



РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 2
2021 г.

ISSN 2618-6705

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК



В НОМЕРЕ:

Президент России Владимир Путин поздравил российских полярников с профессиональным праздником	3
Поздравление руководителя Росгидромета И.А. Шумакова с Днем полярника.....	3

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

<i>Н.В. Колабутин, Е.В. Шиманчук.</i> Организация ледовых работ в экспедиции MOSAiC	4
<i>Н.А. Бакунов, Д.Ю. Большианов, А.С. Макаров.</i> Радиоэкологические исследования ААНИИ на севере России	9
<i>С.Н. Шаповалов.</i> Биогеофизические наблюдения на НЭС «Академик Федоров» (48-я РАЭ).....	11
<i>В.О. Гравин, И.К. Попов.</i> Гидроакустическая система мониторинга гидрофизических параметров арктических морей (на примере Карского моря).....	14
<i>С.Д. Григорьева, Э.Р. Киньябаева, М.Р. Кузнецова.</i> Обследование опасных природных объектов района станции Прогресс: основные результаты работ 2017–2021 годов.....	18
<i>Е.О. Ермолов,</i> Находка поморского шитого судна на севере архипелага Новая Земля	20
<i>С.В. Аверин, С.А. Букреев, Д.Е. Едемский, Р.А. Жостков, Р.И. Логунов, А.Н. Овсяченко, П.А. Филин, А.И. Чесноков.</i> Итоги комплексной экспедиции Северного флота и РГО «Архипелаги Арктики – 2020».....	22

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

<i>А.С. Парамзин.</i> Опыт применения современных геодезических технологий в научных исследованиях высокоширотной Арктики на примере работ на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» с 2015 по 2020 год	29
--	----

СООБЩЕНИЯ

<i>К.О. Шаповалова, О.А. Анисимов, А.А. Ершова.</i> Общественная и медийная компоненты проблемы глобального изменения климата.....	33
<i>Б.В. Иванов.</i> Совместные испытания беспилотных летательных аппаратов на Ладожском озере	35
<i>Н.Э. Демидов.</i> Четыре часа в долине Рейндален	36
<i>М.А. Емелина.</i> Девятая научно-практическая конференция «Полярные чтения — 2021: Художественное освоение Арктики: полярные регионы в культуре, искусстве и философии»	38

НАУКА НА ПОЛЮСАХ ЗА КРУЖКОЙ ЧАЯ

<i>А.Ю. Косарева, А.Н. Усова, В.А. Бородкин, Н.А. Куссе-Тюз.</i> Мифические топонимы Шпицбергена.....	39
---	----

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ААНИИ

<i>М.А. Емелина, М.А. Савинов.</i> Филиалы института 1920–1930-х годов	41
<i>А.Н. Бабулин, Л.М. Саватюгин.</i> Незаслуженно забытый «ледовый плен» в Антарктике	44

НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

Памяти Юрия Саркисовича Цатурова	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@aari.ru

А.С. Филиппова (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. Мартынов,
А.А. Меркулов, В.Т. Соколов, А.Л. Титовский, А.Н. Усова

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

Редакционная почта: rgr@aari.ru

РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 2 (44) 2021 г.

ISSN 2618-6705

Адрес редакции:

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

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

На 1-й странице обложки: сверху – выводной ледник Семенова Тянь-Шанского на о. Большевик
в 36 км от НИС «Ледовая база Мыс Баранова» (фото А.С. Парамзина);
внизу – панорама окрестностей станции Прогресс (фото А.В. Миракина).
На 4-й странице обложки: радар на треноге, предназначенный для выполнения Lidar-измерений (фото Юлии Регнери).



ПРЕЗИДЕНТ РОССИИ ВЛАДИМИР ПУТИН ПОЗДРАВИЛ РОССИЙСКИХ ПОЛЯРНИКОВ С ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ПРАЗДНИКОМ

Уважаемые друзья!

Поздравляю вас с Днём полярника.

Этот профессиональный праздник посвящен смелым, отважным, преданным своему делу людям, которые внесли вклад в исследование и освоение полярных территорий, — ученым, метеорологам, геологам, летчикам, морякам, строителям, представителям других специальностей. Мы по праву гордимся результатами этой напряженной, самоотверженной работы.

Отрадно, что нынешнее поколение полярников чтит традиции своих предшественников, успешно трудится в составе Антарктической и Высокоширотной Арктической экспедиций, на станциях наблюдательной сети гидрометеорологической службы, решает задачи по расширению российского присутствия в районах Северного и Южного полюсов. И конечно, благодаря вашим усилиям Россия активно развивает промышленную, транспортную инфраструктуру в Заполярье и Приполярье, реализует масштабные проекты Севморпути и Северного широтного хода, разрабатывает новые месторождения полезных ископаемых. При этом подает пример открытости к сотрудничеству в полярной сфере с зарубежными партнерами, ответственного подхода к сбережению уникальной экологии регионов, сохранению традиционного уклада жизни и культуры народов Крайнего Севера. Такое отношение ярко свидетельствует о нашей приверженности взятым на себя обязательствам, о готовности России к плодотворному председательству в Арктическом совете в ближайшие два года.

Желаю вам крепкого здоровья, благополучия и удачи.

Владимир Путин

ПОЗДРАВЛЕНИЕ РУКОВОДИТЕЛЯ РОСГИДРОМЕТА И.А. ШУМАКОВА С ДНЕМ ПОЛЯРНИКА

Уважаемые коллеги!

Дорогие ветераны

Гидрометслужбы СССР и России!

Сегодня мы отмечаем один из самых молодых профессиональных праздников — День полярника. Он чествует летчиков и моряков, гидрологов и метеорологов, инженеров, строителей, первопроходцев суровых полярных областей — всех, для кого главным делом жизни стало покорение Арктики и Антарктики.

Это праздник отважных, решительных, сильных духом людей. Именно благодаря им два века назад на карте мира появился новый, самый южный континент. Именно они положили начало освоению самых северных российских территорий. И сегодня они продолжают трудиться в сложных погодных условиях Арктики и Антарктики на полярных станциях, судах, в экспедициях, в научных и оперативных центрах во имя обеспечения интересов России в полярных регионах планеты.

21 мая 1937 года в дрейфующих льдах Северного Ледовитого океана заработала первая научная станция «Северный полюс-1». Это событие на долгие годы стало символом мужества наших исследователей, торжеством советской науки, свидетельством силы и отваги советского народа. Сегодня именно вы, уважаемые коллеги, продолжаете дело первых полярников, сохраняете и приумножаете их славные традиции.

Изучение атмосферных, геофизических, гидрологических процессов, протекающих в полярных областях — ключ к решению актуальнейших экологических проблем современности, к обеспечению климатической безопасности планеты. Можно смело сказать, что в этом человечество полагается и надеется на вас.

Поздравляю с Днем полярника! Желаю вам крепкого здоровья, благополучия, новых успехов в вашем важном и непростом деле!

И.А. Шумаков



ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕДОВЫХ РАБОТ В ЭКСПЕДИЦИИ MOSAiC

С 21 сентября 2019 года по 12 октября 2020 года в Центральной Арктике работала международная экспедиция MOSAiC (многопрофильная дрейфующая обсерватория по изучению изменений климата). По масштабу организации (17 стран, более 600 участников) данная экспедиция являлась крупнейшей арктической научной экспедицией в истории. Основной целью работ было исследование климатических процессов в Центральной Арктике для оптимизации глобальных климатических моделей и прогнозов.

Руководство экспедицией осуществлял немецкий институт имени Альфреда Вегенера (АВИ), являвшийся также владельцем главного экспедиционного судна — ледокола «Поларштерн», на котором и осуществлялся годичный дрейф.

Экспедиция MOSAiC была поделена на этапы, между которыми осуществлялось снабжение продовольствием и оборудованием, а также проводилась ротация участников. Начало работ экспедиции описано в статье «Экспедиция MOSAiC — начало» (Российские полярные исследования. 2020. № 3. С. 21–23).

В течение года снабжение осуществляли несколько российских судов: на начальном этапе — «Академик Федоров», затем в декабре 2019-го и феврале 2020 года — «Капитан Драницын», а на завершающем этапе — «Академик Трёшников». Изначально предполагалось разделить экспедицию на 6 этапов, между которыми должна была проводиться ротация участников, но из-за ситуации с вирусом COVID-19 планы пришлось изменить. 3-й этап экспедиции пришлось продлить. Кроме того, на 4-й этап не нашлось судна для снабжения, поэтому «Поларштерну» пришлось дойти до Шпицбергена и провести ротацию с помощью другого немецкого судна, что привело к разрыву в наблюдениях между 3-м и 4-м этапами. В итоге этапов стало 5. Кроме этого, на 4-м этапе льдина, на которой располагался ледовый лагерь MOSAiC, начала разрушаться, продолжение работ стало невозможным. В итоге было принято решение искать новую льдину после ротации.

Ротация перед 5-м этапом проходила в течение трех дней вблизи архипелага Шпицберген. После ее завершения «Поларштерн» отбыл к месту поиска новой льдины. 19 августа судно

достигло Северного полюса, где была сделана короткая стоянка. 20 августа новое место работ было найдено. Размеры, толщина и рельеф льдины оказались подходящими. Начали разворачивать лагерь, провели первые ледовые работы.

Работы продолжались до 20 сентября. Во время обратного следования были сделаны остановки на трех льдинах, где проводились работы океанологов, экологов, биогеохимиков, а также ледовой команды. Также была остановка в течение дня в районе Конгс-фьорда, после чего «Поларштерн» взял курс на Бремерхафен и 12 октября прибыл в порт. На этом экспедиция MOSAiC закончилась.

Организация ледового лагеря

Для выполнения запланированных экспедиционных работ и исследований на льду вокруг «Поларштерна» был организован обширный ледовый лагерь. Под разные виды работ и измерений выделялись различные участки, на которых устанавливалось соответствующее оборудование.

Состояние льдины, на которой проходила экспедиция, в течение года было нестабильным. Во льду возникали трещины, проходили подвижки ледяной поверхности, образовывались новые торосы. Поэтому схема ледового лагеря в течение года менялась. Несколько раз проходили масштабные перестановки, изменение локаций и маршрутов путей.

Новая льдина на 5-м этапе экспедиции была значительно меньше предыдущей, поэтому и ледовый лагерь также получился значительно меньше. Участки под работы и исследования были компактнее и плотнее примыкали друг к другу, что по-своему оказалось неплохо, т. к. упростило доставку оборудования и сократило длину маршрутных путей.

Потребовалось значительно меньше времени на развертку и последующее сворачивание ледового лагеря. Снегоходы для перевозки серьезных грузов. В основном же участники добрались до нужного места работ пешком, а оборудование везли на ручных волокушах. Общая схема ледового лагеря на 5-м этапе показана на рисунке.

Схема нового ледового лагеря на 5-м, заключительном этапе.
Фотосхема М. Николауса



Работы на льду

Все планы работ на льду научного состава обсуждались и согласовывались с руководителями экспедиции. Заранее составлялся перечень работ, списки групп, выходящих на лед, и необходимое оборудование. У каждой группы должен был быть руководитель с рацией для связи с судном и егеря для охраны от медведей. Помимо этого, во время работ на льду постоянно осуществлялись наблюдения с мостика судна. Безопасность участников была одной из главных задач организаторов экспедиции.

На заключительном этапе экспедиции для научных работ был отведен всего один месяц, поэтому темп был выше. Старались провести побольше измерений и взять больше научных образцов для исследования. Основной задачей было провести исследования во время нового ледообразования. Когда оно началось, то стали часто организовывать вечерние работы после общего собрания.

Помимо атмосферных, океанологических, экологических и биогеохимических исследований в экспедиции MOSAiC проводились обширные ледовые работы, которые включали:

- исследование физических свойств льда (температуры, солёности, плотности, текстуры и структуры) с помощью отбора ледяных кернов;
- исследование прочностных характеристик льда;
- измерение толщины льда и снега бесконтактным методом (Transect);
- измерение толщины льда в торосах контактным и бесконтактным методами;
- исследование физических свойств снега (SnowPit);
- подводные исследования нижней поверхности льда с помощью подводного аппарата (ROV);
- удаленное наблюдение за состоянием снежного покрова и льда с помощью набора установленных датчиков (Remote Sensing);
- исследования эволюции снежного покрова с помощью лазерного радара (Lidar);
- измерение толщины льда с помощью замороженных металлических столбов (Stakes);
- исследование оптических характеристик снега и льда;
- наблюдение за ледовой обстановкой с помощью дронов;
- наблюдение за динамикой ледяного покрова с помощью специальной сети установленных датчиков (SIDOS);
- наблюдения за состоянием льдины с вертолета;
- наблюдения за распределением и дрейфом льда с помощью сети буев.

Некоторые работы велись на протяжении всей экспедиции, некоторые были начаты только ближе к летнему периоду, когда стало светло. Отдельные виды работ в дальнейшем пришлось свернуть из-за нехватки специалистов, в чем свою роль сыграло и распространение COVID-19.

Исследование физических свойств льда методом отбора кернов

Для отбора кернов на анализ физических свойств были выделены участки

ровного льда. Работали двумя группами (одна на однолетнем льду, другая — на двухлетнем). Помимо участников от ледовой команды в работах принимали участие экологи и биогеохимики, которые также брали ледяные керны для своих исследований. Данные виды работ выполнялись на протяжении всей экспедиции. Помимо ровного льда отборы кернов также проводились и в торосах, а на поздних этапах — в снежниках и в разводьях. Среди регулярных работ отбор кернов был самым объемным в экспедиции MOSAiC.

Измерение прочностных характеристик льда

В экспедиции MOSAiC проводились три вида прочностных испытаний льда: измерение локальной прочности, измерение прочности цилиндрических образцов на одноосное сжатие и круглых пластин на центральный изгиб. Для первых двух видов работ использовался специальный комплекс гидравлического оборудования ЛГК, включающий в себя гидростанцию, мультипликатор давления, измерительный блок, скважинный зонд-индентор и пресс. Для измерения локальной прочности применялся зонд-индентор, который погружался на лебедке в выбуренную лунку. На выбранных горизонтах зонд проламывал лед выдвигающимся поршнем. При выдвигании поршня регистрировалось давление в гидросистеме, по которому и вычислялась локальная прочность льда.

Для испытания прочности льда на одноосное сжатие использовался тот же комплекс ЛГК, но с переносным прессом вместо зонд-индентора. Из ледяной поверхности с помощью керноотборника KOVACS в вертикальном и горизонтальном направлениях выбуривались ледяные керны, из которых изготавливались образцы для испытания на прочность. Данные образцы помещались в пресс, где затем раздавливались. В момент разлома образца фиксировалось давление в системе, из которого вычислялась прочность льда на одноосное сжатие.

На 5-м этапе прочностные измерения проходили проще, чем на предыдущих этапах. Погодные условия позволили хранить основную часть оборудования на льду, на том участке, где проводились измерения. Самой сложной работой было выбуривание и последующее извлечение ледяного блока. Для этого приходилось брать добровольцев из других команд.

Измерение толщины льда и снега бесконтактным методом (Transect)

Для измерения толщины льда использовался магнитно-резонансный измеритель толщины льда — GEM-2. Данное устройство устанавливалось в специальные санки с чехлом на молнии и перемещалось в них по льду, непрерывно измеряя его толщину (включая снег) в месте своего нахождения. Для определения географических координат прибора и местоположения относительно судна рядом с судном предварительно расставлялись 2 датчика GPS, с которыми у прибора была непрерывная связь. Для измерения толщины снега использовалось устройство MagnaProbe — ручной измеритель толщины снега. Он представлял собой длинный шест с из-

Измерения толщины снега и льда бесконтактным методом (Transect).
Фото Г. Шприна



мерителем на конце, подсоединенный к специальному портативному компьютеру. Шест втыкался в снег и по нажатию кнопки производил измерение, которое тут же фиксировалось в компьютере с указанием времени. При этом у компьютера также был встроенный датчик GPS, позволяющий определить местоположение точки измерения и в дальнейшем связать его с точкой измерения толщины льда.

Чтобы увеличить площадь работ и получить более детальную картину распределения толщины, данные работы проводились не на выделенных участках, а по специально проложенному маршруту, проходящему почти по всей площади ледового лагеря. Вследствие глобальных подвижек льда маршруты для данных измерений менялись.

Измерение толщины льда в торосах контактным и бесконтактным методами

Ледяные торосы образуются при разрушении полей морского льда во время сжатия. Верхняя часть тороса, находящаяся над поверхностью льдины, называется парусом, а нижняя часть, находящаяся под ледяной поверхностью, — килем. Киль намного больше паруса и может составлять 90 % объема тороса. И паруса, и кили являются важными элементами шероховатости поверхности льда, которые вызывают турбулентность в атмосфере и океане.

Еженедельно проводились бесконтактные измерения толщины торосов с помощью электромагнитного измерителя GEM-2. Также несколько раз были отобраны керны на анализ физических свойств. На последних этапах стало применяться контактное измерение толщины торосов, которое заключалось в бурении скважин и измерении толщины льда в этих скважинах.

Поскольку состояние льдины не было стабильным, в течение экспедиции расположение торосов на ней менялось. Вследствие этого менялись и локации для измерений толщины. Всего было исследовано 4 тороса на первой льдине и один на второй.

Исследование физических свойств снега (SnowPit)

В данный вид работ входили измерения высоты снежного покрова, вертикального распределения температуры, солености, плотности, количества морской воды, анализ структуры снега, а также инфракрасная съемка снежного покрова.

Для выполнения данных работ в районе ледового лагеря было выделено несколько участков, включавших в себя ровный лед и зоны замерзшего разводья.

В начале работ на выбранной точке измерялась средняя плотность снега на всю толщину с помощью специального измерительного устройства SnowMicroPen. Принцип

Рабочие моменты исследований физических свойств снега (SnowPit).
Фото Д. Вагнера



работы заключался в бурении снежного покрова специальным щупом, измеряющим уровень сопротивления снега бурению. Когда щуп доходит до льда, то автоматически останавливается. При этом рассчитывается высота снега и его плотность по всей высоте. Далее на точке выкапывалась яма, где измерялась температура снега через каждые 3–5 см от поверхности, а через каждые 3 см брались пробы на соленость, которые также предварительно взвешивались на весах в специальной емкости для определения плотности снега. Для измерения количества морской воды из снега на всю толщину отбиралась проба с помощью специального стакана, который затем взвешивался на откалиброванных для этого пружинных весах.

Для исследования структуры снега из снежного покрова брались образцы, которые укладывались в специальные емкости и доставлялись в ледовую лабораторию на судне, где помещались в сканер для анализа.

Данный вид работ проводился на протяжении всей экспедиции.

Подводные исследования нижней поверхности льда с помощью подводного аппарата (ROV)

Работы проводились с помощью подводного аппарата Beast. Для этого был собран тент, внутри него во льду выпиливалась майна, куда опускался аппарат Beast, в котором имелась подводная камера для съемок, а также датчики и механизмы для взятия проб. Аппарат был подключен к установленному в палатке компьютеру, позволяющему наблюдать обстановку под водой в режиме реального времени.

Вследствие ледовых подвижек и разломов лагерь ROV переносился несколько раз. На последнем этапе MOSAiC палатка для наблюдений уже не устанавливалась. Измерения проводились из легкого помещения, в котором хранился аппарат. Майна для погружения находилась рядом на открытом воздухе.

Данные работы проводились в течение всей экспедиции. Было сделано более 70 погружений, во время которых получено много снимков подводной поверхности льда у дрейфующей станции, а также отобрано несколько видов арктического зоопланктона.

Удаленное наблюдение за состоянием снежного покрова и льда с помощью набора установленных датчиков (Remote Sensing)

Наблюдения Remote Sensing проводились на участке льда с установленными датчиками и измерительными приборами для локального и удаленного наблюдения за состоянием снежного покрова и льда в районе дрейфующей станции. Использовалось 10 инструментов из 9 научных институтов. Среди установленных датчиков были

Палатка для подводных исследований ROV.
Фото Ш. Хендрикса



инфракрасная камера, датчик GNSS, различные радиометры и рефлектометры (измерители рассеяния) и другие. Часть датчиков также была установлена на борту «Поларштерна».

Данные наблюдения велись в течение всей экспедиции MOSAiC, по возможности непрерывно в автономном режиме. Однако несколько раз из-за подвижек льда данный участок также приходилось переносить. Из-за этого были перерывы в наблюдениях.

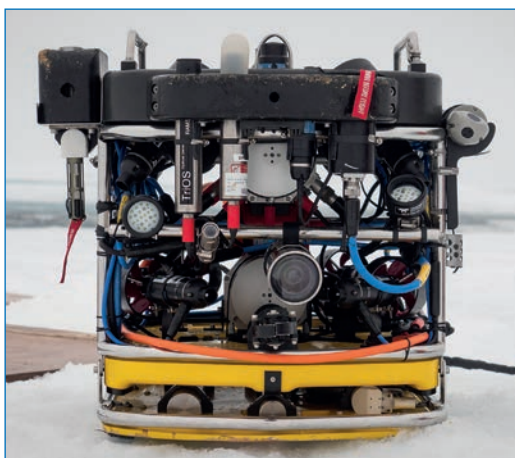
Исследования эволюции снежного покрова с помощью лазерного радара (Lidar)

Lidar-измерения предназначены для исследования эволюции снежного покрова в районе дрейфующей станции с помощью лазерного сканирования.

Суть работ заключалась в установке на льду специального радара на высокой треноге, который сканировал местность с помощью лазера и получал ее картинку с помощью заранее установленных на льду рефлекторов на специальных вешках, вмороженных в лед.

Питание радара осуществлялось от портативного электрогенератора, а управление велось с помощью подключенного персонального компьютера, куда и записывались полученные данные. Во время работы радар вращался на треноге, сканируя окружающую местность лазерным лучом. Для более точной картины сканирование проводилось с нескольких точек.

Для полного цикла сканирования требовалось примерно 1,5–2 дня. Из-за ледовых подвижек участки с установленными рефлекторами меняли свое местоположение, некоторые рефлекторы были поломаны. Работы часто осложнялись сильным ветром и плохой видимостью (снегопадом или туманом). На заключительном этапе данные измерения не проводились.



