 года отдел экономических исследований (10 человек) переводился в другую организацию. Фактически осуществилась ликвидация филиала института в Москве, намеченная еще в конце 1940-х годов. Но в АНИИ экономические исследования продолжались. Согласно новому Положению и штатам,

утвержденным в декабре 1960 года, в Ленинграде был организован отдел экономических исследований Северного морского пути, в состав которого вошли экономисты, работавшие в отделе географии полярных стран (10 человек, руководитель — Б.Н. Копылков).

Издательская деятельность московских отделов была небольшой. Секретность многих экономических исследований стала причиной того, что эти материалы практически не публиковались. Исторические работы С.В. Славина и М.И. Аграната вышли в виде статей спустя годы (в томах «Летописи Севера»). Но в МосАНИИ с 1946 года (и по 1957 год) издавался «Бюллетень иностранной научно-технической информации по зарубежной Арктике», который распространялся среди управлений ГУСМП.

За 20 лет истории филиала в нем проводились различные исследования арктического региона — начались работы службы льда и погоды, исследования в области полярной медицины, ледовой аэрофотосъемки, широко развернулось историко-экономическое направление. Исследования экономики и перспектив развития трассы Севморпути, ГУСМП и ледоколостроения использовались управлением и Госпланом при планировании хозяйственной и научной деятельности в Арктике. Здесь работали известные экономисты — С.В. Славин, А.Б. Марголин, Н.М. Покидко, К.Г. Кондаков, И.Л. Фрейдин, А.С. Жирмунский, а также такие исследователи, как С.Д. Лаппо, М.И. Зотин, К.А. Радвиллович, А.И. Минеев, Е.И. Толстиков, В.И. Авгевич, В.А. Перевалов и др.



С.Д. Лаппо, д-р геогр. наук, руководитель оперативной группы Ледовой службы АНИИ в Москве, сотрудник МосАНИИ и руководитель филиала в 1957–1958 годах

К 135-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЫДАЮЩЕГОСЯ ПОЛЯРНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ В.Ю. ВИЗЕ

21 февраля (5 марта) 1886 года в Царском Селе родился Владимир Юльевич Визе, известный советский ученый и исследователь Арктики. Его отец, Юлий Иванович Визе, работал в Русском страховом обществе, с 1891 года стал управляющим его делами. Он дал своему сыну классическое образование. Владимир Юльевич окончил Царскосельскую Императорскую Николаевскую гимназию (1904), затем учился в Германии на химическом факультете Гёттингенского университета и в университете города Галле. Здесь он увлекся историей исследования полярных стран, изучил голландский язык, в подлиннике читал описание плаваний В. Баренца, написанное Герритом де Веером, и отчеты голландских китобоев. Это определило выбор дальнейшего пути: В.Ю. Визе решил стать полярным исследователем.

За этим последовала учеба на физико-математическом факультете Петербургского университета и участие в экспедициях по Кольскому полуострову. Весной 1912 года В.Ю. Визе был зачислен географом и руководителем метеорологических наблюдений в экспедицию Г.Я. Седова. Во время экспедиции В.Ю. Визе не только проводил наблюдения, но и вел дневник, изучал глетчеры и организовал санный поход, в ходе которого исследователи впервые пересекли Новую Землю по леднику, вышли к Карскому морю и вернулись к месту стоянки (1913). Несмотря на тяготы внезапной зимовки, Визе писал в дневнике: «Боже, как хорошо, хорошо здесь, в полярных странах! Ни на одну минуту я не сожалею, что ушел сюда на год, быть может, на два».

За время зимовок В.Ю. Визе собрал ценный материал по метеорологии, океанографии и геофизике, выполнил топографическую съемку побережья островов Новой Земли и Земли Франца-Иосифа. После возвращения из экспедиции он занимался обработкой собранных

материалов. Результаты метеорологических наблюдений были опубликованы им уже в советское время (1931).