Аппарат Beast для подводных исследований ROV (верхнее фото) и его погружение в воду (нижнее фото).

Фото М. Николауса

Измерение толщины льда с помощью вмороженных металлических столбов (Stakes)

Stakes-измерения — способ измерения толщины льда в отмеченных точках. Принцип измерений заключался в следующем: во льду пробуривались тонкие лунки, куда помещались металлические тонкие столбы (отсюда и название Stakes) с измерительной шкалой сверху и с опорой на конце. Столбы вмораживались в лед. Во время измерений с помощью специального аппарата через вмороженный столб пропускался электрический ток. Столб нагревался и мог свободно подниматься сквозь лед. Нижний конец столба упирался в границу льда, и по шкале столба измерялась толщина льда в этой точке.

Для выполнения данных работ было выделено 6 участков в разных районах ледового лагеря. Работы проводились раз в 2 недели. К сожалению, после первого этапа из-за подвижек льда четверть столбов пришла в негодность. На заключительном этапе работы не проводились.

Исследование оптических характеристик снега и льда

Основной целью оптических измерений было понять, как солнечный свет распределяется снегом и льдом, а также как изменяются оптические свойства снега и льда (альbedo, коэффициент пропускания) во время

ледообразования.

Проводились следующие работы:

- исследования альbedo поверхности;
- стационарные радиационные станции;
- ROV-исследования пропускания света поверхностью;
- измерения с дронов и вертолетов;
- отбор кернов морского льда для определения оптических и текстурных характеристик;

Участок Remote Sensing, декабрь 2019 года. Фото Ш. Хендрикса



- определение профилей оптических свойств;
- измерения гониометрами.

Почти все эти работы проводились на заключительном этапе экспедиции, во время ледообразования.

Измерения спектрального альbedo в основном проводились с помощью спектрорадиометра ASD FieldSpec3, который измерял лучистую энергию в диапазоне 350–2500 нм. Альbedo рассчитывались с использованием отношения падающей (приходящей) энергии к отраженной на каждой длине волны.

Значительное количество измерений проводилось в снежниках с целью оптически охарактеризовать их в локальном масштабе и облегчить масштабирование собранных показателей до данных наблюдений с воздуха и из космоса.

Наблюдение за ледовой обстановкой с помощью дронов

На заключительном этапе экспедиции проводились наблюдения за ледовой обстановкой с использованием специальных радиоуправляемых дронов. Именно с их помощью на последнем этапе составлялись карты льдины, а также проводилось измерение альbedo поверхности.

Наблюдение за динамикой ледяного покрова с помощью специальной сети установленных датчиков (SIDOS)

Для наблюдения за динамикой ледяного покрова в районе дрейфующей станции была развернута система SIDOS (Small-scale Ice Dynamics Observing System). Эта система включала в себя следующие компоненты:

- система лазерного сканирования (Laser strain observatory), предоставленная институтами Dartmouth/CRREL (состоит из лазерного сканера и установленных на льду рефлекторов);
- 3 GNSS-буя, предоставленные университетом Huddersfield;
- 3 портативные сейсмостанции ААНИИ;
- 13 измерителей напряжений во льду (stress-gauges), предоставленные институтами Dartmouth/CRREL и FMI;
- стресс-панели, предоставленные институтами PS HSVA и TUHH;

Подготовка дрона для ледовых наблюдений. Радар на треноге, предназначенный для выполнения Lidar-измерений.

Фото Ю. Рогнери



- корабельный радар для наблюдения за масштабными подвижками льда, предоставленный институтом FMI.

Система лазерного сканирования состояла из лазерного сканера TM50 и установленных на льду специальных рефлекторов. При сканировании местности луч отражался от рефлекторов, определялись миллиметровые смещения рефлекторов, и таким образом измерялись микроподвижки ледяного покрова.

Портативные сейсмостанции фиксировали колебания и наклоны ледяной поверхности, позволяя регистрировать различные ледовые события, такие как возникновение трещин, торошение и другие. Данные станции устанавливались в трех точках ледового лагеря. В течение экспедиции места локализации сейсмостанций несколько раз менялись.

Измерители напряжений были установлены во льду в различных местах дрейфующей станции, как вблизи судна, так и на удалении нескольких километров. Данные приборы измеряли вибрации во льду, и по ним определяли давление во льду, делая записи каждую минуту (CRREL) или 10 минут (FMI). Записанные данные скачивались вручную членами ледовой группы. Скачивание данных и замена аккумуляторных батарей выполнялись раз в 2 недели.

Корабельный радар, установленный на носу «Поларштерна», каждые 10 минут выполнял сканирование ледовой обстановки. Дальность — примерно 10 км во все стороны. Область обзора — три четверти круга перед судном. Сектор круга, расположенный за кормой судна, являлся слепой зоной.

Снимки, полученные с ледового радара, давали возможность оценить крупномасштабные изменения ледовой обстановки, такие как крупные трещины, общее сжатие льдины, подвижки отдельных ее частей и т. д. Данные корабельного радара хорошо сочетались с данными других датчиков по динамике, позволяя лучше интерпретировать полученные данные.

Наблюдения за состоянием льдины с вертолета

На дрейфующей станции регулярно велись наблюдения за ледовой обстановкой с вертолета. Осуществлялись полеты к удаленно расположенным наблюдательным станциям, велась разведка и съемка основной

Снимок с корабельного радара MOSAiC 01.11.2019. Размер области 20×20 км.

Фото Я. Хаапала



льдины, на которой располагался ледовый лагерь. Это позволило составить и в дальнейшем корректировать карту льдины. Кроме того, на вертолете была установлена инфракрасная камера, что позволяло оценивать температуру поверхности, а также измеритель альбедо, что позволяло оценивать рельеф поверхности льда. Практически все карты и схемы дрейфующей станции составлены с помощью данных, полученных с вертолета.

Сеть буев для наблюдения за распределением и дрейфом льда

Вокруг дрейфующей станции, а также на удаленно расположенных наблюдательных станциях была установлена сеть специальных SIMBA буев и DTC-буев для отслеживания вертикального распределения температуры и толщины льда в местах установки.

На заключительном этапе экспедиции вокруг основной льдины была развернута небольшая распределенная сеть (DN) буев-дрифтеров — всего 22. Эта сеть использовалась для отслеживания дрейфа льдины и ее окружения и позволяла рассчитывать деформацию морского льда в различных пространственных масштабах.

Экспедиция MOSAiC внесла значительный вклад в изучение Арктики, который еще предстоит оценить. Было собрано огромное количество научных данных,

в работах приняло участие большое количество людей из разных стран. Создана база данных, в которую занесены полученные результаты наблюдений. Анализ данных и обсуждение результатов займет длительное время. Раз в две недели проходят видеоконференции, на которых заинтересованные специалисты обсуждают возникающие вопросы, планируют дальнейшую совместную работу. 28 апреля в рамках Недели Германии в Санкт-Петербурге состоялась конференция «Арктическая экспедиция MOSAiC — измеряя исчезающий мир». На этой конференции российские и немецкие участники экспедиции рассказали про ее цели и ожидаемые результаты, поделились своими впечатлениями от экспедиции. Осенью 2021 года в городе Потсдам (Германия) планируется большая международная научная конференция, посвященная обсуждению результатов, полученных в экспедиции. Российские участники планируют выступить на ней с рядом докладов.

От участия в данной экспедиции и приобретенного опыта у авторов осталась масса приятных впечатлений. Хочется надеяться, что в будущем еще будут полярные экспедиции подобного рода с привлечением специалистов из разных стран и сотрудники ААНИИ также будут принимать в них активное участие.

Н.В. Колабутин, Е.В. Шиманчук (ААНИИ)

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ААНИИ НА СЕВЕРЕ РОССИИ

После масштабного загрязнения земной поверхности в 1961–1964 годах продуктами испытаний ядерных боеприпасов в атмосфере прошло более 56 лет, а после выпадений «чернобыльских» радионуклидов от аварийного блока ЧАЭС — 36 лет. Эти выпадения сформировали основной техногенный фон искусственных радионуклидов (ИРН) в наземной и водной экосистемах Земли, в частности в северных регионах России (Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию: Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в арктические и дальневосточные моря («Белая книга-2000»). М.: ИздАт, 2005; AMAP Assessment 2009: Radioactivity in the Arctic. Oslo, 2010). В настоящее время радиологическая ситуация там является благополучной: продукты питания, получаемые коренным населением охотой на морского зверя, ловлей рыбы и разведением северного оленя, содержат искусственные радионуклиды в концентрациях, которые многократно ниже (Рамзаев П.В., Троицкая М.Н., Дударев А.А. и др. Гигиеническая оценка радиационной обстановки в районах проживания коренных народов Крайнего Севера // Радиационная гигиена: Сб. СПб., 2003. С. 131–139) допустимых санитарно-гигиеническим регламентом СанПин 2.3.21078-01.

Радиоэкологические исследования последних десятилетий на Севере ориентированы на задачи прикладного характера. В них значительное внимание уделяется вопросам обеспечения радиационной безопасности объектов с радиоактивными отходами (РАО), захороненных на дне Карского моря и заливов архипелага Новая Земля (Вакуловский С.М., Никитин А.И., Чумичев В.Б. О загрязнении арктических морей радиоактивными отходами западноевропейских радиотехнических заводов //

Атомная энергия. 1984. Т. 57. Вып. 3. С. 186–188; AMAP Assessment 2009: Radioactivity in the Arctic. Oslo, 2010).

Мониторинг этих районов проводился в рамках международных научно-исследовательских рейсов (1991–1994) на судах России (AMAP Assessment 2009: Radioactivity in the Arctic. Oslo, 2010). Были получены объективные данные по современному состоянию загрязнения ИРН вод северных морей России, позволившие оценить роль отдельных источников ИРН. Итогом этих исследований стало признание ведущей роли глобальных выпадений ИРН из атмосферы в радиоактивном загрязнении северных морей России и приноса течениями в северные моря отходов атомной промышленности западноевропейских стран (AMAP Assessment 2009: Radioactivity in the Arctic. Oslo, 2010). Исследования, выполненные в Карском море вблизи захороненных объектов, содержащих РАО (Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию: Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в арктические и дальневосточные моря («Белая книга-2000»). М.: ИздАт, 2005; AMAP Assessment 2009: Radioactivity in the Arctic. Oslo, 2010), показали, что особой опасности эти объекты для морской среды еще не представляют. Некоторые из захороненных объектов были рассчитаны на устойчивость к утечке во внешнюю среду на срок ≈ 500 лет (Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию: Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в арктические и дальневосточные моря («Белая книга-2000»). М.: ИздАт, 2005).

Для радионуклидов ^{90}Sr (стронций), ^{137}Cs (цезий) с полупериодом распада $T = 30$ лет такого времени до-



Отбор проб воды и донных отложений из Ладожского озера (слева), реки Невы (в центре), реки Волхов (справа)

статочно для распада в захороненном объекте. Иная ситуация в будущем ожидает объекты, содержащие ^{239}Pu , ^{240}Pu (плутоний) и другие трансурановые радионуклиды с полупериодами распада тысячи лет. Есть надежда на успехи науки в совершенствовании методов и технологий консервации и утилизации трансурановых радионуклидов. Они позволят решать вопросы обращения с такими отходами атомной промышленности и судов с ядерными реакторами. Результаты регулярного мониторинга вод и донных отложений возле захороненных объектов с РАО в Карском море могут (при необходимости) послужить основанием к подъему захороненного объекта со дна моря или принятию мер купирования выхода ИРН в морскую среду.

Второе направление в радиозоологических исследованиях, которое развивается в ААНИИ, ориентировано на выявление и изучение закономерностей миграции ИРН в системе водосбор — водоем — сток. Без таких знаний невозможно в случаях аварийных ситуаций с ИРН решать вопросы прогнозирования радиоактивного загрязнения и организации мер защиты населения, использующего в питании воду и рыбу из местных водоемов.

Радионуклиды из состава глобальных выпадений ^{90}Sr , ^{137}Cs привлекались нами к определениям количественных показателей перехода этих ИРН с водосбора в речную сеть и скорости очищения речных и озерных вод от этих ИРН с течением времени. Для интервала 1964–1990 годов нами было показано, что ежегодно с водосборов больших и средних рек Российского Севера ^{90}Sr выносилось 0,3–0,5 % от запаса на водосборе. Большим выносом ^{90}Sr с водосбора характеризовались реки Европейского Севера, чем реки Восточной Сибири (Бакунов Н.А., Большианов Д.Ю., Макаров А.С. Естественная дезактивация вод больших рек российского Севера от глобального ^{90}Sr // Радиохимия. 2012. № 2. С. 188–192). Устойчивый во времени вынос ^{90}Sr показывали реки, вытекающие из больших и глубоких озер. Поступление ^{137}Cs с водосбора в речную сеть, в отличие от ^{90}Sr , составило сотые доли процента от запаса на водосборе. Наибольший вынос ^{137}Cs в речную сеть наблюдался на северо-западе страны, где реки берут начало из озер или протекают через них в своем среднем и нижнем течении. Загрязнение вод ^{90}Sr и ^{137}Cs сопровождалось накоплением этих ИРН в донных отложениях и биоте водоемов. К настоящему времени установлено, что в основном количество ^{90}Sr и ^{137}Cs в загрязненном водоеме распределяется между донными отложениями и водной массой бессточных или слабопроточных водоемов. В живых организмах водоемов содержалось

не более 1–3 % от общего содержания радионуклида в водоеме.

Полувековой период пребывания ИРН на водосборах рек (1964–2020) и в экосистемах водоемов не прошел бесследно: концентрации ^{90}Sr в поверхностных водах по сравнению с 1964–1965 годами уменьшились с 50–70 до 4–8 мБк/л. За аналогичный период концентрации ^{137}Cs в воде снизились с 40–50 до 1–2 мБк/л. По геохимической природе ^{137}Cs не является водным мигрантом, поэтому очищение речных и озерных вод от ^{137}Cs протекало быстрее, чем от ^{90}Sr . С 1964 по 1990 год снижение концентраций ^{90}Sr в воде рек Российского Севера подчинялось экспоненциальной зависимости. Реки Северная Двина, Онега, Печора и Мезень очищались от ^{90}Sr с полупериодом потерь T , равным 12–15,5 лет. Полупериод потерь является отрезком времени, за которое содержание радионуклида в воде снижается в два раза. Наши определения показателя T ^{90}Sr (для рек Европейского Севера) оказались близки к найденным финскими радиоэкологами (10,5–12,8 лет) для рек севера и юга Финляндии (Рахола Т., Саксен К., Костийнен Э., Пухакайнен М. Техногенная радиоактивность в организме человека и окружающей среде // Радиохимия. 2006. Т. 48. № 6. С. 562–566). Несколько меньшее значение показателя обусловлено небольшим водным стоком финских рек (меньше 12 км³/год) и направленностью стока с севера на юг страны. В природных условиях Восточной Сибири очищение речных вод от ^{90}Sr (в интервале с 1964 по 1990 год) протекало быстрее, чем на северо-западе европейской части России. Воды рек Лены и Индигирки очищались от ^{90}Sr с T , равным 10 и 7,5 лет соответственно. В условиях более сурового климата, наличия вечномерзлых пород на водосборах и при другом типе питания рек воды Индигирки очищались от ^{90}Sr быстрее Северной Двины (рис. 1). Водосбор р. Лены находится в области широкого распространения вечной мерзлоты. У р. Лены многие притоки в зимнюю межень не имеют стока. Лена питается в это время водами глубоких сильно минерализованных (до 500 мг/л) водоносных горизонтов, где нет ^{90}Sr . Дренажные зимой этими водами донных отложений Лены способствует их очищению от ^{90}Sr .

Мониторинг глобального ^{137}Cs в водах российских рек отсутствовал. Поэтому их очищение от ^{137}Cs оценивается приближенно. В целом считается, что в речных водах глобального ^{90}Sr в 10 раз больше, чем ^{137}Cs . Наши оценки очищения вод относятся к озерно-речным системам Кольского полуострова и Карельского перешейка. Результаты наблюдений показывают более узкое (4:1) отношение концентраций ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностных

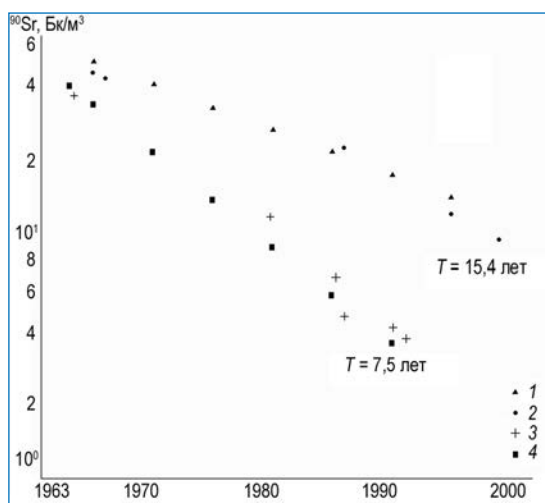


Рис. 1. Динамика уровней ^{90}Sr в воде Северной Двины (верхняя кривая) и Индигирки (нижняя кривая). 1, 3 – расчет, 2, 4 – наблюдения

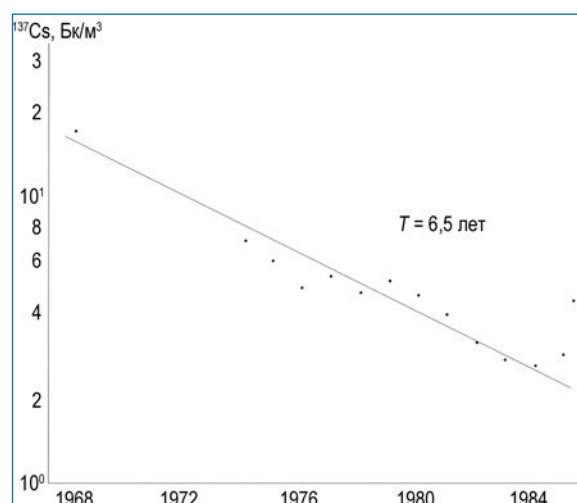


Рис. 2. Динамика уровней ^{137}Cs в воде озер и рек Восточной Финноскандии (1968–1985). T – полупериод очищения озерно-речных систем

водах этого региона. В интервале с 1968 по 1985 год (рис. 2) воды озер этого региона очищались от ^{137}Cs с $T = 6,5$ лет (Большаянов Д.Ю., Бакунов Н.А., Макаров А.С. К вопросу миграции ^{137}Cs в водных системах Восточной Финноскандии // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 3. С. 329–335).

В глубоководном Онежском озере от ^{137}Cs и ^{90}Sr воды очищались с $T = 8$ и 16 лет соответственно. Результаты исследований миграции ИРН в глубоких озерах, имеющих сток (Ладожское, Онежское — Россия, Пяйянне — Финляндия), показали, что воды озер очищаются от ^{90}Sr и ^{137}Cs в 2–4 раза медленнее смены озерных вод в водоеме. Смена загрязненных ^{90}Sr и ^{137}Cs озерных вод на менее «грязные» речные способствовала замедлению процесса естественной дезактивации вод. Основным фактором, сдерживающим очищение вод, является кумулятивный запас ^{90}Sr и ^{137}Cs в грунтах дна. Он же выступает в качестве регулятора их концентраций при смене гидрологического режима водоемов (паводок — межень). Обмен ионов ^{90}Sr и ^{137}Cs в системе поровые растворы грунтов дна — вода способствует поддержанию загрязнения радионуклидами вод озер и русла рек.

Выполненные радиоэкологические исследования позволяют в случаях несанкционированных поступлений ^{90}Sr и ^{137}Cs в водоемы воздушным путем прогнозировать загрязнение их вод и очищение с течением времени. Этим целям служат количественные показатели выноса ИРН с водосборов и очищения вод. Применительно к загрязнению ^{90}Sr и ^{137}Cs вод северных водоемов была предложена градационная шкала оценки загрязнения пресноводной рыбы по показателю коэффициента накопления радионуклида, имеющего тесную связь с химическим содержанием в воде элементов кальция и калия (Бакунов Н.А., Саватюгин Л.М. К вопросу устойчивости пресноводных водоемов Восточной Финноскандии к отложению ^{137}Cs : радиологический аспект // Арктика, экология и экономика. 2013. № 1 (9). С. 24–35). Назначение шкалы — использование в системе поддержки управленческих и организационных решений на минимизацию ущерба природе в ситуациях с загрязнением водоемов ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Н.А. Бакунов, Д.Ю. Большаянов,
А.С. Макаров (ААНИИ).
Фото Д.Ю. Большаянова

БИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА НЭС «АКАДЕМИК ФЕДОРОВ» (48-Я РАЭ)

К настоящему времени накоплен объемный материал экспериментальных данных о воздействии космогеофизических факторов на состояние биосферы. В числе этих данных есть необъяснимые эффекты гравитационных воздействий, проявляющихся в биосенсорах. Изучение их пространственно-временных характеристик биофизическими методами имеет фундаментальное значение для исследования влияния космофизических факторов на функции центральной нервной системы человека и временную структуру организма, основанную на биоритмах клеток, субклеточных структур, тканей и органов.

Экспрессный метод определения скорости сбраживания глюкозы в жидкой питательной среде используется во многих микробиологических, генетических и экспериментальных исследованиях. Интервалом вре-

мени приспособления микробных клеток к условиям внешних факторов, с которыми они сталкиваются при посеве в новую питательную среду, является лаг-фаза (L). При обычных условиях культивирования продолжительность лаг-фазы, например, культуры бактерий (штамма) *Escherichia coli* M-17 составляет 180–210 мин. В этот период бактерии начинают ассимиляцию и остро реагируют на изменения в окружающей среде. Штамм *E. coli* M-17 активно участвует в переваривании пищи, выработке ряда аминокислот и витаминов, в том числе K2 — активного участника обменных процессов, ответственного за синтез протромбина крови и регуляцию состава микрофлоры кишечника.

В период 48-й Российской антарктической экспедиции на НЭС «Академик Федоров», следовавшем из Санкт-Петербурга в Антарктику, проводились наблю-

дения за лаг-фазой штамма *E. coli M-17*, выращенного в лабораторных условиях на искусственной питательной среде. Эти наблюдения проводились с помощью диэлектрометра, используемого в медицинских методиках по принципу бесконтактной высокочастотной кондуктометрии (30–50 MHz). Задача исследований состояла в изучении временного интервала лаг-фазы при изменении географических координат в планетарном масштабе, т. к. имелась предпосылка для проверки гипотезы о зависимости активности микроорганизмов от гравитационного поля Земли (поля силы тяжести). Поле тяжести обусловлено притяжением масс Земли, центробежной силой, связанной с вращением Земли, и характеризуется силой тяжести, ее потенциалом, а также различными производными. В наблюдениях лаг-фазы поле тяжести рассматривалось как вид основного геофизического поля, определяющего физическое состояние литосферы. Так как верхние слои Земли сформированы породами, имеющими разную плотность, распределение силы тяжести по земной поверхности отклоняется от теоретически вычисленных значений. Наблюдения на НЭС «Академик Федоров» проводились д-ром мед. наук В.М. Воробейчиковым с 13 ноября 2002 года по 26 марта 2003 года по маршруту, отмеченному пунктирной линией на карте

высот геоида (рис. 1). Геоид — это эквипотенциальная поверхность поля силы тяжести Земли. На карте видно насколько разнородными являются районы геоида по плотности и, соответственно, массе.

На рис. 2 показано сравнение суточных значений лаг-фазы с дольными значениями ускорения свободного падения мГал (<http://bgi.obs-mip.fr/activities/projects/world-gravity-map-wgm/>) согласно отмеченному маршруту на рис. 1.

На рисунке видно фазовое согласование рядов на протяжении маршрута НЭС от 50° с. ш. (начало наблюдений) до 70° ю. ш. Значения лаг-фазы в период логистических операций НЭС в акваториях станций РАЭ отмечены отрезком А. На рис. 3 (а, б) представлены суточные значения лаг-фазы относительно широты и долготы. На графике (а) значения лаг-фазы ограничены по абсциссе интервалом 19° з. д. — 93° в. д., т. к. обслуживание станций РАЭ проходило в Восточном полушарии. Тем не менее по аппроксимирующей кривой можно видеть уменьшение времени лаг-фазы от Гринвичского меридиана до 75° в. д. Следует отметить, что в данном диапазоне расположена Африканско-Антарктическая котловина.

На графике (б) кривая лаг-фазы имеет четыре выраженных экстремума, показывающих существенную

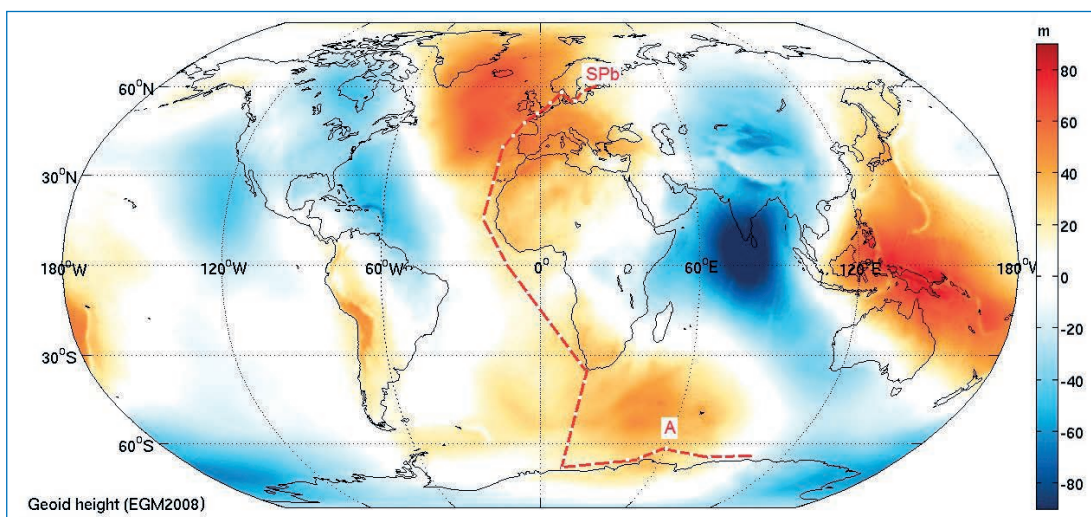


Рис. 1. Маршрут НЭС «Академик Федоров» в период 48-й РАЭ на карте высот геоида (<http://bgi.obs-mip.fr/data-products/gravity-databases/land-gravity-data/>)

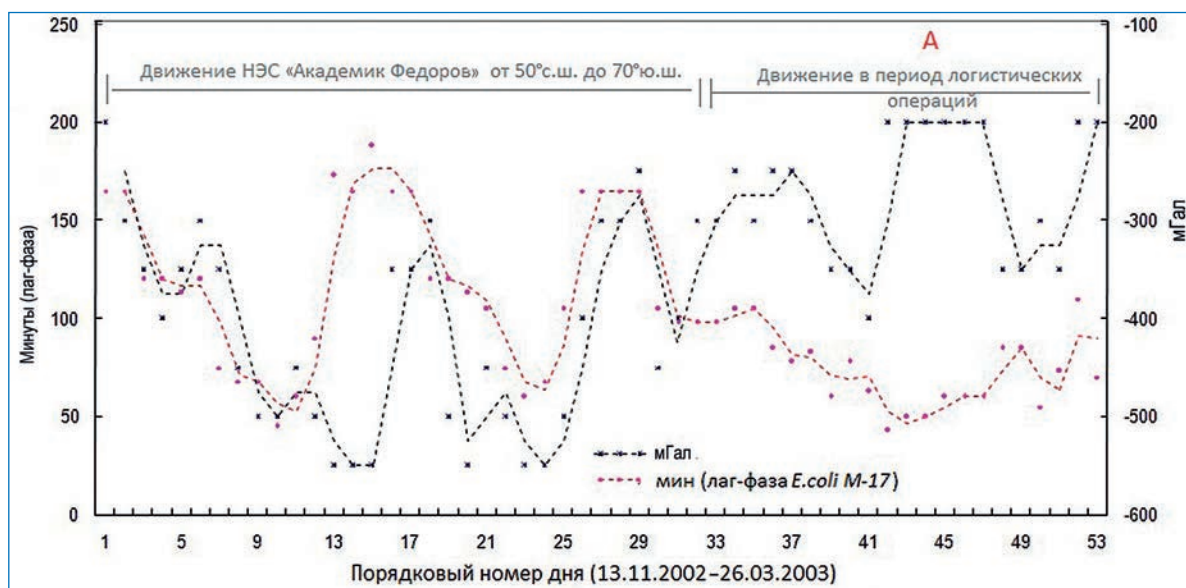


Рис. 2. Сравнение времени лаг-фазы *Escherichia coli M-17* со значениями дольных единиц ускорения свободного падения мГал на протяжении маршрута НЭС «Академик Федоров» (48-я РАЭ)

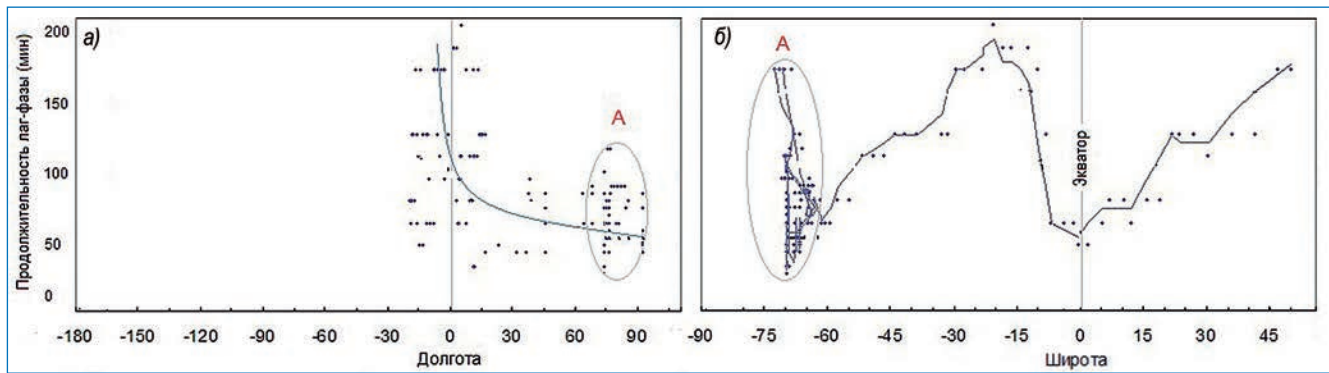


Рис. 3. Изменение продолжительности лаг-фазы *Escherichia coli* M-17 во время движения НЭС «Академик Федоров» с 13 ноября 2002 года по 26 марта 2003 года. Область А – наблюдения в период логистических операций в акваториях станций РАЭ: а) изменение в координатах долготы; б) изменение в координатах широты

разницу лаг-фазы между Санкт-Петербургом, границей Южного тропика, экватором и Антарктикой. Возникает вопрос, а может ли быть такая разница артефактом? Практически все приборы создают шумы разного уровня. В наблюдениях по методике В.М. Воробейчикова ошибка измерений могла бы появиться только из-за неустойчивой работы термостатированной ячейки в диэлектрометре. В этом случае изменение интервала лаг-фазы будет линейно зависеть от температуры заборного воздуха, поступающего в гидрологическую лабораторию, где проводились измерения. Но так как температура воздуха к экватору повышается, а при удалении снижается, что представляет квадратичную функцию с координатами вершины $x_0 = \text{экватор}$, $y_0 = \sim 30^\circ\text{C}$, то «температурный артефакт» исключается. Время лаг-фазы в точках минимума на рис. 3б, как оказалось, тождественно времени лаг-фазы *E. coli* M-17 в момент центральной фазы полутеневого лунного затмения (~50 мин), проходившего 24 июня 2002 года. На рис. 4 (а, б) представлены распределения значений лаг-фазы во время солнечного кольцеобразного (10 июня 2002 года) и лунного полутеневого (24 июня 2002 года) затмений в Санкт-Петербурге. На рисунке видно выразительное и закономерное изменение интервала лаг-фазы от воздействия затмений в целом, как астрономического явления, так и частностях: глубокие минимумы лаг-фазы с точностью до минуты соответствуют моментам последовательности фаз. Неожиданным показателем является значение нуля лаг-фазы в центральной фазе солнечного затмения (мгновенный отклик бактерий!). В этой связи крайне важными для будущих исследований биологического старения и витаукта — процесса мобилизации важных приспособительных механизмов, противодействующих

старению, — являются наблюдения лаг-фазы во время солнечных и лунных затмений в экстремальных районах поля силы тяжести Земли.

Очевидно, что представленные результаты свидетельствуют о влиянии гравитационных факторов на все микроорганизмы. Но какими биофизическими или биохимическими способами осуществляется отклик микроорганизмов на слабые гравитационные изменения? По предположению автора микроорганизмы способны реагировать на гравитационные факторы посредством гипотетических *g-рецепторов* (*g* — ускорение свободного падения). Значение исследований в данном направлении особенно актуально в связи с развитием космических программ NASA, Роскосмоса, CNSA по освоению Луны и Марса. Сложно представить жизнь человека на Луне, где организму необходимо пройти стрессовую адаптацию к различным характеристикам космической среды и, главным образом, к полю тяжести и солнечным затмениям на Луне, превышающим в несколько раз по своей силе и продолжительности затмения на Земле. Еще сложнее представить адаптацию земных бактерий к полю тяжести Марса, у которого нет не только Луны и затмений, но также планетарной магнитосферы и атмосферы.

Изменения активности штамма *E. coli* M-17 во время прохождения солнечного и лунного затмений (рис. 4) превышают чувствительность современных гравиметров в тысячи раз. Поэтому измерения величины гравитационного поля, соизмеримые с суммарным воздействием Солнца и Луны, с помощью самых современных гравиметров априори исключаются. Для будущих исследований необходимы приборы, построенные на иных физических принципах. В 2001 году в отделе геофизики ААНИИ проводились эксперименты с детектором сверхслабых из-

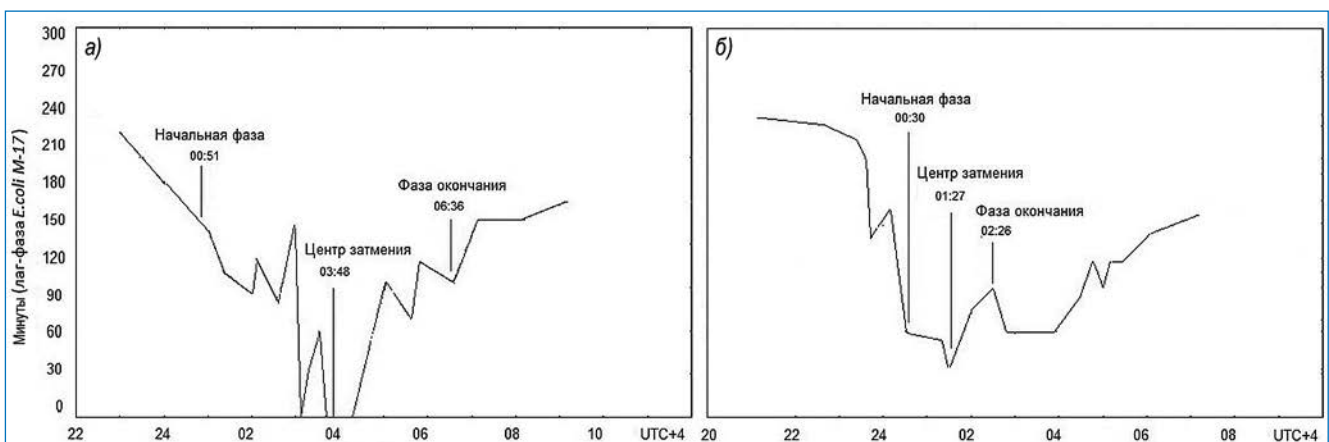


Рис. 4. Изменение лаг-фазы штамма *Escherichia coli* M-17 во время прохождения солнечного и лунного затмений (Санкт-Петербург): а) интервал солнечного кольцеобразного затмения 10 июня 2002 года. б) интервал полутеневого лунного затмения 24 июня.2002 года.

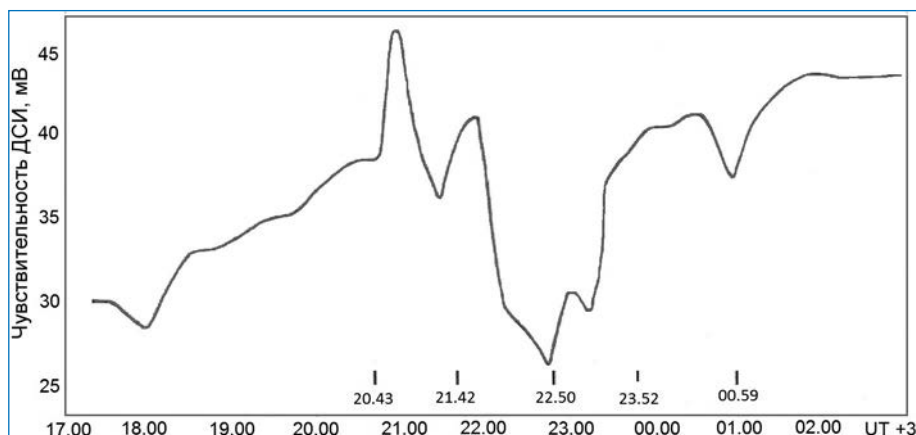


Рис. 5. Показания детектора сверхслабых излучений во время полного лунного затмения 9 января 2001 года (Санкт-Петербург)

лучений — ДСИ (патент № 2138984, Е.Г. Бондаренко, В.Н. Рыжевнин). Работу ДСИ определяет ряд физических явлений, таких как контактная разность потенциалов, двумерная система зоны контактов, полупроводниковые эффекты, контакт Джозефсона и др. Реакция ДСИ на внешнее воздействие проявляется в электрической проводимости, которая может изменяться медленно или скачком в зависимости от вида воздействия и режима

работы. Отмеченные характеристики обладают признаками нелинейности, а их суперпозиция приводит к значительному увеличению чувствительности. Именно избирательно высокая чувствительность ДСИ к внешним воздействиям была реализована при регистрации полного лунного затмения 09.01.2001 года, когда Луна находилась вблизи точки перигея орбиты (рис. 5).

С.Н. Шаповалов (АНИИ)

ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ (НА ПРИМЕРЕ КАРСКОГО МОРЯ)

В настоящее время одним из основных методов изучения гидрофизических полей водных акваторий как в интересах фундаментальных исследований, так и при решении хозяйственно-экономических проблем является постановка сети автономных буйковых станций (БС) в местах выполнения работ. В условиях арктических морей постановка БС производится в притопленном состоянии или на дне для защиты от воздействий ледяного покрова.

Сбор накопленной информации производится путем подъема БС на поверхность либо через гидроакустический (ГА) канал связи. Такую процедуру удобно проводить летом при отсутствии ледяного покрова, что усложняет процесс отслеживания динамики гидрофизических процессов и их прогнозирование.

В последние годы широкое применение находят универсальные автономные БС, регистрирующие весь комплекс параметров гидрологического режима контролируемой акватории включая течения и толщину льда. Несколько таких комплексов с универсальным доплеровским профилографом течений (ADCP) французской фирмы Teledyna HD Instrument установлены в придонном слое Карского и Лаптевых морей с целью

мониторинга в интересах хозяйственной деятельности. Измерители работают с годовым циклом накопления информации с объемом памяти до 16 Гб. Снятие информации производится один раз в год.

С целью развития данного способа организации мониторинга гидрофизических параметров целесообразно найти пути решения следующих задач:

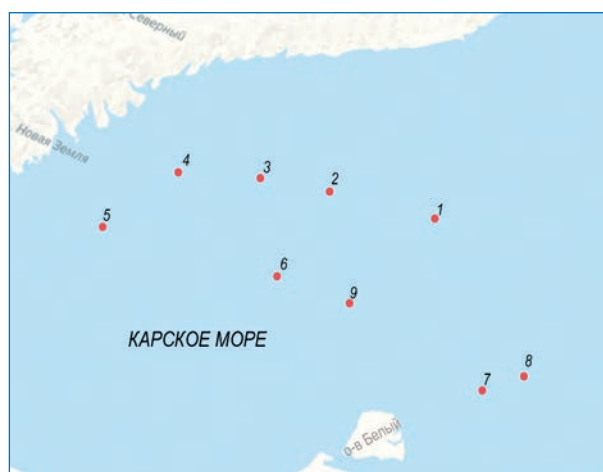
- снижение стоимости эксплуатации БС;
- уменьшение времени съема накопленных данных;
- получение дополнительных гидролого-акустических данных в районе размещения БС.

Возможны различные варианты решения перечисленных задач, такие как:

- организация гидроакустического канала связи с каждой БС;
- объединение всех БС подводным кабелем с выводом его на береговой пост;
- обход БС автономным необитаемым подводным аппаратом (АНПА).

Нами были произведены оценки возможности реализации предлагаемых вариантов мониторинга гидрофизического состояния вод центральной части Карского моря с использованием установленной в нем системы из 9 БС (рис. 1).

Рис. 1. Размещение буйковых станций в Карском море



Большой опыт, накопленный специалистами Камчатского гидрофизического института (КГФИ) по разработке и эксплуатации гидроакустических систем двойного применения и звукоподводной связи, может быть успешно использован для решения задач долговременного мониторинга с использованием системы скоростной передачи цифровой информации по ГА каналам связи между БС и организацией на одной из них микропроцессорного измерительно-управляющего модуля и гидроакустического приемопередатчика с накопителем данных.

Эта головная БС должна быть расположена в наиболее благоприятном с точки зрения условий распространения звука месте акватории и управлять всей системой БС, собирая с них и накапливая информацию с заданной дискретностью и периодичностью.

В таком случае задачей экспедиционного судна будет посещение места расположения этой головной БС и снятие необходимой информации с заданной периодичностью в любое время года. Однако при таком подходе останется нерешенной вторая половина задачи — восстановление энергетического запаса источников питания БС.

Организация каналов связи с необходимой пропускной способностью между БС в условиях мелководного Карского моря, с учетом расстояний между БС, является проблематичной, что подтверждают расчеты условий распространения звука на трассах между каждым из буев и буюм № 6, который был принят за головной. Просчитаны энергетические потребности осуществления ГА связи.

Расчет потерь на распространение (ПР) ГА сигналов для ненаправленных излучающей и приемной антенн

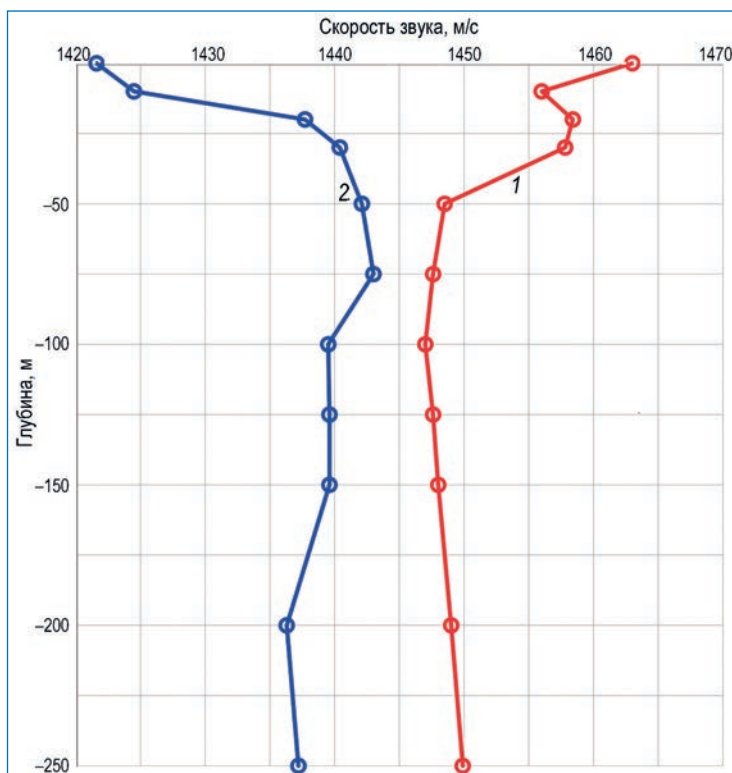


Рис. 2. Вертикальные разрезы скорости звука для августа и ноября:
1 – август, 2 – ноябрь

в Карском море проводился для значений частоты источника звука f : 100 Гц, 200 Гц, 400 Гц и 800 Гц.