Во время Первой мировой войны В.Ю. Визе служил в Морском Генеральном штабе и участвовал в организации военных перевозок с берегов Мурманска к северным станциям Финляндской железной дороги. После Октябрьской революции ученый полностью посвятил себя решению различных вопросов, связанных с освоением Арктики. В.Ю. Визе перешел в Главную геофизическую обсерваторию, в которой работал с 1918 по 1930 год. Вскоре он также был принят старшим гидрологом в Государственный гидрологический институт (1920–1935). В 1921 году Владимир Юльевич поступил на действительную военно-морскую службу в Гидрографическое управление Военно-морского флота РСФСР (состоял на ней до 1925 года) и отправился в экспедицию в Карское море на судне «Таймыр». В эти годы он занимался вопросами геофизики, океанографии и океанологии, участвовал в организации первой советской гидрометеорологической обсерватории в прол. Маточкин Шар (1923). Одновременно состоял действительным членом Полярной комиссии (с 1921 года) и Тихоокеанского комитета (с 1926 года) Академии наук, работал метеорологом в Центральном управлении морского транспорта (1922–1928).

В июне 1928 года В.Ю. Визе перешел в Институт по изучению Севера и сразу же был назначен начальником экспедиции на л/п «Малыгин», направленном на спасение участников итальянской воздухоплавательной экспедиции У. Нобиле. За участие в плавании его наградили орденом Трудового Красного Знамени (08.10.1928). Он подготовил к публикации в «Трудах» института результаты научных работ, выполненных в ходе спасательного похода (1929). Анализ дрейфа л/п «Малыгин» вместе

Капитан В.И. Воронин и заместитель начальника экспедиции В.Ю. Визе на верхнем плато о. Гувера, ЗФИ. Экспедиция на л/п «Г. Седов». Лето 1929 года. РГАЭ



Старший гидролог ИИС В.Ю. Визе в б. Тихой. Лето 1929 года. РГАЭ



В.Ю. Визе. Фото начала 1930-х годов. ЦГА СПб. Публикуется впервые



с данными о характеристиках ветра позволил сделать выводы о направлении и скорости поверхностных течений у восточного побережья о. Надежда. Полученные сведения В.Ю. Визе сравнивал с данными немногочисленных плаваний предшествующих лет. В 1929 и в 1930 годах он руководил научными работами на л/п «Г. Седов». В экспедициях проводились океанографические, гидрографические и метеорологические наблюдения на севере Баренцева и Карского морей. В.Ю. Визе опубликовал ряд статей о льдах и водах арктических морей, о методах предсказания ледовых явлений, о влиянии солнечной активности на циркуляцию атмосферы, а также о причинах наводнений на Неве и о связи колебаний уровня воды оз. Виктория (Африка) с ледовитостью в Арктике. Ученый проанализировал сведения о дрейфах судов в Карском море и сделал вывод о существовании неизвестного острова на севере Карского моря. В августе 1930 года в указанном им месте был открыт остров, получивший впоследствии имя исследователя.

С лета 1930 года В.Ю. Визе — заместитель директора Всесоюзного арктического института. Под его руководством развернулись работы по организации гидрографических, гидрометеорологических и ледовых исследований, а также по созданию полярных станций в Арктике. В 1931 году он руководил экспедицией на л/п «Малыгин» к Земле Франца-Иосифа, во время которой в б. Тихой состоялась встреча с дирижаблем «Граф Цеппелин».

Большую роль В.Ю. Визе сыграл в подготовке и проведении 2-го Международного полярного года. В 1932 году вместе с директором института О.Ю. Шмидтом он руководил плаванием на л/п «А. Сибиряков», в ходе которого судно впервые прошло всю трассу Северного морского пути с запада на восток за одну навигацию. Руководствуясь полученным опытом, В.Ю. Визе разработал программу дальнейшего развития мореплавания в арктических морях, которая стала и программой изучения Арктики. За участие в экспедиции он был награжден орденом Ленина (1932). В характеристике 1933 года отмечалось, что В.Ю. Визе является «выдающимся ученым» и, «как хороший администратор, умеет хорошо использовать своих подчиненных, пользуется большим авторитетом». 1 февраля 1933 года его избрали членом-корреспондентом Академии наук СССР по Отделению математических и естественных наук, в 1935 году присудили степень доктора географических наук. В.Ю. Визе стал членом Международного метеорологического комитета, членом Национального географического общества США и Американского полярного общества, почетным членом Норвежского географического общества (1935).