Для оценки коэффициента затухания звука в Карском море на частотах 0,3–4 кГц используется эмпирическое соотношение применительно к мелкому морю: $\beta = 0,5f^{0,9}$ (дБ/км, при f в кГц).

Гидрологические данные по вертикальным профилям скорости звука в воде взяты из материалов, опубликованных в интернете Центром океанографических данных (National Oceanographic Data Center, NODC). Расчеты проводились для летних (август) и осенних (ноябрь) гидрологических условий.

На рис. 2 представлены соответствующие вертикальные разрезы скорости звука (ВРСЗ) в воде.

Рассмотрен рельеф дна вдоль трасс, соединяющих точку «6» с точками «1», «5» и «8» (рис. 3). Из трех рассмотренных — трасса «5–6» является предпочтительной с точки зрения минимизации потерь на распространение ГА сигналов. Большие потери вдоль остальных трасс необходимо будет компенсировать установкой промежуточных ретрансляторов или несколько изменить местоположение БС опытным путем.

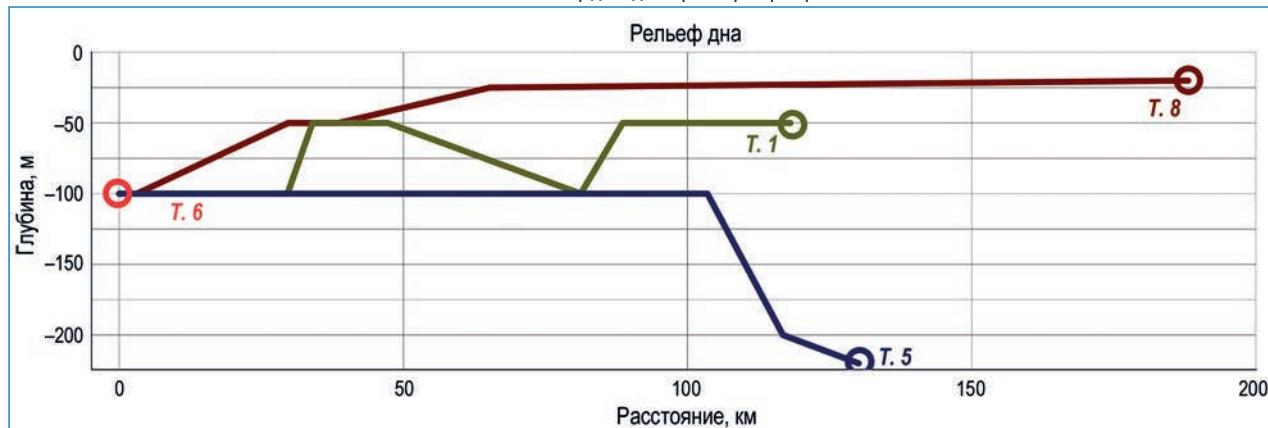
На трассах «1–6» и «8–6» ПР будут больше.

Расчеты ПР были проведены вдоль акустической трассы, соединяющей точки «5» и «6». Расстояние между точками составляло 130 км.

На рис. 4 представлены результаты расчетов ПР для летних и осенних гидрологических условий вдоль трассы «5–6».

Из рассмотрения рис. 4 видно, что потери на распространение сигнала в летних гидрологических условиях существенно превышают ПР для осенних условий. Объяснение этого заключается в том, что главный вклад в ПР

Рис. 3. Рельеф дна вдоль трассы распространения «5–6»



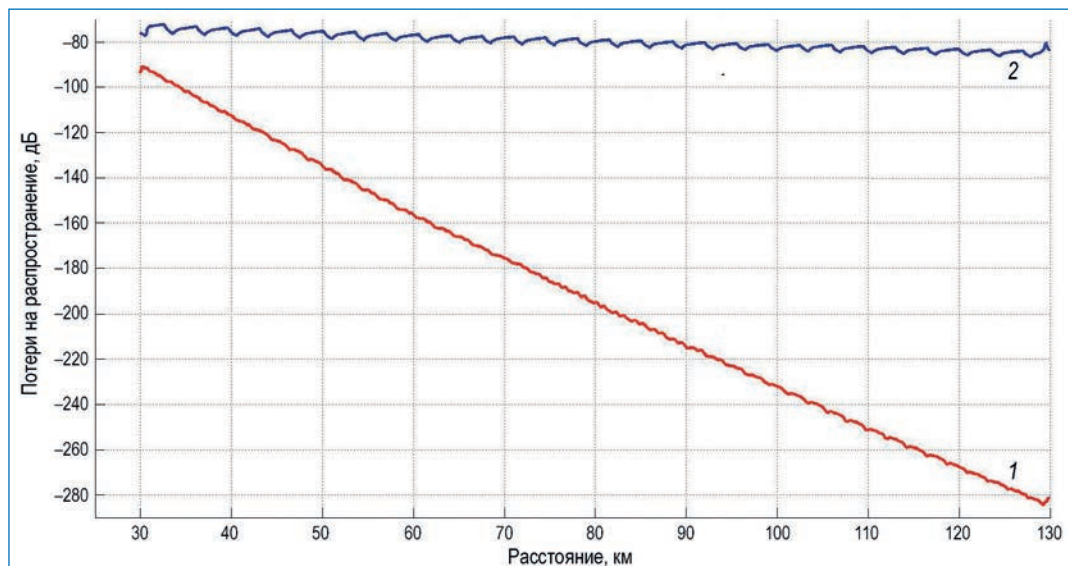


Рис. 4. ПР вдоль трассы «5–6» для летних (август) и осенних (ноябрь) гидрологических условий. Трасса 5, точка 6, частота 100 Гц, глубина излучателя 61 м, глубина приемника 61 м, ширина окна скользящего усреднения 2,55 км.

вносят отражения звуковых лучей от донной поверхности. В августе звуковые лучи отклоняются в сторону дна и больше взаимодействуют с донной поверхностью, нежели в ноябре, когда лучи отклоняются в сторону поверхности моря.

Результаты ГА расчетов показывают, что с точки зрения распространения звука в данном конкретном районе (акватории), принимая во внимание рассмотренный диапазон частот (повышение рабочей частоты только усугубит ситуацию с ПР), следует рассчитывать, в лучшем случае, на рабочую полосу около 100 Гц (~25 % от центральной частоты диапазона), что обусловит практически возможный на сегодняшний день предел скорости передачи данных 5 бит/с при 0,05 бит/Гц полосы. При такой скорости и круглосуточной работе за один год можно передать около 4 Мбайт, что на несколько порядков меньше требуемого объема. Учитывая также то обстоятельство, что для работы на излучение требуется некоторое количество энергии и существенная доработка БС с добавлением габаритных излучателей (т. е. >1 м на частоте 100 Гц), — организация ГА канала связи между БС для решения задачи в описанных условиях Карского моря представляется нецелесообразной.

Объединение всех БС подводным оптоволоконным кабелем с выводом его на береговой пост решает задачу передачи данных с высокой скоростью и в любых объемах в реальном масштабе времени. При применении кабеля с медной жилой решается также проблема энергоснабжения БС. БС могут быть объединены кабелем последовательно, звездообразно или комбинированным способом. Данный вариант организации мониторинга технически реализуем, но при этом имеет ряд существенных недостатков, главный из которых: стоимость кабеля для указанной магистрали около 350 тыс. руб/км (медная жила с активным сопротивлением не менее 1 Ом/км, кабель грузонесущий с броневым покрытием), т. е. $>0,3$ миллиарда рублей для всей магистрали.

Автономные необитаемые подводные аппараты являются одним из наиболее перспективных средств изучения и освоения Мирового океана.

Активная разработка АНПА ведется в нескольких десятках стран. Мировыми лидерами в создании АНПА являются США, Канада, Норвегия, Франция, Великобритания, Япония. Ежегодно в мире создается немногим менее сотни новых АНПА (см. рис. 5).

Учитывая тенденции развития АНПА, целесообразно проанализировать возможность их применения для решения рассматриваемой задачи.

Модель применения АНПА в нашем случае может выглядеть следующим образом. АНПА доставляется в район расположения поля БС, и для него формируется маршрутное задание. В конечной точке маршрута должны находиться средства приведения (акустический маяк) и судно сопровождения, которое поднимет АНПА на борт.

БС оборудуются маяками-ответчиками (МО), работающими по запросу и являющимися опорными навигационными точками по маршруту следования АНПА.

АНПА с запрограммированным маршрутным заданием спускается на воду и начинает обход БС. Во время движения по маршруту система управления АНПА рассчитывает момент времени вхождения в зону действия МО очередной БС и излучает сигнал запроса МО. Получив ответ, АНПА пеленгует МО и движется в точку установки БС.

При сближении с БС АНПА должен решить несколько задач:

- считать с БС накопленную информацию;
- подзарядить источник энергии БС (например, аккумуляторную батарею);
- перепрограммировать, при необходимости, вычислительные средства БС.

Для решения перечисленных задач рядом с БС должно быть установлено донное причальное устройство (ДПУ), обеспечивающее информационный и энергетический обмен АНПА с БС контактным или бесконтактным способом. АНПА при сближении с БС должен причалить к ДПУ для обмена данными с БС и возобновления запаса энергии БС. При этом, руководствуясь знанием географических координат БС, которые были заданы при программировании маршрутного задания, АНПА обнуляет погрешность, накопленную навигационной подсистемой.

После завершения работы с данным БС АНПА отстыковывается от него и следует к очередной БС.

Перечисленным требованиям удовлетворяют АНПА тяжелого класса, имеющие на борту довольно большой запас энергии и, следовательно, внушительные габариты, см. таблицу.

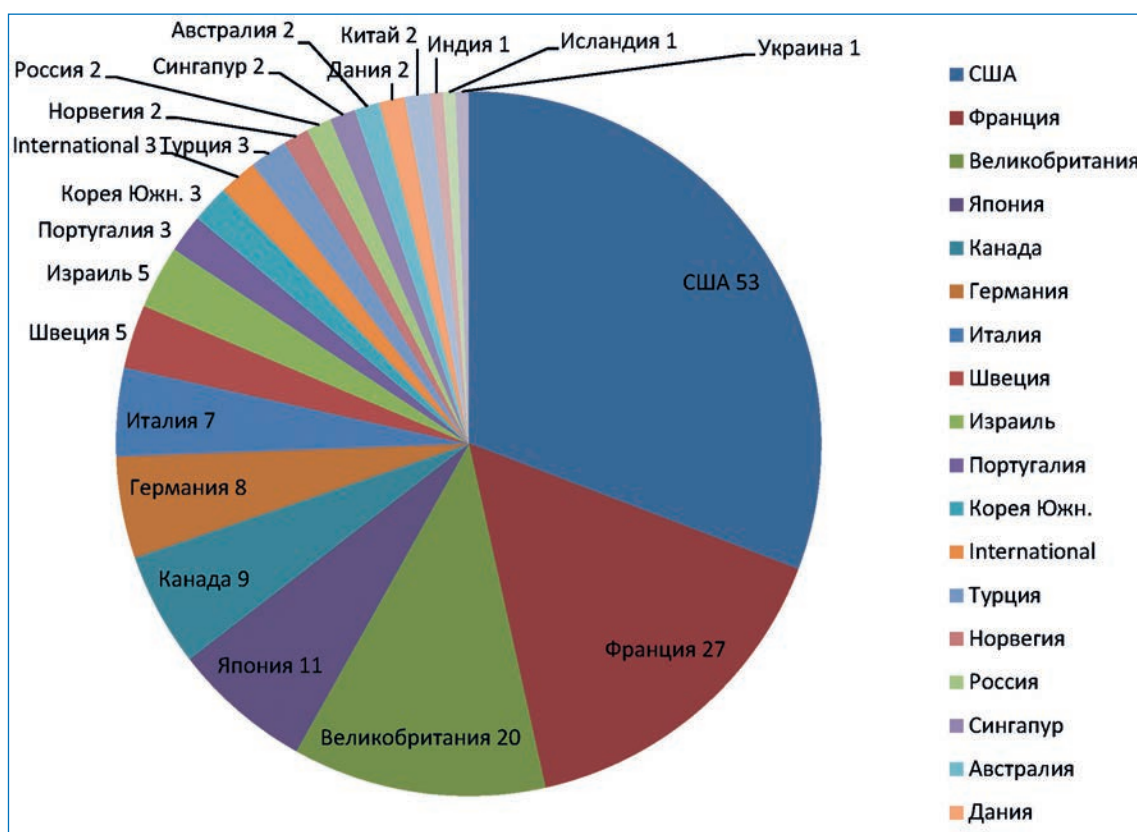


Рис. 5. Количество типов АНПА, разработанных в разных странах. По данным "Jane's Unmanned Maritime Vehicles 2017–2018"

Технические характеристики АНПА тяжелого класса

Разработчик	Название АНПА	Вес, кг	Скорость, узлы	Автономность, ч
National Oceanography centre	AutoSub-3	2300	4	150
ASV Global	C-Enduro	500	7	2196
ASV Global	C-Worker 6	500	6,5	240
Boeing	Echo Ranger	4853	6	150

Возможно также применение АНПА с меньшей автономностью, аналогичных «Клавесин 1Р» или «ММТ-3000» ИПМТ ДВО РАН, но при этом должно быть оборудовано промежуточное ДГУ для пополнения энергии АНПА.

АНПА могут быть оборудованы специализированным оборудованием для проведения дополнительных исследований во время следования по маршруту в соответствии с заданием.

В результате рассмотрения способов организации мониторинга гидрофизических параметров арктических морей очевидно, что самым перспективным для Карского моря является способ с применением АНПА, обладающий следующими преимуществами:

- выполняет задачу без постоянного сопровождения судна обеспечения;
- позволяет обслуживать поле БС в условиях ледовой обстановки неоднократно в течение года;

– во время обслуживания с БС обеспечивает проведение цикла дополнительных измерений по маршруту следования;

– может применяться для обслуживания поля БС, установленных в разных районах;

– обеспечивает решение дополнительных задач в произвольных районах (профилографирование, картографирование, батиметрия, измерение ВРСЗ и пр.).

Системы с применением АНПА могут быть созданы и в других морях Заполярья, в том числе на трассах транспортировки нефти и газа, где особенно важен мониторинг и прогноз гидрофизической обстановки.

В морях с глубинами более 200 м реально создание ГА каналов связи между БС с центральным измерительно-управляющим модулем.

Рис. 6. АНПА AutoSub



*В.О. Гравин
(ОАО Камчатский гидрофизический институт),
И.К. Попов
(АНИИ)*

ОБСЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЙОНА СТАНЦИИ ПРОГРЕСС: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ 2017–2021 ГОДОВ

Российская антарктическая станция Прогресс, расположенная в пределах оазиса Холмы Ларсеманн (Восточная Антарктида), является как крупной научной базой, обеспечивая реализацию множества круглогодичных и сезонных исследовательских программ, так и важнейшим логистическим пунктом Российской Федерации в этом секторе Антарктики. В частности, это ключевое звено в цепи снабжения внутриконтинентальной станции Восток. Объем транспортных операций в этом районе, и без того значительный, в ближайшие годы возрастет до беспрецедентных значений благодаря мероприятиям, связанным с возведением на станции Восток нового зимовочного комплекса, в рамках которых в глубь материка необходимо будет доставить санно-гусеничными походами не только модули нового здания, но и строительную технику, топливо, сопутствующие вспомогательные грузы. Важным аспектом своевременного выполнения сложнейших логистических задач за короткий период антарктического лета является обеспечение безопасности транспортных операций. Район станции Прогресс можно в целом считать сравнительно благоприятным с точки зрения природных источников угроз: так, здесь неизвестны зоны пугающе крупных трещин, по ширине значительно превосходящих корпус гусеничного тягача и представляющих серьезные риски для жизни участников походов, которыми, к примеру, печально известна станция Мирный. Однако, учитывая уровень сложности, ответственности и интенсивности грузовых и транспортных операций, выполняющихся в этом районе, нельзя недооценивать и менее катастрофические объекты: ведь любая незапланированная задержка, влекущая за собой отклонение от графика работ, может привести к срыву последующих мероприятий.

Среди объектов, представляющих риски для безаварийного выполнения транспортных операций, можно в первую очередь назвать ледниковые трещины — даже те из них, ширина которых у поверхности достигает не десятков метров, а всего 1–1,5 м, во-первых, способны привести к инцидентам, нарушающим график работ, а во-вторых, остаются чрезвычайно опасными для пешего перемещения по леднику. Помимо трещин, в целом типичных для большей части ледников, оазис Холмы Ларсеманн характеризуется и другим, достаточно специфическим источником природных угроз — это широкий спектр опасных гидрологических объектов и явлений. К ним относятся скрытые внутрiledниковые водоемы, временные сезонные водотоки, а также озера, для которых характерны периодические прорывные паводки (*исл. jokullaups*). Они сопровождаются выработкой

в теле плотины, подпруживающей водоем, канала стока и стремительной разгрузкой водных масс. Опасность в этом случае представляет как разрушительная сила потока, так и формирование в ледниках и снежниках скрытых каналов стока, зачастую незаметных с поверхности. Кроме того, при прорывах внутрiledниковых водоемов не исключена последующая просадка целых участков ледника — яркий пример такого явления наблюдался в январе 2017 года, когда за считанные часы в леднике Долк образовался обширный провал, разрушивший участок интенсивно эксплуатируемой трассы (рис. 1).

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

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

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

2) долгосрочный мониторинг, необходимый для установления основных тенденций жизненного цикла и объяснения закономерностей и механизмов развития опасных явлений. Так, в рамках программы с 2017 года выполняется ежегодный гидрологический монито-

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



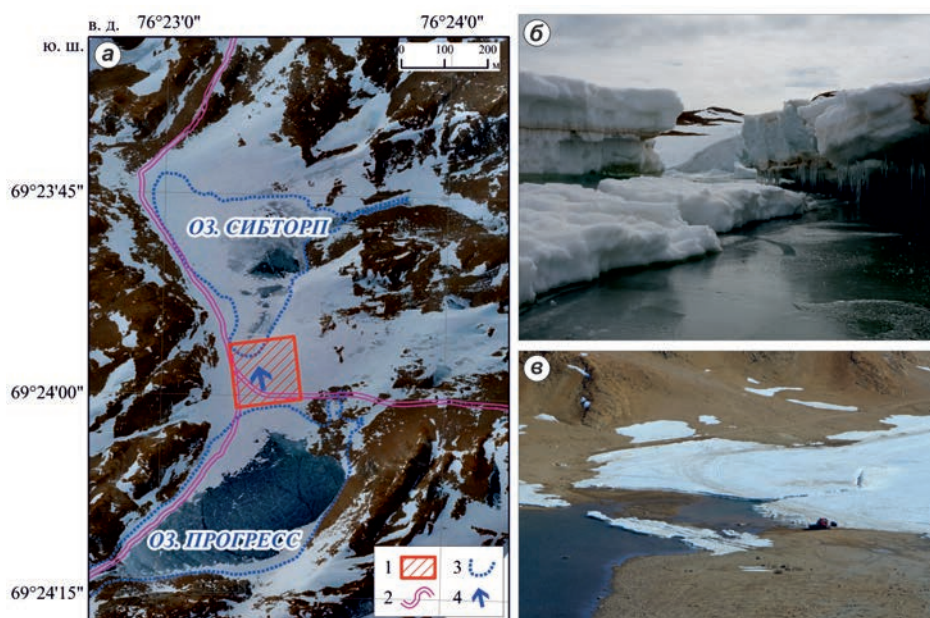


Рис. 2. Участок работ в районе озера Прогресс:

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

ринг прорывоопасных озер полуострова Брокнес. Часть из них расположена вблизи объектов инфраструктуры Российской антарктической экспедиции, представляя в общем случае угрозу для выполнения логистических операций, и постоянные наблюдения на таких озерах необходимы для исключения аварийных ситуаций. Некоторые озера расположены на удалении от участков, где интенсивно ведутся транспортные работы, тем не менее наблюдения на них позволяют комплексно подойти к изучению процессов прорывных паводков в целом, получать ряды данных, необходимых для разработки и верификации математических моделей, чтобы в будущем перейти к задачам прогнозирования.

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

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

- мониторинг уровня водной поверхности озера Прогресс и сопоставление его с уровнями, при которых наблюдались паводки ранее;
- изучение внутреннего строения плотины, подпруживающей озеро;
- выявление изменений, происходящих в теле снежно-ледяной плотины по мере развития паводка;
- фотофиксация изменений, наблюдаемых в пределах участка.

По результатам работ было установлено, что канал, формирующийся при прорыве озера, ежегодно образуется на одном и том же месте, а его положение обу-

словлено внутренним строением перемычки: в рельефе скальных пород и ледяной толщи в пределах дамбы наблюдается линейный прогиб, по которому и происходит преимущественный переток озерных вод. Как показали мониторинговые геофизические съемки, активная фаза паводка предваряется длительной фильтрацией через толщу снега, заполняющую прогиб и являющуюся наиболее проницаемой средой, при этом фильтрация начинается как минимум за две недели до прорыва, а метод георадиолокации позволяет не только достоверно устанавливать сам факт обводненности плотины, но и качественно оценивать постепенное повышение этого параметра. Совместный анализ геофизических материалов и данных об изменении уровня водной поверхности озера, интерпретируемых в контексте многолетних наблюдений, позволяет оценивать вероятность развития паводка. Таким образом, мы получаем возможность своевременно приостановить транспортные операции на данном участке непосредственно перед прорывом. Полученные результаты, кроме того, имеют и методическое значение — так, установив основные геолого-гляциологические особенности плотин, способствующих развитию паводков, и геофизические признаки формирующегося водного потока, мы можем учитывать их при оценке безопасности новых логистических объектов.