В 1934 году В.Ю. Визе возглавил научную группу на л/р «Ф. Литке», совершившем сквозное плавание по Севморпути с востока на запад. Был награжден Грамотой ЦИК. В 1936 году он руководил океанографическими работами в северо-западной части Карского моря в ходе 2-го высокоширотного рейса л/п «Садко», а в 1937 году — в северной части моря Лаптевых (3-й рейс «Садко»). В последующие годы по состоянию здоровья В.Ю. Визе не участвовал в арктических экспедициях. Все свои силы он сосредоточил на научной работе, входил в состав Ученого совета и редколлегии

научных изданий института, стал редактором сборника (впоследствии журнала) «Проблемы Арктики».

В 1934 году В.Ю. Визе вошел в состав Межведомственного бюро ледовых прогнозов Главсевморпути. В течение ряда лет он указывал на необходимость сосредоточения всех работ по изучению льда, его движения и составлению прогнозов в одном месте. В 1938 году все они были переданы в Арктический институт (АНИИ).

Исследования, проведенные В.Ю. Визе в арктических экспедициях, и яркие научные публикации принесли ему широкую известность. Одним из первых он обратил внимание на начавшийся в 1920-е годы процесс потепления Арктики. В ряде работ Владимир Юльевич указывал на то, что одной из причин стало усиление атмосферной и океанической циркуляции, а также изменения параметров солнечной активности. Он стал автором книги «Моря советской Арктики», в которой обобщил сведения об арктических морях и истории их изучения. Книга трижды переиздавалась. В.Ю. Визе называли «создателем советского полярного мореведения».

Еще в период подготовки 2-го Международного полярного года В.Ю. Визе обратил внимание на проблему изучения Центральной Арктики и предложил высадить на дрейфующий лед научную станцию с помощью самолетов. В 1936 году он подготовил документ «Некоторые предварительные соображения по вопросу об устройстве станции на полярном паке», в котором в общих чертах обозначил цели и задачи такой станции, обосновал выбор места для ее организации, описал возможные способы доставки оборудования и участников экспедиции, ее этапы. Предполагалось, что Владимир Юльевич станет начальником дрейфующей станции, но вердикт врачей не позволил планам осуществиться. Таким образом, инициатива организации дрейфующей станции в районе Северного полюса принадлежит В.Ю. Визе, но реализовала ее папанинская четверка.

16 апреля 1937 года в ВАИ состоялось торжественное заседание, посвященное 25-летию научной деятельности В.Ю. Визе. «Большой ученый и опытный работник в Арктике», «мастер научного слова» — так характеризовали собравшиеся юбиляра.

С 1938 года, когда был проведен первый набор в аспирантуру АНИИ, В.Ю. Визе руководил аспирантами (ежегодно курировал работы трех молодых исследователей). Он разработал и вел курс «Льды полярных морей», передавал свой опыт и знания будущим полярникам.

В 1939 году В.Ю. Визе был назначен председателем Ученого совета АНИИ и временно освобожден от обязанностей заместителя директора. При этом на него было возложено руководство гидрологическими и геофизическими работами института.

В годы Великой Отечественной войны В.Ю. Визе направили в Москву (июль 1941 года), затем он выехал в Красноярск, куда был эвакуированы отделы института (октябрь 1941 года). Там он руководил составлением долгосрочных ледовых прогнозов, научно-исследовательской и научно-оперативной работой, подготовил к печати монографию «Основы долгосрочных ледовых прогнозов для арктических морей» (1944). За эту работу ему присудили Государственную премию. На многие десятилетия книга стала настольной

Монография В.Ю. Визе «Основы долгосрочных ледовых прогнозов» (1944). АНИИ





Выступление председателя Ученого совета АНИИ и заместителя директора по научной работе В.Ю. Визе на юбилейной сессии института. Белый зал АНИИ, 14 января 1946 года. ЦГАНТД СПб. Публикуется впервые



Открытие юбилейной выставки в залах института. Директор института В.Х. Буйницкий, начальник Главсевморпути И.Д. Папанин и председатель Ученого совета АНИИ В.Ю. Визе, у полусферы Северного полушария Земли. 13 января 1946 года. ЦГАНТД СПб. Публикуется впервые

для специалистов по прогнозированию ледовых условий. В характеристике 1944 года, подписанной В.Х. Буйницким, отмечалось: «В.Ю. Визе создана школа гидрологов-арктиковедов, гидрологов-прогнозистов, работами которой заложен фундамент долгосрочных ледовых прогнозов».

За труд в годы войны В.Ю. Визе был награжден орденом Ленина (02.12.1945), медалями «За победу над Германией» (1945) и «За оборону Советского Заполярья» (1946).

Все эти годы В.Ю. Визе продолжал участвовать в деятельности Географического общества СССР, а в 1945 году возглавил его Метеорологическую комиссию. В 1945 году он был приглашен в Ленинградский государственный университет на должность профессора, заведующего создававшейся кафедрой океанологии географического факультета (по совместительству). С его приходом в ЛГУ возникли и стали развиваться работы в области полярной океанологии.

В апреле 1945 года В.Ю. Визе был снова назначен заместителем директора АНИИ по научной работе. Он продолжал работать на этой должности до ухода из института. При этом он оставался председателем Ученого совета АНИИ.

5 марта 1946 года в АНИИ состоялось торжественное заседание, посвященное 60-летию со дня рождения и 35-летию научной деятельности В.Ю. Визе. Владимир Юльевич всегда ратовал за то, чтобы в Арктическом институте развивались фундаментальные исследования. Он первым среди ученых института обратил внимание на важность изучения Антарктиды. Уже при подготовке первого пятилетнего плана ВАИ он указывал (1932) на необходимость создания в 1935–1936 годах антарктической полярной станции. В 1945 году он подготовил статью «О советских исследованиях в Антарктике», в которой сформулировал зада-

чи будущих советских научных работ в южной полярной области. В.Ю. Визе говорил о фундаментальных исследованиях Антарктики и предвидел формы исследовательской работы, которые в середине 1950-х годов реализовали в рамках 1-й КАЭ. Идеи В.Ю. Визе были поддержаны В.Х. Буйницким. В начале 1946 года создание антарктической обсерватории было внесено в пятилетний план АНИИ на 1946–1950 годы.

В 1949 году Владимиру Юльевичу присвоили персональное звание инженер-генерал-директора Северного морского пути II ранга.

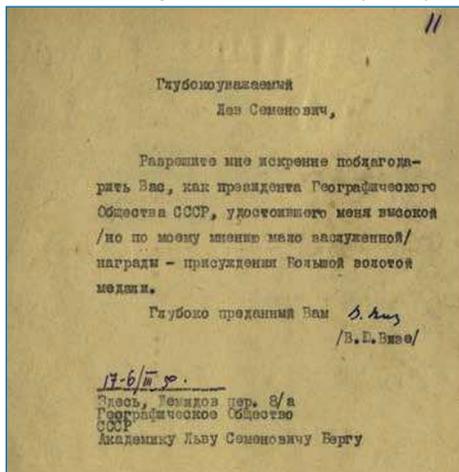
В 1950 году В.Ю. Визе была присуждена Большая Золотая медаль Географического общества СССР. Президент Всесоюзного географического общества Л.С. Берг отмечал, выдвигая его кандидатуру, что в стране «нет и не было ученого, который бы внес столь значительный вклад в изучение Арктики».

1 декабря 1950 года В.Ю. Визе вышел на пенсию. Владимира Юльевича не стало 19 февраля 1954 года. Он был похоронен на Литераторских мостках Волковского кладбища (Ленинград).

В.Ю. Визе оставил глубокий след в изучении полярных регионов. Его называли одним из инициаторов и основоположников научного обоснования эксплуатации Северного морского пути. Он стал автором более 200 научных работ и 10 популярных книг по исследованию Арктики (а также в 1941 и 1953 годах подготовил два издания книги Н.В. Пинегина «Георгий Седов»). На его трудах по метеорологии, гидрологии, ледоведению и ледовым прогнозам учились будущие полярники.

В.Ю. Визе воспитал целую школу молодых исследователей — гидрологов, океанологов, ледоведов, ледовиков-прогнозистов.

М.А. Емелина
(ВИЦ СЗФО)



Письмо В.Ю. Визе к Л.С. Бергу с благодарностью за награду. 6 марта 1950 года. ЦГАНТД СПб. Публикуется впервые



Удостоверение В.Ю. Визе, заместителя директора АНИИ по научной работе. 1949 год. ЦГМСИР

ПАМЯТИ ИВАНА ЕВГЕНЬЕВИЧА ФРОЛОВА



4.02.1949 — 17.12.2020

17 декабря 2020 года скончался ученый, полярник, научный руководитель Арктического и антарктического научно-исследовательского института.