Пример, показанный выше, наглядно иллюстрирует комплексный подход, применяемый при обследовании опасных гидрологических объектов — основных источников рисков при работах в пределах оазиса и вблизи него. При удалении на ледниковый купол большую угрозу представляют зоны трещин, и работы, связанные с их картированием и оценкой соответствующих рисков, также неизменно входят в состав мероприятий, выполняющихся согласно программе. Основным методом полевых изысканий в этом случае является метод георадиолокации, позволяющий установить координаты трещин в пределах изучаемого участка; для повышения качества и достоверности интерпретации георадарных данных также используются гляциологические методы, аэрофотосъемка, а при возможности — визуальные на-

блюдения. Результатом полного комплекса исследований в этом случае является схема расположения трещин в пределах изученного участка, оценка степени их опасности для выполнения транспортных операций и рекомендации к мониторинговым мероприятиям.

К настоящему моменту все логистические объекты, расположенные на ледниковом куполе в районе станции Прогресс, прошли как минимум рекогносцировочное

обследование, позволяющее дать принципиальное заключение о возможности безопасного выполнения работ, и в ближайший полевой сезон на всех из них планируется завершить полный цикл изысканий.

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

НАХОДКА ПОМОРСКОГО ШИТОГО СУДНА НА СЕВЕРЕ АРХИПЕЛАГА НОВАЯ ЗЕМЛЯ

История освоения русскими мореплавателями арктических морей и архипелагов насчитывает многие века. Вопрос о времени, с которого можно отсчитывать начало поморского освоения Арктики, остается дискуссионным. Но можно с уверенностью говорить, что архипелаг Новая Земля являлся одним из важных регионов промысловой деятельности поморов (Ясински М.Э., Овсянников О.В. Пустозерск. Русский город в Арктике. СПб.: Петербургское востоковедение, 2003. С. 256). Свидетельства иностранных мореплавателей второй половины XVI века повествуют о поморах, которые знали морской путь к Новой Земле и хорошо освоили его. В дневниках Геррита Де-Фера, участвовавшего в экспедиции Виллема Баренца, рассказано о крестах поморов, которые они встречали на берегах Новой Земли (Саватюгин Л.М. Архипелаг Новая Земля: история, имена и названия. М.: Изд-во «Паулсен», 2017. С. 39–59).

Островное положение Новой Земли подразумевает, что освоение архипелага происходило по морю. Из литературы и публикаций в интернете известны несколько судов, которые сохранились на Новой Земле до сегодняшнего дня. Так, на гидрометеорологической станции в Малых Кармакулах находятся остатки деревянного судна типа «Кавасаки» и деревянный катер, которые можно датировать первой половиной XX века. В становище Архангельское на острове Личутина сохранились деревянный катер и небольшой карбас того же периода. На мысе Желания есть три деревянные лодки типа «Дора» второй половины XX века и одна шестивесельная спасательная шлюпка 1956 года. Однако все это относительно новые суда, которые обслуживали полярные станции или промысловые становища в XX веке. К сожалению, до последнего времени суда эпохи поморского освоения Новой Земли известны не были.

С 2011 года северная часть архипелага Новая Земля вошла в состав национального парка «Русская Арктика». В задачи сотрудников национального парка, помимо сохранения биоразнообразия архипелага, входит сохранение и изучение историко-культурного наследия территории. Для этого ежегодно проводится мониторинг состояния известных исторических объектов и выявление новых.

В ходе полевых экспедиционных работ в 2016 году сотрудники ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика» посетили остров Восточный архипелага Большие Оранские острова (рис. 1), который расположен у северной оконечности Новой Земли. Здесь были обнаружены фрагменты неизвестного судна. В литературе информации об этом судне найти не удалось. Однако Д.Ф. Кравченко в отчете об археологических работах в 1979 году на севере Новой Земли упоминает «разрушенную небольшую часть парусника XIX века», которую

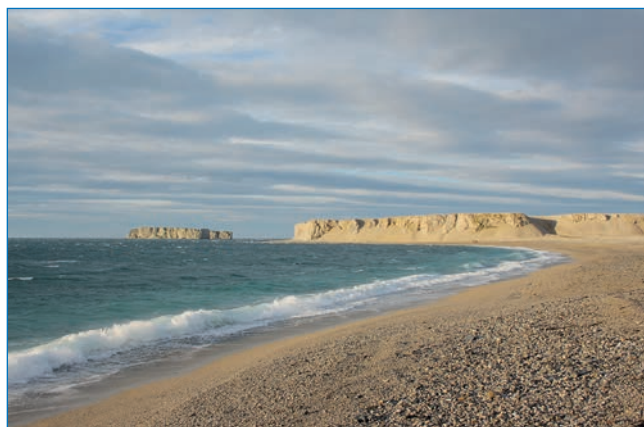


Рис. 1. Большие Оранские острова



Рис. 2. Общий вид останков шитого судна



Рис. 3. Киль шитого судна, выполненный из одного ствола дерева



Рис. 4. Один из шпангоутов шитого судна



Рис. 5. Кница штевня



Рис. 6. Доски обшивки бортов. Видны «вицы» и следы обработки топором



Рис. 7. Фрагмент шитого судна. Заметны следы рубки топором

его экспедиция обнаружила во время разведки на Больших Оранских островах (Кравченко Д.Ф. Отчет Арктической комплексной поисково-исторической экспедиции. М., 1983. Фонд Архангельского краеведческого музея. Оп. 3. Д. 232. С. 129).

Скопление фрагментов судна (рис. 2) расположено в центральной части острова у юго-восточного склона плато, примерно в 150 м к северу от южного берега и в 230 м к западу от восточного берега острова, в точке с координатами 77° 02' 36,9" с. ш., 67°45' 25,4" в. д.

Сотрудниками национального парка «Русская Арктика» были проведены первичное обследование руин судна и их фотофиксация. Самым большим обнаруженным фрагментом является киль судна длиной около 5 м. Вокруг него находятся восемь фрагментов шпангоутов различных габаритов, два штевня, две кницы штевней, два бортовых пояса с привальными брусьями и многочисленные фрагменты досок обшивки бортов. Все детали имеют следы значительного выветривания древесины и загрязнения. На некоторых фрагментах — наросты лишайников и мхов.

Киль судна широкий и плоский, выполнен из единого ствола дерева (рис. 3). На концах имеет небольшой загиб кверху. В киле сохранились несколько нагелей для крепления шпангоутов. По отверстиям для нагелей в киле можно определить места расположения семи шпангоутов.

Штевни, как и шпангоуты, выполнены из комля. На шпангоутах хорошо читаются царапины, которые были нанесены на них острым предметом. Царапины совпадают со «ступеньками» — выборками для прилегания досок борта, сшитых внахлест (рис. 4).

На изогнутых кницах штевней выполнены прямые накладные замки крепления (рис. 5). Одна из книц имеет сквозное отверстие.

Борта судна сшиты из тесаных досок внахлест. Доски обшивки бортов связаны между собой и прикреплены к элементам набора с помощью деревянных жгутов — «вицы» (рис. 6), которая, как нитка, продевалась через отверстия в досках и скрепляла их. Все детали судна, в том числе и доски обшивки, имеют следы рубки топором, то есть были выполнены без пиления (рис. 7).

Сохранились верхние части штевней. Судя по их форме, они были изогнутыми, с небольшим завалом наружу (рис. 8).

Судя по расположению деталей, судно лежало дном вверх. Доски набора бортов, скорее всего, еще сохраняли упругость. Со временем они разорвали обветшавшие «вицы», которыми были скреплены между собой и к набору судна. Поэтому судно рассыпалось «по швам».

В центральной части киля и на некоторых шпангоутах сохранились следы воздействия огня. Возможно, еще в то время, когда судно было целым, внутри него развели костер, который повредил детали лодки, но не уничтожил ее целиком. Уже после этого судно было перевернуто днищем кверху. В этом положении оно и разрушилось.

В целом технология производства судна, обнаруженного на Оранских островах, архаичная. Суда аналогичной конструкции были найдены на месте расположения Мангазеи (Визгалов Г.П., Пархимович С.Г. Мангазея: новые археологические исследования (материалы 2001–2004 гг.). Екатеринбург; Нефтеюганск: Изд-во «Магеллан», 2008. С. 37) или на берегу Северной Двины (Ясински М.Э., Овсянников О.В. Взгляд на Европейскую Арктику. Архангельский Север: проблемы и источники. Т. 1. СПб.: Петербургское востоковедение,



Рис. 8. Штевень судна



Рис. 9. Следы огня на киле судна

1998. С. 358). Можно найти общие черты в конструкции кили и технологии крепления. Но формы штевней и наличие привального бруса говорят о более современной конструкции судна. Возможно, это небольшое парусно-гребное судно, более всего похожее по конструкции и габаритам на поморский карбас.

Сложно уверенно датировать судно, найденное на Больших Оранских островах. Для точной датировки необходимы консультация со специалистами и проведение дендрохронологического исследования.

Изучение поморского шитого судна на Больших Оранских островах может дать новую информацию о конструкции поморских судов и технологиях поморского традиционного судостроения. Также обследование

территории вокруг судна может расширить представления об ареале промысловой деятельности поморов.

Хорошо изучены поморские суда на Шпицбергене (Хохоровски Я., Крапец М. Структура и хронология поморского промысла в южной части Шпицбергена // Культура русских в археологических исследованиях. Омск: Издательский дом «Наука», 2017. С. 189, 194.), который расположен севернее Новой Земли. Однако можно сделать предположение, что поморское судно, обнаруженное на Оранских островах, является самым северным из известных на территории Российской Федерации.

Е.О. Ермолов

(Национальный парк «Русская Арктика»).

Фото автора

ИТОГИ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ СЕВЕРНОГО ФЛОТА И РГО «АРХИПЕЛАГИ АРКТИКИ – 2020»

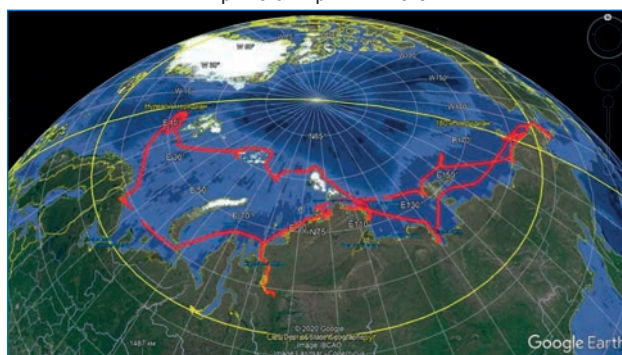
5 августа — 23 октября 2020 года состоялась комплексная экспедиция Северного флота и Русского географического общества, которая провела исследования по Северному морскому пути, пройдя по нему в оба конца с заходом в Чукотское море на востоке и в Гренландское море на западе. Участники экспедиции прошли 11528 миль, побывали в восьми морях трех океанов, совершили 33 высадки. В задачи экспедиции входили поиск и мониторинг состояния объектов культурного наследия, исследования сейсмических и тектонических процессов, наблюдения за животным миром, гидрографические исследования. Как и в предыдущие годы, экспедиция прошла в рамках единого историко-культурного проекта Северного флота и РГО «Главный фасад России. История, события, люди».

Экспедиция проведена на ледоколе «Илья Муромец» в составе отряда боевых кораблей Северного флота под командованием вице-адмирала Олега Голубева по маршруту Североморск — пролив Карские Ворота — полуостров Таймыр

и прилегающие архипелаги — Чукотский полуостров — остров Врангеля — Новосибирские острова — Северная Земля — Земля Франца-Иосифа — Североморск. В состав экспедиционного отряда вошли представители Северного флота, поисковая группа РГО, военные гидрографы, сотрудники Арктического музейно-выставочного центра, Института физики Земли РАН, Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН, Института проблем экологии и эволюции РАН, съемочная медиагруппа РГО.

В рамках географических исследований выполнено 16000 км съемки рельефа дна способом маршрутного промера, осмотрены с моря на берегу 30 геодезических пунктов и навигационных знаков, обнаружено затонувшее судно, предположительно ледокольный транспорт «Вайгач», подтверждено и обследовано место гибели парохода «Челюскин». Всего за время экспедиции выполнены 33 разовые дрейфовые океанографические станции и 2 многоразовые дрейфо-

Маршрут экспедиции Северного флота и РГО
«Архипелаги Арктики – 2020»



вые океанографические станции, подготовлена корректура в лоции Баренцева и Карского морей, а также корректура двух навигационных морских карт.

В ходе экспедиции ледокол «Илья Муромец» в первой половине октября обогнул с севера Новосибирские острова, Северную Землю и Землю Франца-Иосифа. При этом на всем протяжении маршрута во всех посещенных районах полностью отсутствовал морской лед. Фиксировались достаточно высокие температуры (до +20 °С в районе мыса Ефремов Камень, Западный Таймыр, 19.08.2020). По наблюдениям от 08.10.2020, с ледника на мысе Арктический, Северная Земля, стекает ручей.

Анализ топокарт и космоснимков мыса Арктического о. Комсомолец, Северная Земля, показывает уменьшение размеров ледника и постепенное образование пролива между ледником и основным массивом о. Комсомолец.

Исследования объектов историко-культурного наследия

Объекты культурного наследия (далее — ОКН) являются свидетельствами истории освоения Арктики, ее исторической принадлежности. ОКН и работа по их сохранению — это наглядная и убедительная основа доказательной базы приоритета России в освоении арктических островов, архипелагов и побережья — особенно при рассмотрении международно-правовых вопросов.

В ходе экспедиции во время высадок на побережье производились фиксация и мониторинг ОКН, составление фотопланов с помощью БПЛА и обмеры объектов в соответствии с методикой, разработанной Морской арктической комплексной экспедицией (МАКЭ) Института Наследия под начальством П.В. Боярского.

Произведено обследование объектов на Западном Таймыре: в районе мыса Ефремов Камень (устье Енисея), Диксона, о. Песцовый, о. Вардроппер, о. Попова-Чухчина, мыса Стерлегова, мыса Михайлова, мыса Русановцев, о. Геркулес, мыса Вильда, о. Белуха, о. Правды, о. Нансена, о. Наблюдений, мыса Могильный, о. Фирнлея, Гафнер-Фьорда, мыса Медвежий Яр, о. Бэра, п-ова Марии Прончищевой, а также на Восточном Таймыре: о. Фаддея Северный, залива Симса; на Новосибирских о-вах: залив Нерпалах, о. Котельный; на Северной Земле — мыса Арктический.

Отметим наиболее важные объекты. Примерно в 40 км южнее Диксона около мыса Ефремов Камень проведены работы по поиску затонувшего в 1918 году ледокольного транспорта «Вайгач» — легендарного судна Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана (ГЭСЛО), которая в 1910–1915 годах впервые провела систематическое изучение трассы Северного морского пути. В ходе обследования гидролокатором бокового обзора обнаружен объект, совпадающий по габаритам с л/п «Вайгач», с севера от подводной скалы «Вайгач» на глубинах от 19 до 27 м. С помощью подводного опускаемого аппарата был произведен осмотр объекта, в ходе которого выявлены многочисленные металлические детали, в т. ч. с применением клепки. Для подтверждения находки требуется водолазный осмотр.

В материковом поселке Диксон произведен осмотр сохранившихся объектов, среди которых особого внимания заслуживает здание морского порта 1939 года постройки. Здание уникальное по своей истории и хорошо узнаваемое по архитектуре. Это символ поселка и символ истории мореплавания по трассе Северного морского пути. Объект в крайне запущенном состоянии, не является памятником культурного наследия и может



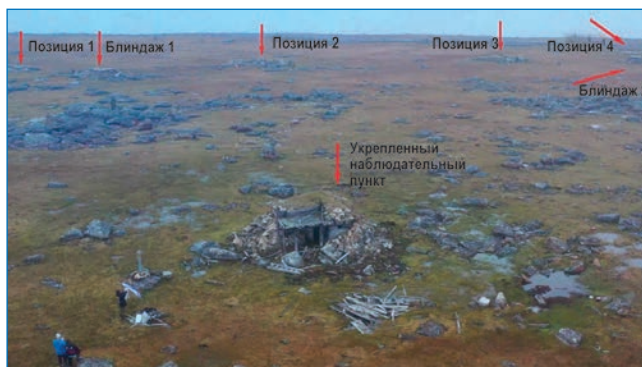
Здание администрации морского порта Диксон, 1939 год.
Фото П.А. Филина



Фотоплан расположения остатков артиллерийской батареи № 264 на мысе Михайлова. Фото М.В. Ляменкова, схема П.А. Филина



Схема расположения объектов артиллерийской батареи № 265 на о. Нансена. Схема П.А. Филина



Расположение объектов артиллерийской батареи № 265 на о. Нансена.
Фото Р.А. Жосткова, схема П.А. Филина

быть утрачен. Очень важно не допустить такого развития событий и найти возможности для его сохранения.

В островном поселке Диксон произведены обмеры и описания первого дома Диксона, который был построен в 1915 году. Здание заброшено, окна и двери выбиты. Крайне важно найти возможности для его сохранения.

Мыс Михайлова, Западный Таймыр. Впервые произведено подробное описание и составление фотопланов артиллерийской батареи № 264, которую разворачивали на мысу в 1943 году. Зафиксированы остатки боевых ячеек и наблюдательного пункта. Судя по отсутствию бытовых предметов, данная батарея либо действовала очень краткий период, либо не была полностью развернута.

Остров Нансена. Впервые произведено детальное обследование артиллерийской батареи № 265, которая была создана на северо-восточном мысу острова в 1943 году. Зафиксированы остатки боевых ячеек, полужемлянок, наблюдательного пункта, ящиков для боеприпасов, замаскированных крупными камнями. В 400 м южнее батареи зафиксированы остатки деревянных построек для проживания строителей и гарнизона.

Обследование острова Фаддея и залива Симса, Восточный Таймыр. В 1940-х годах здесь были обнаружены остатки экспедиции русских мореходов XVII века, включая большой клад монет, навигационные инструменты, украшения, предметы вооружения и др. В 1945 году Арктическим научно-исследовательским институтом были произведены раскопки под руководством А.П. Окладникова, которые дали уникальный материал об одной из первых русских экспедиций на севере Таймыра.

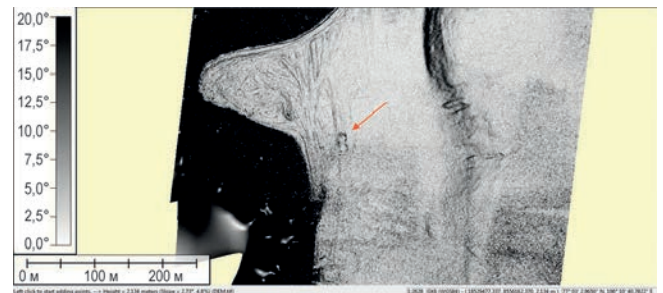
В ходе обследования острова Фаддея в 2020 году по привязкам, указанным А.П. Окладниковым, остатки раскопа найти не удалось. Из-за ограниченного времени на поиски нам не удалось осмотреть все перспективные мысы, возможно, объект располагался в другом месте. Тем не менее в плавнике были обнаружены небольшие фрагменты шитой лодки и перо руля. Находки предположительно можно отнести к XVII веку.

В заливе Симса, который не посещался исследователями культурного наследия с 1945 года, были выявлены следы избы, на поверхности обнаружено девять монет XVI–XVII веков, топор и заготовки нартов. Наличие холма свидетельствует о том, что объект планомерно не был раскопан. Сохранились лишь следы выборки из центра бывшей избышки, а находки предметов в 2020 году были сделаны на внешнем склоне холма. По всей видимости, А.П. Окладников, ограниченный во времени для обследования избы, произвел лишь поверхностный осмотр. Основным выводом заключается в том, что район залива Симса обладает большим научным потенциалом для дальнейшего исследования и, возможно, хранит ответы на неразгаданные вопросы — с запада или с востока двигалась экспедиция, как взаимосвязаны между собой находки в заливе Симса и на о. Фаддея. Учитывая национальную значимость данного объекта как свидетельства выдающихся отечественных географических открытий XVII века в Арктике, крайне важно организовать и провести специализированные археологические работы, установить памятные знаки.

В Восточно-Сибирском море с помощью гидролокатора бокового обзора и подводного дрона было произведено обследование затонувшего в 1934 году парохода «Челюскин». С помощью лоатора удалось построить трехмерную модель судна, которое лежит на ровном грунте на глубине порядка 40 м. Интересно, что обследование судна производилось 23 сентября при абсолютно чистом ото льда море. Именно в этот день



Находка пера руля в плавнике на о. Фаддея. Фото П.А. Филина



Ортофотоплан местонахождения в заливе стоянки мореходов XVII в. в заливе) Симса. Составлен Р.А. Жостковым, А.Н. Овсученко, П.А. Филиным



Местонахождение стоянки мореходов XVII века в заливе Симса. Фото П.А. Филина

в 1934 году «Челюскин» окончательно вмерз в лед и начал свой дрейф.

На острове Котельный, Новосибирские острова, произведено обследование объектов в заливе Нерпалах. В 1901–1902 годах здесь зимовала команда Русской полярной экспедиции барона Э.В. Толля. Отсюда в начале августа 1902 года Э.В. Толль на каяках отправился в свой последний маршрут на о. Беннета. Во время зимовки здесь умер и был похоронен врач экспедиции Г.Э. Вальтер. В ходе экспедиции 2020 года был проведен мониторинг состояния захоронения (в хорошем состоянии), несмотря на высокую активность мерзлотных процессов, и сделано подробное описание построек на косе и в глубине залива. Предполагается, что некоторые постройки относятся к периоду Русской полярной экспедиции.

Проведенные историко-культурные исследования станут основой для формирования атласа и свода объектов культурного наследия Арктики.



Слева – панорамное фото залива Нерпалах, 1902 год (Отчеты о работах Русской Полярной экспедиции, находящейся под начальством барона Толля. Т. IV–V. Оттиск из Известий Императорской Академии наук. Т. XVIII. № 3. СПб., 1903. С. IV).
Справа – панорамное фото залива Нерпалах, 2020 год. Фото А.А. Кузнецова



Исследования сейсмических и тектонических процессов

Сотрудники ИФЗ РАН и ИЗМИРАН в рамках экспедиционного отряда образовали геологическую научную группу и провели серию исследований современных сейсмических и тектонических процессов в районах проведения экспедиции. Такие исследования в настоящее время приобретают все большее значение, особенно в связи с оценкой возможных негативных воздействий, требованию к которой растут с каждым годом по мере лавинообразного увеличения сложности и уязвимости развиваемой человечеством инфраструктуры. Особенно велика роль таких исследований в Арктике, где постепенно возобновляется использование Северного морского пути, начато или планируется развитие инфраструктуры и строительство разнообразных ответственных объектов на фоне крайне низкой сейсмологической изученности.

Сеть стационарных сейсмических станций в российском секторе Арктики все еще остается очень редкой. Открытие каждой новой станции вносит существенные коррективы в представления о распределении сейсмоактивных зон. Однако даже в случае удовлетворительного покрытия сейсмическими станциями период наблюдений все равно остается крайне непродолжительным для выявления всех сейсмоактивных структур и оценки их сейсмического потенциала (силы возможных землетрясений). По этой причине в последние десятилетия бурно развиваются палеосейсмологические исследования. Они основаны на фактах обнаружения в эпицентральных зонах современных землетрясений многочисленных следов древних сейсмических катастроф (палеосейсмодислокаций), что позволяет обнаруживать такие следы в других местах, получать параметры древних землетрясений и на этой основе делать долгосрочный сейсмический прогноз.

Подобные исследования в Российской Арктике фрагментарно проводились только на Кольском п-ове и в районе устья р. Лены, на самом севере Верхоянского горного сооружения. В целом же арктическое побережье в этом отношении без преувеличений представляет собой сплошное «белое пятно», что предопределяет высокую значимость подобных исследований.

Особую опасность представляет вулканизм, изучение которого в Арктике только начинается. Для оценки вероятности современных извержений в Российской Арктике имеют значение данные о подводном извержении на хребте Ломоносова в ноябре 1954 года, поступившие с дрейфующей станции СП-3, и газовом шлейфе, зафиксированном со спутников в 1983 году у о. Беннета. Извержения на хребте Гаккеля фиксируются сейсмологическими методами с 1990-х годов.

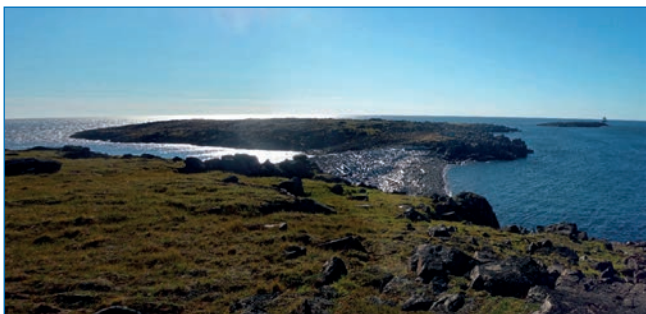
Исследования вулканизма планировались в архипелаге Де-Лонга на о-вах Беннетта и Жохова, однако провести их не удалось. Из-за штормовой погоды не удалась и предпринятая по инициативе командования

высадка на соседний о. Жаннетты. Но этот загадочный, редко посещаемый, величественный и неприступный остров оставил глубокое впечатление у всех участников экспедиции.

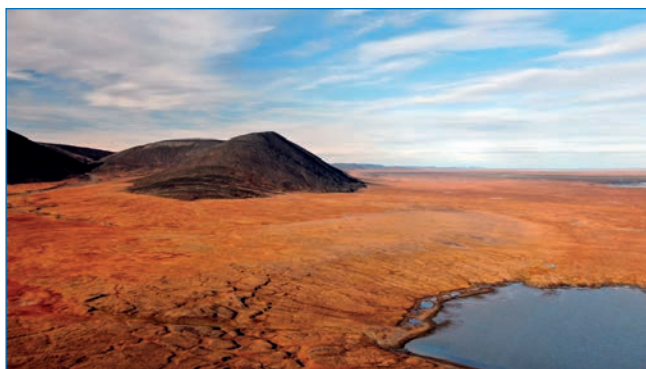
На «архипелаге исчезающих островов», как иногда называют Новосибирские острова, расположена еще одна из загадок Арктики — единственная в мире песчаная арктическая пустыня Земля Бунге. Причина образования этой пустыни может крыться в резком сейсмотектоническом поднятии участка морского дна, произошедшем относительно недавно, о чем могут говорить сохранившиеся до сих пор анахроничные топонимы — о. Котельный, о. Фаддеевский, в настоящее время соединенные Землей Бунге в единый остров. Выполнить полевые исследования здесь пока не удалось.

Тем не менее геологической группе удалось провести очень важные и весьма продуктивные исследования, которые включили: дистанционное и полевое геоморфологическое и палеосейсмологическое картирование; аэрофотосъемку с построением фотопланов и цифровых моделей рельефа; временные сейсмологические наблюдения; микросейсмическое зондирование — ММЗ; георадарное зондирование. Такой подход позволил изучить как приповерхностное, так и глубинное строение активных геологических структур. На каждом детальном участке сделана аэрофотосъемка с БПЛА, на основе которой построены цифровые модели рельефа и аэрофотопланы.

Наиболее важные результаты получены на п-ове Таймыр, о. Врангеля и Кольском п-ове. Следы сильных (8–9-балльных) сейсмических сотрясений и выразительные сейсмотектонические разрывы были обнаружены в Енисейском заливе на мысе Ефремов Камень и в районе п. Диксон. На о. Белуха, в районе северо-западного побережья Таймыра, удалось выявить фрагмент сейсмотектонического разрыва правосдвиговой морфологии, который по космическим снимкам прослежен на соседних островах на расстоянии около 20 км. Полученная оценка дает минимальную протяженность очага катастрофического землетрясения, случившегося здесь несколько сотен-тысяч лет назад. На п-ове Еремеева было изучено глубинное и приповерхностное строение активного разлома сбросового типа. На северо-востоке Таймыра, в районе бухты Марии Прончищевой, изучено глубинное и приповерхностное строение активной разломной зоны в подножии гор Бырранга. Здесь исследована молодая приразломная складчатая гряда. Развитие гряды отражает молодое (голоценовое) развитие горной системы Бырранга и ее тектоническую экспансию в сторону прилегающей приморской низменности, которая постепенно вовлекается в молодые тектонические деформации. На о. Врангеля изучен активный надвиг на границе горного хребта, протягивающегося вдоль всего острова, с южной приморской низменностью. На баренцевоморском побережье Кольского п-ова, в районе п. Териберка, был прослежен на местности и изучен гео-



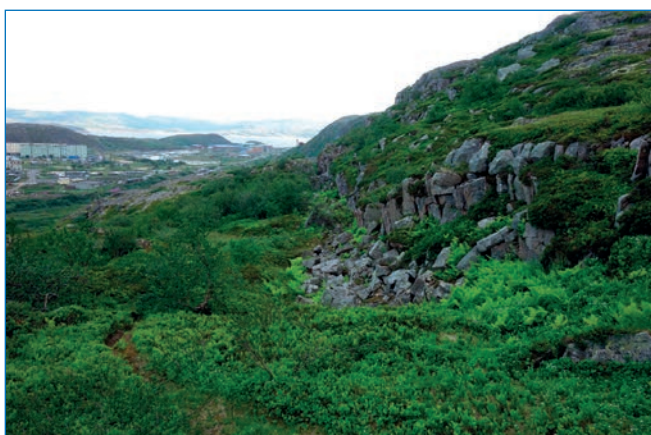
Тектонический ров на мысе Ефремов Камень в Енисейском заливе.
Фото А.Н. Овсяченко



Передовой уступ гор Бырранга и продолжающая его подрастающая складчатая гряда в пределах предгорной низменности (на переднем плане).
Фото Р.А. Жосткова



Тектонический уступ в подножии Западного плато на мысе Фомы, о. Врангеля. Фото Р.А. Жосткова



Тектонический уступ в районе п. Териберка на севере Кольского п-ова.
Фото А.Н. Овсяченко

физическими методами на глубину от первых десятков метров (георадар) до километров (ММЗ) очаг неоднократных сильных землетрясений позднеголоценового возраста длиной около 8 км.

Если обычные инструментальные сейсмологические наблюдения дают представления о сейсмичности за последние несколько десятков лет, то палеосейсмологические исследования существенно расширяют этот узкий временной интервал, позволяя получить представления о сейсмической истории за несколько тысяч лет. Согласно недавно утвержденной карте общего сейсмического районирования России ОСР-2016 большая часть п-ова Таймыр расположена в сейсмически безопасном районе (5 баллов и менее). И лишь на востоке полуострова выделен небольшой участок 6-балльных воздействий для периода повторяемости в 500 и 1000 лет и 6–7-балльных для периода повторяемости в 5000 лет. В южной части о. Врангеля 6-балльная зона выделяется только для периода повторяемости в 5000 лет.

Результаты проведенных исследований показывают гораздо более сложную картину прогнозных сейсмических сотрясений. Это и понятно, ведь до сих пор представления о сейсмической ситуации почти во всей Арктике базировались исключительно на данных инструментальных наблюдений. При этом три первые отечественные станции были открыты только в 1950-х годах, а к 1990 году их было девять. Расстояния между станциями составляют сотни и тысячи километров.

Одной из важных задач, которую поставила перед собой научная группа, заключалась также в исследовании мерзлотных ландшафтов, включая полигонально-жильные структуры. В ходе данной экспедиции производились исследования изменений, происходящих в арктических экосистемах, с использованием геофизического метода георадиолокации. Исследования выполнены георадаром Лоза-В, а для учета рельефа местности проводилась аэрофотосъемка с созданием цифровой модели обследуемого участка. Проведены исследования на Западном Таймыре: в районе мыса Ефремов Камень, о. Попова-Чукчина, мыса Стерлегова, мыса Михайлова, мыса Вильда, о. Наблюдений, мыса Могильный, мыса Медвежий Яр, а также на Восточном Таймыре: п-ва Марии Прончищевой; на Новосибирских о-вах: залив Нерпалах, о. Котельный.

Наблюдения за животным миром

В задачу зоологической группы экспедиции (два человека) входило изучение морских млекопитающих и птиц. Наблюдения за ними проводились не только во время береговых высадок и прибрежных якорных стоянок. Значительная часть материалов была получена на переходах судна, когда, при благоприятных погодных условиях, маршрутные учеты проводились в течение всего светлого времени суток. При высадках на берег осуществлялся также сбор биологического материала; в итоге была собрана коллекция из 80 экземпляров (тушки, костные остатки) 9 видов млекопитающих и 7 видов птиц, а также следов их жизнедеятельности. Коллекция полученных фотоматериалов включает около 27,7 тыс. снимков птиц и 7 тыс. снимков млекопитающих. В том числе, анализ фотографий позволил выявить несколько видов, не идентифицированных во время полевых наблюдений, а также получить много другой ценной информации по биологии (например, линька у птиц) и поведению изучаемых объектов.

В морях Северного Ледовитого океана и на прилегающих акваториях Атлантики и Пацифики, где проходил

маршрут экспедиции, обитает 29 видов морских млекопитающих, в том числе 19 видов китообразных, 9 ластоногих и белый медведь. Нами было зарегистрировано 1442 особи (324 встречи) 15 видов морских млекопитающих, что составляет 52 % их арктической фауны. В том числе было зарегистрировано 10 видов китообразных (53 % представителей этой группы) и 4 вида ластоногих (44 %). Представляют интерес также наблюдения характерных для Арктики сухопутных млекопитающих — овцебыка, дикого северного оленя и песца.

По отмеченному нами видовому разнообразию морских млекопитающих самыми богатыми оказались Баренцево и Восточно-Сибирское (по 8 видов), а также Берингово (7 видов) моря. По количеству наблюдавшихся зверей лидировали Карское (519 особей, в основном белухи и моржи) и Чукотское (424 особи, в основном киты, в первую очередь горбач, и моржи). Минимальными эти показатели, соответственно, были в море Лаптевых (4 вида) и в Баренцевом море (57 особей). Нужно отметить, что данная картина отражает не только существующую разницу между видовым разнообразием и численностью морских млекопитающих в разных морях, но в значительной степени связана с объемом проделанных в них работ, в первую очередь — с количеством прибрежных якорных стоянок и береговых высадок, большая часть которых пришлось на побережье и острова Карского моря, а минимальная — на Берингово, Чукотское и Восточно-Сибирское моря. Немаловажное влияние на распространение и численность млекопитающих и птиц оказали аномально теплые погодные условия 2020 года на фоне общей тенденции глобального потепления климата, что привело к значительному смещению границы ледяного покрова на север. Маршрут нашей экспедиции вообще не достиг кромки арктического ледяного щита, а участки с разреженными скоплениями небольших айсбергов и их обломков несколько раз были встречены в октябре только на севере моря Лаптевых и Карского моря, а также в проливе Кембридж Земли Франца-Иосифа.

Практически все наблюдавшиеся нами виды млекопитающих (кроме кольчатой нерпы) имеют какой-нибудь природоохранный статус и занесены либо в Международной Красный список (все категории кроме LC — «виды, вызывающие наименьшие опасения») — шесть видов, либо в Красную книгу РФ — 8 видов, либо в региональные Красные книги субъектов РФ — 16 видов.

Из наиболее интересных наблюдений можно отметить встречу крупного стада овцебыков (41 особь) на побережье бухты Марии Прончищевой на Восточном

Горбачи.
Фото А.И. Чеснокова



Таймыре. Нам удалось посетить лежбища всех трех встречающихся в Российской Арктике подвидов моржей — атлантического (на о. Ушакова), лаптевского (в бухте Марии Прончищевой) и тихоокеанского (возле п. Ванкарем). Обнаружены три крупных стада белух численностью от 100 до 160 особей в Карском (мыс Ефремов Камень и о. Попова-Чукчина) и Восточно-Сибирском (п-ов Шелагский) морях. Проведены учеты усатых китов (горбача, серого и гренландского) в районах их массового скопления у побережья Северо-Восточной и Северной Чукотки.

Орнитофауна российских арктических морей и их побережий насчитывает 146 видов. По своим экологическим особенностям и связям с акваторией птиц Арктики можно разделить на четыре экологические группы: морские птицы (54 вида), которые большую часть времени проводят в море и с сушей связаны в основном только в период размножения; другие водоплавающие птицы (24 вида), также связанные с морской акваторией (как местом кормежки, отдыха или линьки), но встречающиеся преимущественно в прибрежной зоне и на материковых водоемах; прибрежные (околоводные) птицы (32 вида) и сухопутные птицы (36 видов). Таким образом, птиц водно-болотного комплекса (морских, водоплавающих и прибрежных), связанных с морскими и береговыми акваториями, в Российской Арктике насчитывается 110 видов.

Во время экспедиции нами было зарегистрировано 85 видов птиц (или 58 % арктической орнитофауны), являющихся представителями 11 отрядов и 23 семейств. При этом было учтено около 146,8 тыс. особей (около 2,4 тыс. встреч) 66 видов морских, водоплавающих и прибрежных птиц, что составляет 60 % их разнообразия в российских арктических морях.

Экологическая группа морских птиц доминировала во всех морях не только по видовому составу (72,7 %), но и по численности учтенных особей (144,4 тыс., или 98,4 %). Семь видов этой группы (тонкоклювый и серый буревестники, глупыш, серебристая чайка, халей, моевка и чистик) вошли в список десяти самых многочисленных птиц в нашей экспедиции; остальные три «топовых» вида были представлены водоплавающими птицами (белолобый гусь, черная казарка и морянка).

Самым многочисленным видом оказался тонкоклювый буревестник, многотысячные стаи которого кочевали вдоль берегов Чукотки от Берингова пролива до Певека, — всего нами было учтено около 129 тыс. птиц этого вида. Такое массовое его проникновение в арктические воды, как и инвазия некоторых других видов, не-

Лежбище моржей на косе бухты Марии Прончищевой.
Фото С.А. Букреева





Тонкокловый буревестник — самый многочисленный вид морских птиц в восточной части Российской Арктики. Фото С.А. Букреева



Глупыш широко распространен в арктических морях. Фото С.А. Букреева

сомненно, связано как с глобальными общеклиматическими изменениями, так и с погодными особенностями текущего года. С этими же факторами мы связываем и другие интересные орнитофаунистические находки и наблюдения, сделанные во время экспедиции «Архипелаги Арктики — 2020», которые подтверждают наблюдаемое в настоящее время расширение ареалов многих видов птиц в арктических широтах. Часть этих видов — западные вселенцы из Атлантики, часть — с востока из бассейна Тихого океана, а некоторые птицы проникают в Арктику за счет расширения на север их материкового ареала.

Расширение ареалов зарегистрировано нами для глупыша (проник из Карского моря в южную часть моря Лаптевых), серого буревестника (массовая инвазия из Тихого океана в Чукотское и Восточно-Сибирское моря вместе со стаями тонкоклового буревестника), пестрого тайфунника (отмечен в северной части Берингова моря), очковой гаги (встречена в Карском море), сизой чайки (встречена в Карском море возле Диксона), малой чайки (подтверждено продвижение гнездового ареала на севере Кольского п-ова до побережья Баренцева моря), алеутского пыхика (обнаружен в Чукотском море), большой конюги (неоднократно наблюдалась в Восточно-Сибирском море), конюги-крошки (по Восточно-Сибирскому морю продвинулась далеко на запад) и удода (на Таймыре зарегистрирован залет в проливе Вилькицкого).

Белый медведь, бухта Мариин Прончищевой, восточный Таймыр. Фото С.А. Букреева



Работа медиагруппы

Успеху экспедиции содействовала плодотворная работа медиагруппы РГО в составе двух операторов под руководством режиссера и путешественника Леонида Круглова. Каждая высадка сопровождалась подробной фото-видеофиксацией, были сняты отдельные эпизоды-новеллы со всеми сотрудниками экспедиции. Помимо документалистики, медиагруппа оказала существенное содействие в исследованиях, проведя большую работу по созданию фотопланов и 3D-съемке объектов с помощью БПЛА. Медиагруппа внесла свой вклад и в обеспечение безопасности — работа БПЛА показала высокую эффективность для отпугивания белых медведей.

В целом следует отметить слаженность работы научной группы, активный обмен опытом и выстраивание взаимодополняющих междисциплинарных направлений исследований.

Особую благодарность хочется выразить директору экспедиционного департамента РГО Сергею Чечулину, научному руководителю экспедиции от Северного флота полковнику Сергею Чуркину, капитану ледокола «Илья Муромец» Виктору Осипову, командиру экспедиционного отряда Дмитрию Мясникову, всей команде, выполнившей свою работу на самом высоком уровне, а также научным консультантам экспедиции П.В. Боярскому, А.В. Корнису, Н.А. Кузнецову, Ф.А. Романенко и всем, кто помогал в подготовке и проведении экспедиции.

*С.В. Аверин¹, С.А. Букреев², Д.Е. Едемский³,
Р.А. Жостков⁴, Р.И. Логунов¹, А.Н. Овсяченко⁴,
П.А. Филин⁵, А.И. Чесноков²*

(¹ — Гидрографическая партия гидрографического отряда 4-й арктической океанографической экспедиции ГС СФ, г. Мурманск;

² — Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва;

³ — Институт земного магнетизма, ионосферы и распространений радиоволн «ИЗМИРАН», г. Москва;

⁴ — Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва;

⁵ — Арктический музейно-выставочный центр, Санкт-Петербург)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ВЫСОКОШИРОТНОЙ АРКТИКИ НА ПРИМЕРЕ РАБОТ НА НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА МЫС БАРАНОВА» С 2015 ПО 2020 ГОД

Научно-исследовательский стационар «Ледовая база Мыс Баранова» (НИС) ФГБУ «АНИИ» расположен на архипелаге Северная Земля, в северо-западной оконечности о. Большевик, на берегу пролива Шокальского, в месте с координатами 79°16'45" с. ш. и 101°37'22" в. д.

Главными направлениями работ, выполняемых на НИС с момента его открытия осенью 2013 года Высокоширотной арктической экспедицией (ВАЭ), являются проведение круглогодичных метеорологических и геофизических наблюдений, а также сезонных ледовых, океанологических, гидрологических, геоморфологических, гляциологических и медико-биологических наблюдений.

Развитие геодезической сети сгущения на НИС и на прилегающей территории происходило таким образом, чтобы обеспечить научные исследования координатами и высотами изучаемых объектов суши, льда и т. д. в единой системе координат и высот. Основой для развиваемой геодезической сети сгущения является государственная геодезическая сеть (ГГС), необходимая информация о которой была получена в Росреестре, в частности отметки исходных пунктов в Балтийской системе высот 1977 года (БСВ-77).

В силу большой удаленности друг от друга районов исследований, сильно пересеченной местности, неблагоприятных климатических условий, ограниченности времени и сил, развитие геодезической сети сгущения преимущественно выполнялось методами спутниковой геодезии. Для чего использовалось двухсистемное, получающее необходимую информацию от глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) GPS и ГЛОНАСС, двухчастотное оборудование, благодаря которому устраняются ошибки задержки прохождения радиосигналов через атмосферу от навигационных спутников к наземным приемникам. В результате повышается точность определения координат и высот на расстояниях до 50 км между исходным и определяемым пунктами геодезической сети.

Для закрепления на местности пунктов геодезической сети сгущения использовалось два вида пунктов: грунтовые и скальные. Так как район научных исследований относится к северной зоне многолетней мерзлоты, согласно «Правилам закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей», ГКИНП-07-016-91 (М.: Картгеоцентр — Геоиздат, 1993), были выбраны рекомендуемые для таких природных условий типы конструкции знаков: тип 150 — грунтовый и тип 9 — скальный. Наиболее надежными в плане сохранности и стабильности положения являются пункты, заложенные в выходах коренных скальных пород. Преобладающий на Северной Земле скалистый ландшафт обусловил закладку 80 % (17 шт.) реперов скального типа из числа всех заложенных. 15 % (три шт.) геодезических пунктов были выполнены в виде грунтовых, из-за необходимости установки репера на метеорологической площадке, согласно требованиям «На-

ставления гидрометеорологическим станциям и постам» (Метеорологические наблюдения на станциях. Вып. 3. Ч. 1. Л.: Гидрометиздат, 1985), и для удобного выполнения измерений на территории НИС и у гидрологического пункта наблюдений (ГПН). И только один грунтовый геодезический пункт (т. е. 5 % случаев) был заложен у взлетно-посадочной полосы в 4 км от НИС из-за отсутствия поблизости выходов коренных скальных пород.