В 1971 году Иван Евгеньевич Фролов после окончания Ленинградского гидрометеорологического института начал свою трудовую деятельность в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте, где прошел путь от инженера отдела ледового режима и прогнозов до директора института (1992–2017), с сентября 2017 года – научный руководитель института. В 1979 году Иван Евгеньевич защитил кандидатскую диссертацию, а в 1998 году – докторскую. В 2005 году ему присвоено ученое звание профессора, в 2016 году он был избран член-корреспондентом РАН. Основные области его научных интересов – морское ледоведение, полярная метеорология, океанология и климатология. Он являлся ведущим специалистом в области изучения гидрометеорологического и ледово-гидрологического режима Северного Ледовитого океана и его морей, принимал участие более чем в 30 арктических и антарктических экспедициях, в 20 из них был руководителем. Им опубликовано более 140 научных трудов в ведущих отечественных и зарубежных изданиях, он является редактором и соавтором шести монографий.

Под его непосредственным руководством была выполнена фундаментальная работа по созданию «Глобального банка цифровых данных по морскому льду», разработаны и внедрены в практику методы расчета и прогноза ледовых явлений в арктических морях, технология функционирования комплекса «Информационные базы – модели – прогноз», созданы на современных технических носителях базы расчетных и натурных данных по морским льдам, изданы справочное пособие «Морской лед» и трехтомный фундаментальный труд «Научные исследования в Арктике».

Иван Евгеньевич руководил крупными научными проектами в рамках федеральных целевых программ, в первую очередь таких, как ФЦП «Экология и природные ресурсы России», ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники», ФЦП «Мировой океан» (подпрограммы «Исследование Мирового океана», «Освоение и использование Арктики») и др.

В период подготовки и проведения Международного полярного года 2007/08 он осуществлял научное и организационное планирование крупнейших национальных проектов, координируя деятельность более 80 отечественных научных организаций. Он был инициатором и организатором возобновления после многолетнего перерыва дрейфующих научных станций «Северный полюс», впоследствии инициировал проектирование и строительство дрейфующей научной обсерватории нового поколения – ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс». В 2019 году он возглавил и успешно провел Комплексную экспедицию Росгидромета «Трансарктика 2019», возобновившую комплексные научные исследования в центральной части Арктического бассейна.

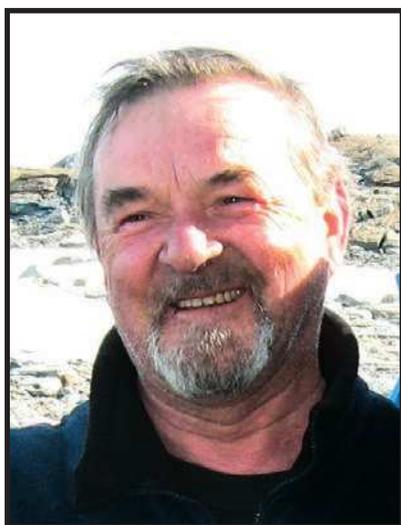
Возглавляя Арктический и антарктический НИИ в период с 1992 по 2017 год, Иван Евгеньевич приложил немало усилий по развитию инфраструктуры полярных исследований: построено научно-экспедиционное судно «Академик Трёшников», создана международная гидрометеорологическая обсерватория Тикси, организована обсерватория на мысе Баранова (о. Северная Земля), создан научно-методический центр «Ладога».

Иван Евгеньевич являлся главным редактором журнала «Проблемы Арктики и Антарктики», входил в состав редакционных советов журналов «Известия Географического общества», «Лед и снег», «Арктика: экология и экономика» и др.

За 50-летний период своей деятельности в институте Иван Евгеньевич был награжден орденом Трудового Красного Знамени, орденом Почета, медалью «За отличие в морской деятельности», знаками «Почетный полярник», «Почетному работнику морского флота», «Почетный работник Гидрометслужбы России», являлся лауреатом Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Коллектив ААНИИ выражает глубокие соболезнования родным и близким Ивана Евгеньевича. Светлая память об Иване Евгеньевиче навсегда останется в наших сердцах и его делах.