Конструкция грунтовых геодезических пунктов «тип 150» для районов северной зоны многолетней мерзлоты представляет собой центр, изготовленный из металлической трубы диаметром 5 см, с приваренной к верхнему концу маркой и якорем на нижнем конце, в виде диска и нескольких полудисков диаметром 15 см, отстоящих на некоторое расстояние друг от друга. Так как протаивание грунта в северной части о. Большевик не превышает глубины 125 см, то, согласно требованиям «Правил закладки центров...», нижний конец трубы заглублялся на глубину не менее 2 м от границы протаивания, составляющей 40–50 см. Изготовление центров грунтовых реперов выполнялось силами персонала НИС, с использованием возможностей имеющейся на станции материально-технической базы. Бурение скважин для установки центров геодезических пунктов осуществлялось буровой установкой «Вектор-ВР», изготовленной в России.

Конструкция скальных геодезических пунктов «тип 9» представляет собой анкерные болты, выполняющие роль центров, помещенные в предварительно просверленные перфоратором в скальной породе отверстия, заполненные битумной мастикой для предотвращения попадания влаги и разрушения пункта в результате колебаний температуры воздуха.

На основе внешнего осмотра состояния пунктов ГГС и собранных спутниковых измерений выяснилось, что 10 задействованных исходных пунктов грунтового типа удовлетворяют требованиям точности исходной сети и могут быть использованы для привязки пунктов развиваемой сети сгущения. Что, в свою очередь, подтверждает надежность технологии закладки грунтовых реперов сети ГГС и их неподверженность сезонному оттаиванию почвы. Определенную сложность в посещении некоторых пунктов ГГС вызвало их расположение в горной местности с высотами, достигающими 500 м, в удаленных от районов научных исследований местах. Так как геодезические работы выполнялись в весенне-осенний период, при отсутствии снежного покрова, то в большинстве случаев доставка людей и оборудования к месту работ выполнялась, пока позволял рельеф местности, вездеходным транспортом и далее в пешем порядке.

В 2020 году, через четыре года после закладки двух грунтовых реперов на территории НИС, были выполнены контрольные спутниковые геодезические измерения. За исходные пункты были приняты реперы скального типа,

также заложенные в 2016 году. Наблюдения выполнялись в режиме «статики», заключающемся в установке геодезических спутниковых приемников над исходным и определяемым пунктами на штативах и приведении их к горизонту и центру, относительно марки репера, с применением подставок (так называемых трегеров), оснащенных цилиндрическими уровнями, обеспечивающими установку оборудования с точностью центрирования 0,5 мм на каждые полтора метра высоты установки прибора. После установки приемников выполнялась запись в память спутниковых данных в течение 40 мин и более, в зависимости от окружающих условий (открытость горизонта, геометрия созвездия спутников ГНСС и т. д.), и их последующая обработка на персональном компьютере с применением специального программного обеспечения, поставляемого вместе с оборудованием. Метод «статики» позволяет определять плановые координаты места с точностью 3 мм + 0,5 мм на каждый 1 км расстояния между исходным и определяемым пунктами и 4 мм + 1 мм на 1 км расстояния по высоте.

Сравнение полученных координат и высот грунтовых геодезических пунктов в 2016 и 2020 году показало неизменность их положения в плановом и высотном отношении с учетом вышеуказанной погрешности определения координат с помощью применяемого спутникового геодезического оборудования. Внешний осмотр скальных пунктов «тип 9» геодезической сети сгущения, заложенных в 2016 году и в последующие годы, показал надежность их установки, неподвижность центров, сохранность гидроизоляции и подтвердил верность выбранной технологии закладки.

Определенная сложность в развитии геодезической сети сгущения была связана с расположением некоторых районов исследований на берегу острова Большевик, что сказывается в ограниченном количестве пунктов ГГС, их расположении относительно определяемых пунктов. Например, такая ситуация сложилась на территории НИС, расположенной за границей полигона, образуемого доступными пунктами ГГС, необходимого для корректного вычисления координат и высот определяемых пунктов. В таком случае для определения высот пунктов использовался более трудозатратный метод геометрического нивелирования с применением оптического нивелира. Параллельно с развитием высотной сети сгущения на территории НИС этим методом было выполнено контрольное нивелирование заложенного репера на гидрологическом пункте наблюдений на р. Мушкетова. Оно подтвердило ранее полученную отметку того же репера методом спутниковой геодезии, а следовательно, надежность данных измерений.

Определенный интерес для научных исследований представляет расположенная на полуострове Олений в 24 км северо-восточнее НИС ныне закрытая полярная станция «Мыс Песчаный». Эта станция (разряд МГ-2), принадлежавшая Диксонскому УГМС и впоследствии переданная в Северное УГМС, выполняла морские и метеорологические наблюдения в период с 1961 по 1994 год и была переименована в «Песчаный». Обследование территории станции выявило сохранность пяти реперов грунтового типа, три из которых указаны в технических делах станции 1960–1970-х годов и уже тогда использовались в работе.

Контрольное нивелирование реперов станции «Песчаный» в 2015, 2017, 2020 годах, где за исходный пункт был принят репер ГГС, имеющий отметку в БСВ, показало колебания отметок высот всех трех исследу-

емых реперов от 2 до 10 см, что связано с заложением центров пунктов на глубину менее 1,5 м, при необходимых 2,5 м. Оказывал влияние и такой фактор, как сезонное оттаивание грунта. О несовершенстве высотной геодезической основы на станции упоминается в отчете полярной станции 1973 года с требованием устранить этот недостаток. В распоряжении автора нет технических дел за более поздние годы, но можно предположить, что эта задача была решена, так как на границе станции, согласно данным Росреестра, установлен пункт триангуляции ГГС 2-го класса точности, имеющий отметку в БСВ, определенную геометрическим нивелированием.

В ходе очередного обследования реперов станции «Песчаный» в 2020 году было установлено, что репер № 2, признанный по материалам технического дела станции 1973 года одним из самых надежных из имеющихся и рекомендованный для использования в работе, был уничтожен в результате стремительного отступления береговой линии, произошедшего из-за имевших место в 2020 году сильных штормов и высоких температур окружающего воздуха. Так, 5 августа был зарегистрирован максимум температуры воздуха (+17,8 °С) за все время проведения наблюдений на НИС с 2013 года. Надо добавить, что, по данным, имеющимся в технических делах станции, и данным наших съемок, отступление береговой черты в сторону станции «Песчаный» с 1966 по 2020 год составило порядка 30–40 м. То есть «море наступает».

Геодезические наблюдения в рамках гляциологической программы исследований за смещением 29 ледомерно-скоростных вех на леднике Мушкетова, расположенном в 18 км южнее НИС, и 9 вех на леднике Семенова-Тян-Шанского, в 38 км южнее НИС, были начаты соответственно в 2015 году и 2016 году и регулярно выполняются по настоящее время. За исходные пункты были приняты репер ГГС грунтового типа, расположенный у ледника Мушкетова, и пункт сети сгущения скального типа, находящийся у ледника Семенова-Тян-Шанского. Для выполнения измерений применялось спутниковое геодезическое оборудование. Максимальное удаление вех от исходного пункта составляет 10 км на леднике Мушкетова и 15 км на леднике Семенова-Тян-Шанского. Ледомерно-скоростные вехи на ледниках представляют собой металлические трубы диаметром шесть сантиметров и длиной не менее четырех метров, забуренные в лед на половину своей длины. Спутниковый геодезический приемник устанавливался на верхний срез вехи с помощью подставки, обеспечивающей точную установку прибора относительно вертикальной оси вехи.

Геодезические наблюдения на ледниках выполнялись преимущественно в весенний период, когда доступ к вершинам вех был облегчен высоким снежным покровом. Из неблагоприятных факторов, влияющих на выполнение данных изысканий, нужно отметить сильный ветер со скоростью, превышающей 10–15 м/с, регулярно встречающийся на ледниках и приводящий к вибрации и раскачиванию вех, особенно в летне-осенний период, когда снежный покров истончается и более не удерживает вехи по всей длине. В таких условиях выполнение геодезических работ нецелесообразно из-за вышеприведенных факторов, снижающих точность измерений.

Спутниковые измерения в режиме «статика» требуют значительных затрат времени, не менее 40 мин на каждой вехе, к которым необходимо добавить время на переезды между вехами на снегоходах. Вследствие это-

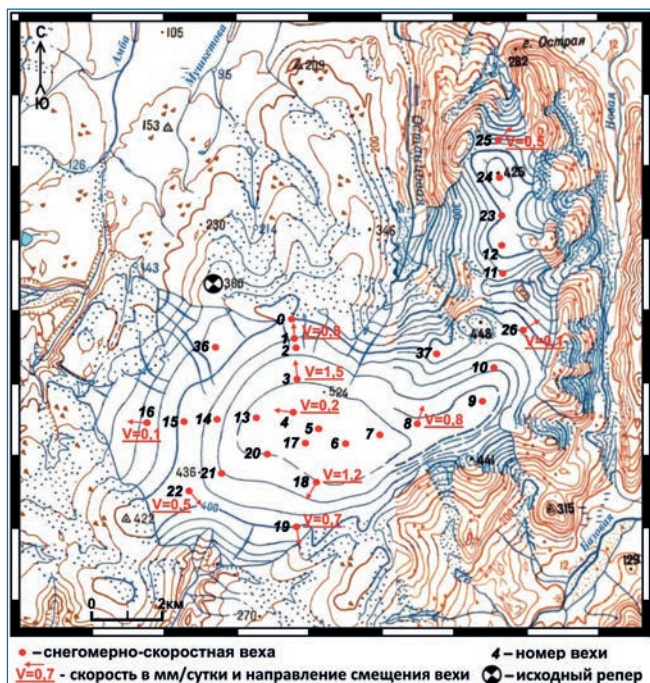


Рис. 1. Вычисленные скорости смещения, направление и изменение высоты ледомерно-скоростных вех на ледниках о. Большевик

го спутниковый приемник, установленный на исходном пункте и все время работ непрерывно записывающий данные в свою память, требует надежного источника питания постоянного тока, в роли которого выступает внешний аккумулятор большой емкости, подключенный через кабель. Это оборудование не входит в стандартную комплектацию и приобретается отдельно.

Результатом выполненных геодезических измерений стали вычисленные скорости смещения, направление и изменение высоты ледомерно-скоростных вех на ледниках с точностью до нескольких мм, некоторые данные приведены на рис. 1 и 2. Более того, известные координаты и скорости вех позволяют найти, с применением спутникового геодезического оборудования,

часть вех, утерянных в результате снегонакопления на леднике Семенова-Тян-Шанского, и восстановить ряд наблюдений.

С северной стороны ледника Семенова-Тян-Шанского расположено озеро Спартаковское протяженностью 4 км и шириной 500 м, образовавшееся в результате выхода выводного ледника во фьорд Спартак, создавшего естественную плотину, из-за которой уровень воды в озере поднимается на высоту более 100 м относительно уровня моря во фьорде. В августе 2016 года в озере произошло катастрофическое понижение уровня воды (вероятно, за счет прорыва естественной перемычки), предположитель-

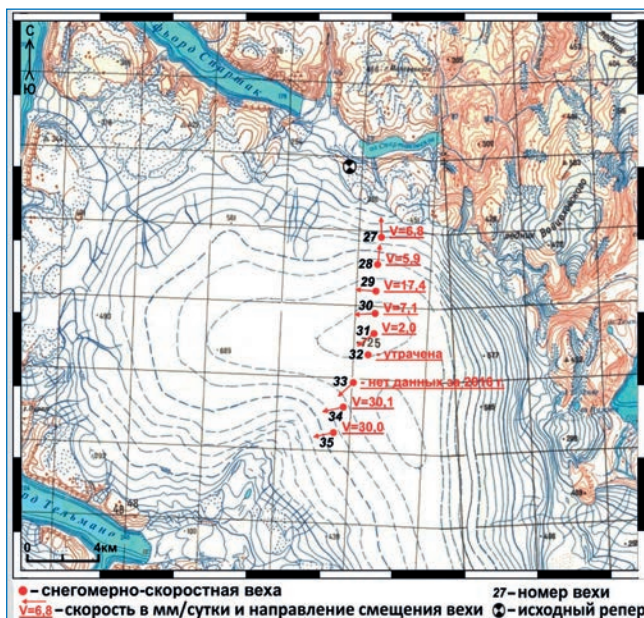
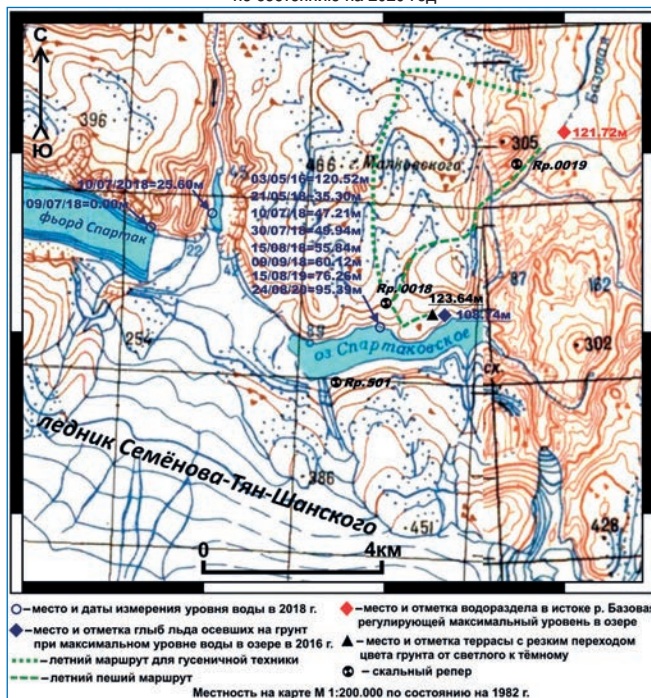


Рис. 2. Результаты геодезических измерений на озере Спартаковское по состоянию на 2020 год

но, по имеющимся данным геодезических измерений, до уровня моря. Только в 2017 году озеро опять стало наполняться, причем отметка его зеркала повышалась в среднем за год на 35 м.

В инициативном порядке геодезический отряд приступил к ежегодным наблюдениям за уровнем воды в озере. Для этого на северном берегу озера был заложен репер скального типа и выполнены спутниковые геодезические измерения по его привязке к уровню моря во фьорде Спартак и непосредственно измерения уровня воды в озере. Использование в наблюдениях Балтийской системы высот было затруднено тем, что ближайшие необходимые для высотной привязки пять пунктов ГГС расположены в сильно пересеченной горной местности и их достижение весьма затруднено. При этом колебания уровня моря в прилегающем проливе

Рис. 3. Основные результаты геодезических измерений на озере Спартаковское по состоянию на 2020 год



Шокальского не превышают 0,5 м и могут считаться минимально достаточными для наблюдения за уровнем воды в приледниковом озере. В будущем планируются нивелирные работы по уточнению привязок отметок уровня воды в оз. Спартаковское к уровню моря во фьорде Спартак и к БСВ.

По имеющимся данным геодезических наблюдений, в 2021 году в озере Спартаковское ожидается увеличение объема воды и поднятие уровня зеркала до критической отметки, при достижении которой произошел катастрофический сброс воды в 2016 году. Надо отметить, что на такой же отметке высоты находится водораздел

р. Базовой, впадающей в залив Ахматова. То есть уровень воды в озере может регулироваться этим водотоком. Подробнее с исследованиями озера Спартаковское можно ознакомиться в статье выпуска № 4 за 2017 год сборника «Российские полярные исследования». Основные результаты геодезических измерений на озере по состоянию на 2020 год представлены на рис. 3.

Исходя из опыта работ со спутниковым геодезическим оборудованием в горной местности у озера Спартаковское, необходимо отметить наблюдавшееся сильное многократное отражение радиосигналов спутников ГНСС, принимаемых наземными приемниками, от окружающих склонов гор. Несомненно, эти помехи сказываются на качестве получаемых данных и, в свою очередь, на точности определения координат и высоты места. В таком случае необходимо планировать увеличенные по времени спутниковые наблюдения и по возможности выбирать место для установки наземных приемников с наибольшей открытостью небосвода.

Геодезические измерения также были востребованы при выполнении промеров овалного по форме озера Твердое с диаметром около 800 м и глубиной до 10 м, расположенного в 5 км юго-восточнее НИС. Работы заключались в высотной привязке автоматического уровнемера к БСВ и промеру глубин. Батиметрическая съемка выполнялась как с лодки, так и со льда. В первом случае на лодку и над репером, расположенным на берегу озера, устанавливалось спутниковое геодезическое оборудование, работающее в режиме «кинематика». Данный метод измерений позволяет записывать трек движения подвижного приемника, размещенного в нашем случае на лодке, и выполнять измерения на точках в течение всего 3 с и более с получаемой точностью 10 мм +1 мм на 1 км расстояния между приемниками в плане и 15 мм + 1 мм на 1 км по высоте. Для некоторых видов научных работ такой точности вполне достаточно, и она компенсируется оперативностью и массивом собираемых данных о пространственном положении подвижного спутникового приемника, установленного на лодку или другие средства передвижения, переносимого человеком на вехе и т. д.

При выполнении уточняющего промера озера Твердое со льда был востребован режим спутниковых геодезических измерений в режиме реального времени, так называемый RTK (Real Time Kinematic). Суть данного метода заключается в том, что спутниковый приемник, установленный на исходном пункте, по УКВ-радиоканалу или при наличии сотовой сети мобильной связи стандарта GSM передает на подвижный приемник поправки, позволяющие точно определять его координаты и высоту в реальном времени, с выводом необходимой информации на экран наладочного компьютера, входящего в комплект оборудования, с точностью 10 мм + 1 мм на 1 км расстояния между приемниками в плане и 15 мм + 1 мм на 1 км расстояния по высоте. Таким образом, группа исследователей, имея в памяти подвижного приемника координаты точек предыдущих промеров, выходила на места запроектированных промеров по сгущению съемки и быстро и точно выполняла свою работу. Слабым местом метода измерений в режиме RTK в условиях отсутствия сотовой связи GSM в малонаселенных районах является зависимость от передатчи данных по радиоканалу, которому требуется прямая видимость между исходным и подвижным приемниками. Также свои ограничения накладывают характеристики радиоаппаратуры в базовой комплектации оборудования, оно

позволяет уверенно принимать поправки на расстоянии между приемниками не более 2 км. Данный недостаток оборудования может быть исправлен расположением своих геодезических пунктов сгущения непосредственно рядом с местом работ или приобретением дополнительной более мощной радиопередающей аппаратуры.

Большие возможности в геодезических измерениях дает внедрение беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа (БПЛА), оснащенных системой навигации на базе ГНСС GPS/ГЛОНАСС и барометрическим высотомером, способных зависать на месте и выполнять фотосъемку подстилающей поверхности с привязкой центров снимков к координатам и высоте места выполнения снимка с последующим построением цифровой модели рельефа (ЦМР) с помощью пакета программного обеспечения «Agisoft Metashape» российской разработки. Подробно о данной методике рассказывается в статье сборника РПИ № 4 за 2018 год. Часть технологии отражена в патенте № 273003 «Способ определения физико-механических и морфометрических характеристик ледовых торосистых образований», полученном ААНИИ в 2020 году. В первую очередь данная технология была востребована на НИС при изучении морфометрии ледяных объектов моря, таких как торосы, айсберги. До этого подобная съемка выполнялась с применением электронного тахеометра, использующего измерения на отражатель, установленный на определяемую точку человеком, или в безотражательном режиме, когда выполняется непосредственно измерение интересующей поверхности ледяного объекта, без нахождения на нем человека.

Применение БПЛА мультироторного типа, совместно со спутниковым геодезическим оборудованием, позволяет получать сопоставимую по точности ЦМР в сравнении с получаемой методом тахеометрической съемки и в разы повышает качество получаемого результата, сокращает время выполнения работ и дает в распоряжение исследователей значительно больший массив данных, чем при использовании съемки с применением электронного тахеометра. Более того, получение ЦМР с применением БПЛА, оснащенного бортовым спутниковым геодезическим оборудованием, имеющегося в распоряжении ААНИИ, возможно выполнять с такой же точностью, как описано выше в настоящей статье, с применением привязанных опорных знаков, но без выхода научного персонала с судна на лед.

Недостатком данной методики является наличие неблагоприятных метеоусловий для полетов БПЛА, таких как сильный ветер со скоростью более 10 м/с, атмосферные осадки, отсутствие видимости. В таких условиях оправданно применение электронного тахеометра в геодезических работах по созданию ЦМР.

Возможности сопряжения спутникового геодезического оборудования с различной научной аппаратурой позволяют говорить о востребованной технологии спутниковой геодезии в научных исследованиях. Также не исчерпали еще себя различные режимы работы данного оборудования применительно к изучению морфологии ледяных объектов и элементов суши. Внедрение новинок, таких как БПЛА, не отменяет классического геодезического инструментария, электронного тахеометра, оптического нивелира, который необходим для контроля получаемых новым оборудованием результатов.

А.С. Парамзин (ААНИИ)

ОБЩЕСТВЕННАЯ И МЕДИЙНАЯ КОМПОНЕНТЫ ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

По данным Доклада Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год, потепление на всей территории страны продолжается с темпом, который значительно превышает глобальный средний тренд. Средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха на территории России в 1976–2019 годах составила 0,47 °С/10 лет (ФГБУ «ИГКЭ»), что более чем в 2,5 раза превышает скорость роста глобальной температуры за этот же период (0,18 °С/10 лет). Максимальное потепление за период 1976–2019 годов наблюдалось в Российской Арктике с наибольшим значением в ее восточном секторе (0,81 °С/10 лет). На продолжающееся потепление также указывает уменьшение ледяного покрова Арктики, увеличение толщины сезонно-талого слоя вечной мерзлоты, сокращение продолжительности залегания снежного покрова и другие индикаторы. Тенденция увеличивающихся среднегодовых температур продолжилась и в 2020 году. Так, по данным Гидрометцентра России, прошедший год был признан самым теплым за всю историю метеонаблюдений.