**ПАМЯТИ
ВЛАДИМИРА ВАСИЛЬЕВИЧА БАРАНОВА**



03.11.1944 – 13.12.2020

Владимир Васильевич Баранов посвятил всю свою жизнь служению российской полярной науке. После окончания в 1974 году Ленинградского политехнического института он был принят на работу в Арктический и антарктический НИИ, где в 1982 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. За годы своей работы в институте В.В. Баранов прошел путь от инженера до ведущего научного сотрудника, принимал активное участие в экспедициях в Арктику и Антарктиду, проведя в полярных регионах нашей страны более двадцати лет. С 1983 года он являлся бессменным начальником экспедиции на архипелаге Северная Земля, которая на протяжении семи лет подряд выполняла научно-практические работы по заказу Министерства обороны СССР. Под его руководством и при его непосредственном участии на мысе Баранова архипелага Северная Земля в 1987 году была построена и начала работу научно-исследовательская станция «Прима», а также взлетно-посадочная полоса, способная принимать тяжелые самолеты типа Ил-76, Ан-12.

Законсервированная В.В. Барановым в 1996 году в связи с отсутствием финансирования станция «Прима» была в 2013 году, спустя 17 лет, снова введена в строй им же в составе экспедиции Арктического и антарктического НИИ.

В 69 лет он, как обладающий бесценным опытом, получил предложение принять участие в новой экспедиции в Арктику весной 2014 года для дальнейшего обустройства теперь уже научно-исследовательского стационара «Ледовая база Мыс Баранова» ААНИИ.

Впервые побывав в Антарктиде в 1976 году, Владимир Васильевич вернулся туда в 2004 году уже будучи на пенсии и на протяжении восьми лет принимал активное участие в сезонных работах на станции Новолазаревская, а также являлся «хранителем» возведенной в 2007 году самой южной в мире русской деревянной бани.

Проведя в Арктике и Антарктике без малого 40 лет, Владимир Васильевич Баранов всегда стремился принести пользу своей стране, не рассчитывая на награды, звания и другие блага. Наградой ему служат большой авторитет и заслуженное уважение среди полярников.

**ПАМЯТИ
НИКОЛАЯ ИВАНОВИЧА ВАСИЛЬЕВА**



25.12.1948 – 04.01.2021

4 января 2021 года ушел из жизни наш товарищ и коллега, профессор Санкт-Петербургского горного университета, главный конструктор буровых снарядов и разработчик технологии бурения глубоких скважин во льду Николай Иванович Васильев.

С его именем неразрывно связаны все наиболее яркие достижения легендарного проекта глубокого бурения антарктического ледника на российской внутриконтинентальной станции Восток.

В течение многих лет он был ключевой фигурой – руководителем и главным исполнителем этого бурового проекта, сыгравшего важнейшую роль в изучении глобальных климатических изменений на нашей планете. Под его руководством и при его непосредственном участии были осуществлены первое и повторное вскрытия крупнейшего на нашей планете подледникового озера Восток, которые открыли возможность изучения этого уникального водоема. Все, кто работал с Николаем Ивановичем Васильевым в этом проекте, знают, что без его воли, знаний, профессиональной интуиции и мастерства эти свершения и связанные с ними научные открытия были бы невозможны.

Николай Иванович был очень жизнерадостным и оптимистичным человеком, не падавшим духом и продолжавшим бороться и находить успешные решения даже в самых, казалось бы, безвыходных ситуациях. Он обладал исключительной харизмой, которая притягивала к нему совершенно разных людей, был любим и уважаем многими у нас в стране и за ее пределами.

Преждевременный уход Николая Ивановича – это не только трагедия его семьи и горе для всех нас, кто с ним работал, его знал и любил, но и невосполнимая потеря для всей антарктической науки.

Имя Николая Ивановича Васильева уже давно и прочно вписано в историю антарктических исследований. Светлая память об этом удивительном человеке навсегда останется в наших сердцах.

**ПАМЯТИ
ВАЛЕРИЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА ВИКТОРОВА**



06.03.1947 – 29.01.2021

29 января 2021 года скоропостижно скончался капитан дальнего плавания Валерий Александрович Викторов.

Валерий Александрович начал работать в ААНИИ в 1971 году в должности четвертого помощника капитана на НИС «Океанограф». С 1972 по 1984 год занимал должности третьего, второго и старшего помощника капитана на НИС «Профессор Визе», «Профессор Зубов» и «Рудольф Самойлович».

В 1984 году В.А. Викторов получил диплом капитана дальнего плавания и продолжил работать в ААНИИ в должности капитана.

С 1984 по 2012 год командовал четырьмя судами ААНИИ: НИС «Рудольф Самойлович», НИС «Профессор Визе», НИС «Профессор Мультановский», НЭС «Академик Федоров».

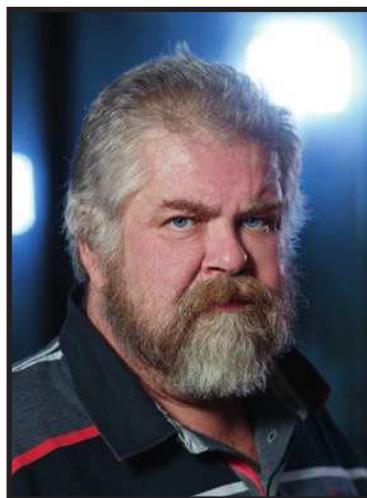
В.А. Викторов командовал флагманом флота ААНИИ НЭС «Академик Федоров» в самые тяжелые 1990-е годы. Начиная с 2000 года под командованием В.А. Викторова выполнялось несколько рейсов НЭС «Академик Федоров» в Арктику, в процессе которых проводились комплексные морские исследования, позволяющие обосновать принадлежность России нефтегазового шельфа.

Был награжден государственными и ведомственными наградами: медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, юбилейной медалью «300 лет Российскому флоту», нагрудным знаком «Почетный работник гидрометеослужбы России», грамотой Губернатора Санкт-Петербурга.

Валерий Александрович обладал огромным уникальным опытом судовождения, которым щедро делился с молодыми судоводителями.

Светлая память о капитане дальнего плавания Валерии Александровиче Викторове будет жить в сердцах его коллег.

**ПАМЯТИ
СЕРГЕЯ ВИКТОРОВИЧА ФРОЛОВА**



06.04.1962 — 08.03.2021

8 марта 2021 года безвременно ушел от нас друг и коллега, талантливый ученый и уникальный специалист по морскому льду, заведующий лабораторией изучения ледового плавания Сергей Викторович Фролов.

Сергей Викторович родился 6 апреля 1962 года в г. Тамбове, в семье служащих. В 1980 году поступил на учебу в Ленинградский государственный университет им. А.А. Жданова, который окончил в июне 1985 года по специальности «Океанология». В 1985 году Сергей Викторович начал работать в ААНИИ в отделе ледового режима и прогнозов, где в 2000 году стал заведующим лабораторией изучения ледового плавания.

Сергей Викторович Фролов — автор более 100 опубликованных научных работ, участник многочисленных арктических экспедиций, в их числе: 13 рейсов российских судов на Северный полюс, 7 высокоширотных рейсов на ледоколах и судах для организации и эвакуации дрейфующих станций «Северный полюс» (СП-27, 28, 29, 33–37), 3 сверхранних транзитных рейса по трассе Северного морского пути, 5 экспедиций по обоснованию внешней границы континентального шельфа России (ВГКШ) — в должности гидролога-прогнозиста, начальника отряда, заместителя и начальника экспедиции.

Сергей Викторович Фролов был специалистом высочайшего уровня в области анализа развития ледовых и гидрометеорологических процессов, определении и расчете оптимальных вариантов плавания в замерзающих морях, развития принципиальных положений специализированного гидрометеорологического обеспечения арктического мореплавания. В 2007–2011 годах участвуя в морских экспедициях по обоснованию границы континентального шельфа России на борту НЭС «Академик Федоров» и атомного ледокола «Россия», Сергей Викторович возглавлял отряд СГМО. Грамотное, выполненное на высоком научном уровне специализированное гидрометеорологическое обеспечение во многом определило успешное выполнение научной программы и практических задач экспедиций. За высокое профессиональное мастерство и самоотверженность в 2012 году Сергей Викторович был награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени. Ранее он был награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, Почетной грамотой Росгидромета, нагрудным знаком «Почетному полярнику», нагрудным знаком «Почетный работник гидрометеослужбы России».

Сергей Викторович был человеком, обладающим удивительной интеллигентностью, душевным теплом, глубокими энциклопедическими знаниями и чувством огромной ответственности за свою работу, соратников и друзей.

Коллеги выражают глубокие соболезнования родным и близким Сергея Викторовича. Светлая память о нем навсегда останется в наших сердцах!