Изменения климата затрагивают в той или иной степени сферу интересов всех субъектов Российской Федерации, подавляющего большинства отраслей экономики и социальной жизни. Планирование и осуществление многих крупных инвестиционных проектов в значительной мере чувствительны к вопросам учета климата и его изменений и требуют усилий для того, чтобы реализуемые меры были экономически эффективны и одновременно способствовали снижению рисков и смягчению последствий изменяющегося климата, обеспечивая социальную и экологическую безопасность. При этом важно иметь в виду, что, помимо прямого воздействия на экономику и население Российской Федерации, погодно-климатический фактор оказывает существенное влияние на систему международных торгово-экономических и политических отношений.

Общественная составляющая проблемы

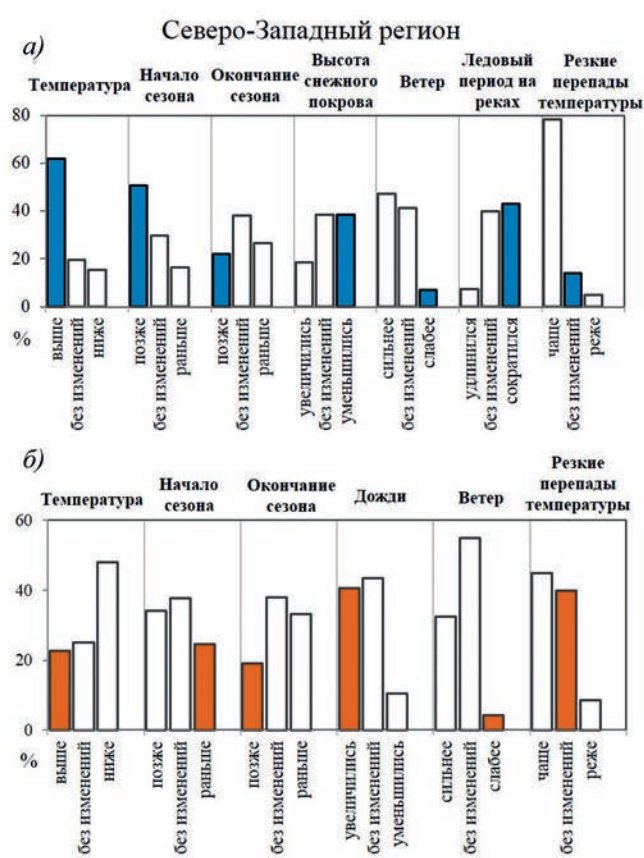
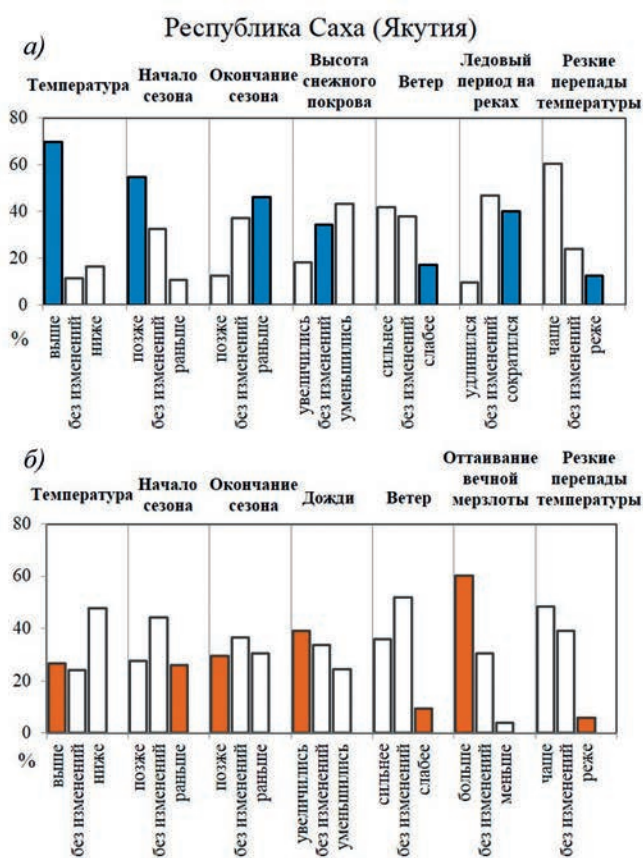
В последние несколько лет в нашей стране стало формироваться общественное восприятие изменения климата, что подтверждается результатами социологических опросов нескольких исследовательских центров. Следует отметить, что интерес к проведению опросов с климатической повесткой возрос и у самих исследовательских центров, в числе которых Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) и Автономная некоммерческая организация Аналитический центр Юрия Левады (АНО «Левада-Центр»), признанная в РФ иностранным агентом. Так, по данным анализа ВЦИОМ в июле 2017 года, 86 % россиян замечали изменения климата, причем 70 % говорили о его непредсказуемости. 51 % респондентов считали глобальное потепление серьезной проблемой, требующей немедленного решения, 55 % опрошенных предполагали, что Россия может

испытать на себе его негативное влияние. В сентябре 2020 года ВЦИОМ представил еще одно исследование, где изменения климата замечали уже 93 % россиян: 58 % говорили о значительных, а 35 % — о незначительных изменениях. О значимости проблемы глобального потепления заявили 52 % респондентов, 57 % россиян отмечали влияние таких изменений на свою жизнь. Несколько отличающееся исследование было проведено «Левада-Центром» (организация признана в РФ иностранным агентом) в декабре 2019 года — изучался вопрос о причинах глобального потепления. 67 % респондентов заявили о том, что оно связано с деятельностью человека, и только 25 % посчитали его следствием естественных процессов.

Авторами данной статьи было проведено собственное исследование об общественном восприятии изменения климата. Опрос проводился в 2015–2018 годах посредством электронного анкетирования на сайте Permafrost.su. В исследовании принимали участие респонденты из двух регионов — Республика Саха (Якутия) и Северо-Западный регион, где участники опроса были из следующих городов: Санкт-Петербург, Сыктывкар, Архангельск, Великий Новгород, Воркута, Ухта, Печора, Мурманск. Респондентам предлагалось оценить климатические изменения за последние 20–40 лет. Проводилась оценка репрезентативности и корректировка обеих выборок. Все вопросы были разделены на 4 блока: в первом респондентами оценивались происходящие изменения (начало, конец, смещение сезонов, значения температур и количество осадков), во втором — воздействие изменения климата на окружающую среду, в третьем — вероятность климатообусловленных чрезвычайных ситуаций и готовность респондентов противостоять им, в четвертом — социологические данные участвующих в исследовании. Результаты опроса сравнивались с объективными индикаторами, основанными на данных инструментальных наблюдений (трендов характеристик температуры и осадков, осредненных за разные периоды времени).

По результатам работы удалось выявить разницу между объективными данными об изменении климата и его восприятием жителями двух регионов. Многие показатели климатического режима заметно изменились, но и в Северо-Западном регионе, и в Республике Саха (Якутия) в общественном сознании пока зафиксировалось то, что когнитивная, т. е. оцениваемая по ощущениям, зима стала теплее и начинается позже. Респондентами из Восточной Сибири также верно было отмечено более раннее окончание холодного периода, увеличившееся количество осадков летом и усилившееся таяние многолетнемерзлых грунтов. Результаты представлены в виде гистограмм на рисунке.

Присутствует особенность восприятия климатических изменений демографическими группами населения, различающимися по полу, возрасту, национально-



Ощущаемые индикаторы изменения климата для зимы (а) и лета (б) (цветом выделены индикаторы, подтверждаемые данными наблюдений)

сти, образованию и уровню доходов. В обоих регионах женщины сильнее чувствуют негативные изменения, при этом большая доля мужчин считает себя подготовленными к необходимым действиям при чрезвычайных ситуациях, связанных с изменением климата. На восприятие изменения климата влияют образование и уровень доходов. В обоих регионах описание изменений климата лицами с высшим образованием, а также имеющими доход выше среднего, чаще совпадает с наблюдаемыми в действительности климатическими изменениями относительно других категорий опрашиваемых. В целом опросы в Северо-Западном регионе и Республике Саха (Якутия) показывают, что происходящие климатические изменения фиксируются общественным сознанием и уже оказывают воздействие на многие виды деятельности, условия труда и отдыха.

Медийная составляющая проблемы

Проблема глобального изменения климата в последнее время одна из наиболее острых и обсуждаемых в мировом сообществе. Немалую роль в этом сыграло и медийное освещение темы. Но все же осведомленности об изменении климата у обычных граждан еще недостаточно. Образовался разрыв между подачей информации научным сообществом и потребителями, которые могут быть заинтересованы в получении этой информации. Популяризация знаний об изменениях климата важна как для повышения общего уровня грамотности населения, так и для эффективной адаптации общества. Одним из таких популяризаторов науки выступил Европейский университет в Санкт-Петербурге (ЕУСПб), который в 2020/21 учебном году проводит семинар по климатическим изменениям, рассчитанный на широкую аудиторию. Немаловажную роль здесь играет трансляция в онлайн-формате, которая позво-

ляет гораздо большему количеству слушателей узнать о последних новостях в области климатологии и даже принять участие, задав вопрос ученому-лектору. В семинаре задействованы ведущие специалисты естественнонаучных направлений, занимающиеся темой климата. Главной идеей семинара ЕУСПб назвал создание возможности составить целостное восприятие проблемы изменений климата. Возможное сотрудничество между представителями общественных и естественных наук, политическими деятелями и обычными гражданами по итогам всех проведенных лекций в последующем может решить вопрос об экономических и социально-политических мерах адаптации к климатическим изменениям в нашей стране.

Есть также другие проекты, популяризирующие знания о климате. Одним из последних является проект SPERARE 2020–2021 годов (Scientific and Public Expertise and dialogue on crucial Russian and Worldwide climate issues towards to COP26) при поддержке Британского посольства. Особое внимание в нем уделяется высокой осведомленности о потенциальных климатических рисках и угрозах для обеспечения долгосрочной климатической безопасности в России и во всем мире. Одним из промежуточных результатов проекта стал круглый стол в онлайн-формате на тему: «Популяризация знаний о климате: как рассказать населению о климатическом кризисе в условиях неопределенности прогнозов и отложенных рисков?». В обсуждении принимали участие ученые и журналисты.

За последнее время у россиян значительно повысился уровень осведомленности о проблеме глобального изменения климата, что подтверждается недавними результатами социологических опросов. Большой процент населения замечает негативные последствия

и связывает возникновение проблемы с антропогенными факторами. В свою очередь, научное сообщество тоже продвигается вперед в направлении популяризации результатов исследований, переводу их на обывденный язык, понятный населению, представителям бизнеса и политикам. Расширение диалога между научным сообществом и гражданским обществом поможет сфор-

мировать успешный план адаптационных решений. Это важная и актуальная задача, поскольку в ближайшие годы всему обществу неизбежно придется приспособиться к климатическим изменениям.

*К.О. Шаповалова, О.А. Анисимов, А.А. Ершова
(ФГБУ «Государственный гидрологический институт»)*

СОВМЕСТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ

Совместные испытания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) прошли на экспериментальной базе ААНИИ на Ладожском озере. Основная цель экспериментов — оценка технических возможностей различных типов БПЛА и внештатного навесного оборудования (дополнительные измерительные блоки) в условиях, приближенных к арктическим. Полеты проводились над припаем Ладожского озера в районе поселка Осиновец, имеющим неоднородный по толщине снежный покров, и в районе стационарной полыни в устье р. Невы (район г. Шлиссельбурга). В экспериментах принимали участие специалисты Института физики атмосферы РАН (ИФА), Московского авиационного института (МАИ) и ААНИИ. Наш институт был представлен специалистами ОВОА, ВАЭ (оператор квадрокоптера А.С. Парамзин) а также сотрудником отдела подготовки кадров — Валентиной Кашковой (руководитель Е.А. Павлова, отдел ледового режима и прогнозов).

Специалисты МАИ привезли уникальную модель, которая сочетала в себе преимущества коптера (аппарат взлетал и садился вертикально, с помощью четырех двигателей) и летающего крыла (горизонтальное перемещение осуществлялось с помощью основного двигателя). БПЛА МАИ оборудован датчиками температуры и влажности воздуха, а также уникальным комплексом, позволяющим определять структуру турбулентности в приземном слое атмосферы. Для верификации данных о турбулентном режиме атмосферы на поверхности льда был развернут комплекс USA (ультразвуковой анемометр), предоставленный специалистами ИФА. ААНИИ и ИФА использовали стандартные модели квадрокоптеров (DJI Phantom 4 Pro и DJI Mavic Pro). Модель ААНИИ располагала специальным измерительным блоком (*know-how*), разработанным в отделе ледового режима и прогнозов (разработчики С.С. Сероветников, А.М. Безгрешнов), который позволяет оценивать альбедо и ИК-температуру подстилающей поверхности. Модель БПЛА ИФА была оборудована тепловизором. Для верификации этих данных на льду был развернут совместный измерительный

комплекс, включающий в себя следующие датчики: радиометр CNR-1 (Kipp&Zonen), пиранометры М-80 (Россия, ГТО) и SMP-11 (Kipp&Zonen), а также фотометры LS-192SA (LICER).

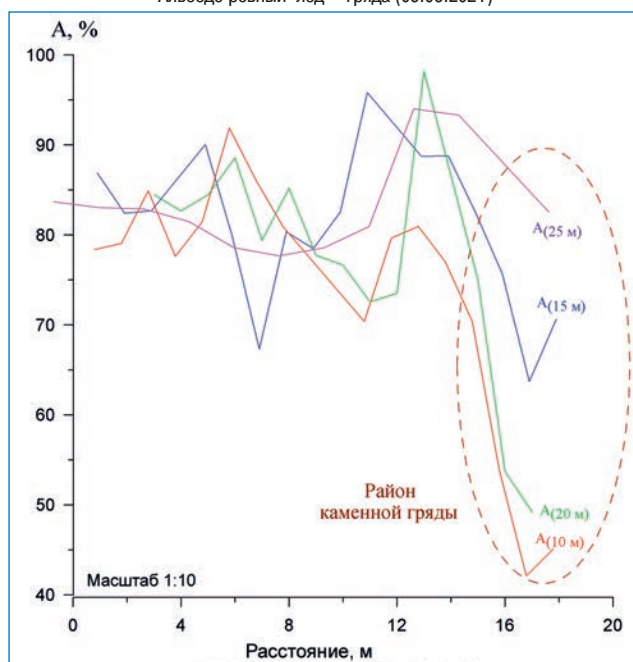
Полеты осуществлялись по одинаковым маршрутам и на разных высотах. Основная цель совместных полетов — определить чувствительность датчиков к меняющимся характеристикам подстилающей поверхности (толщина снега, площадь открытых участков льда и т. п.). Поскольку на припае Ладоги отсутствовали торосы и загрязненный лед, их роль взяли на себя... каменные гряды и густые заросли камышей. Оба объекта отличались от поверхности озерного льда как по своей морфометрии, так и по цвету. Пример одного из полетов БПЛА ААНИИ представлен на рисунке. Действительно, гряда торосов, имея отличный от снега и льда цвет, а также геометрию (равнобедренный треугольник в поперечном разрезе), была «замечена» БПЛА ААНИИ с различных высот.

Результаты совместных экспериментов выявили достоинства и недостатки различных моделей и измерительных комплексов, а также позволили сформулировать в первом приближении программы совместных экспериментов ААНИИ, ИФА и МАИ на архипелагах Шпицберген и Земля Франца-Иосифа, в Антарктиде, а также на ледостойкой самодвижущейся платформе (ЛСП), первый рейс которой запланирован на осень 2022 года. Специально для этой экспедиции ААНИИ приобрел профессиональный БПЛА конструкции ООО «ГЕО-СКАН» (Санкт-Петербург).

Размещение дополнительного оборудования, сконструированного в ААНИИ, на грузовой платформе этого БПЛА значительно повысит эффективность его использования. В первую очередь это касается исследования морфометрических характеристик поверхности льда (формы отдельных торосов и гряд, повторяемость гряд и обширных восторошенных участков по маршруту полетов), количественной оценки площадей, занятых снежными полями, характеристиками энергомассообмена.

Б.В. Иванов (ААНИИ)

Альбедо ровный лед – гряда (06.06.2021)



ЧЕТЫРЕ ЧАСА В ДОЛИНЕ РЕЙНДАЛЕН

Прекрасно одиночество рекогносцировщика среди неизученных гор и долин.
О.М. Куваев. Территория (1974)

Рекогносцировка — непродолжительный, но увлекательный и важный этап полевых работ. В нашем случае в марте 2020 года объектом рекогносцировки была долина Рейндален, а ее целью являлся выбор точек под научное бурение в последующие сезоны.

Долина Рейндален — это самая большая по площади свободная ото льда долина архипелага Шпицберген, по ней протекает рекордная по длине река Рейн, и здесь располагаются самые высокие мерзлотные бугры пучения на Шпицбергене, или, как называют их мерзлотоведы-геоморфологи, — булгуннях.

Работая в предшествующие годы в соседней с Баренцбургом долине Грендален, мы — мерзлотоведы РАЭ-Ш — не имели опыта столь дальних снегоходных маршрутов, какой намечался в этот раз.

Выезд однодневный, но к подготовке мы подошли серьезно: помимо необходимых для работы магнитометров и мотобура и стандартных для всех передвижений по Шпицбергену карабина, ракетницы, спутникового телефона и аварийного радиомаячка, грузим в сани дополнительные канистры с бензином, три килограмма пельменей, палатку и спальники.

Стартовала наша тройка на двух снегоходах в 9:00. До полудня преодолеваем перевал из долины Грендален в долину Семмельдален, где примечаем и осматриваем балки на случай непредвиденной ситуации на обратном пути. Неделю спустя в одном из этих балков вынуждены будут остановиться на несколько дней двое наших океанологов, застигнутых непогодой.

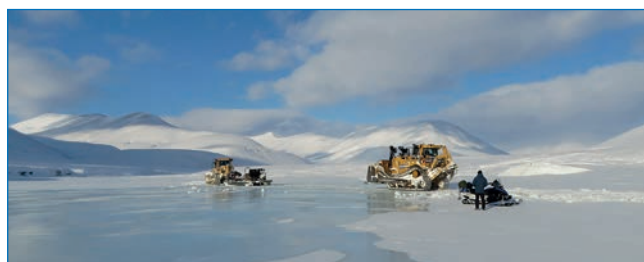
Спустившись вниз по долине Семмельдален, снегоходы вкатываются в долину Рейндален. Обычно передвижение на этих транспортных средствах по Шпицбергену значительно проще — по многим долинам накатаны снегоходные трассы, но в этом году мы на Шпицбергене практически одни из-за коронавируса и путь приходится выбирать самим по незнакомому рельефу. Неожиданно белое безмолвие нарушается. Наш путь пересекают два ярко-желтых бульдозера Caterpillar. Их гусеницы ломают бирюзовую наледь, и из-под нее выступает вода. Осматриваем наледь, отбираем первые пробы воды, фотографируем ледяные бугры (блистеры) выше человеческого роста и, не задерживаясь, держим путь выше по долине.

К двум часам дня начинает виднеться первый булгуннях, его высота — порядка 30 м. Чтобы не терять времени, въезжаем на него прямо на снегоходе. На вершине находим обнажение пластов песчаника. Здесь при формировании подземного ледяного ядра силы пучения были столь велики, что взломали покрывку скальных грунтов.

Двигаемся дальше и на левом склоне долины замечаем бирюзовое пятно. Это еще одна наледь, надо отобрать пробы, и мы берем курс на нее. Мотобуром вскрываем лед и отбираем пробы воды. Ниже по склону находим еще группу блистеров, решаем посмотреть с помощью мотобура, нет ли здесь воды. На этот раз поспешили, и шнек заклинил в нижнем положении. Откалываем киянкой и отверткой куски голубого льда и освобождаем мотобур.



Балки на перевале из долины Рейндален в долину Семмельдален. Этот неприглядный сарайчик в пургу может сойти за номер в пятизвездочном отеле



Встреченные нами Катерпиллеры занимаются демонтажем норвежского рудника Свеагруве



Первый из опробованных источников дает начало протяженной наледи



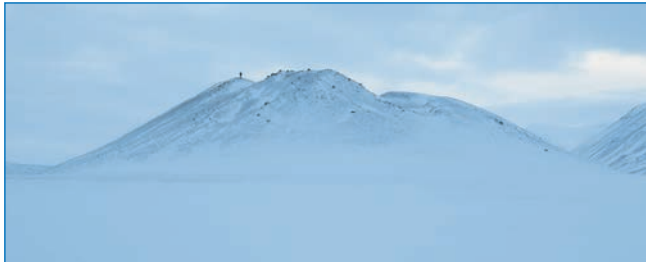
Ледяной бугор, покрытый сетью трещин. В англоязычной литературе такие бугры называют блистерами, образуются они за счет замерзания находящейся под напором воды



Песчаники, выпученные на поверхность и разорванные растущим ледяным ядром булгуннях



«Поспешишь — людей насмешишь». Если бурить лед, периодически не приподнимая шнеки и не давая выхода ледяной стружке, можно подклинить снаряд. В этот раз снаряд удалось освободить, отколов верхний слой льда с помощью киянки и отвертки



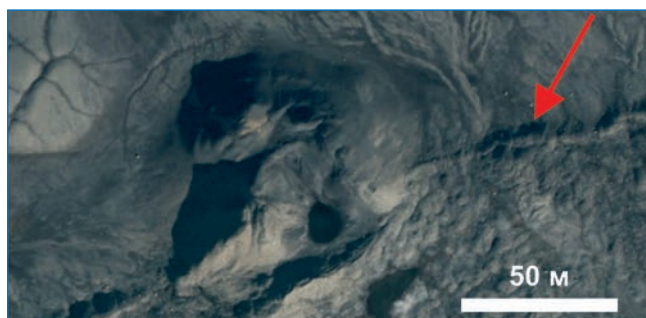
Рекордный по высоте булгуннях Шпицбергена в долине Рейндален



Летний аэрофотоснимок самого высокого булгуннях Шпицбергена. Красной стрелкой показан пласт угля



Антиклинальная складка пласта угля на вершине булгуннях



Летний аэрофотоснимок булгуннях на границе морены. Зная возраст морены, можно определить время формирования бугра

В 15:00 подъезжаем к следующему булгунняху; видим у его основания источник и наледь. А ведь это ни больше ни меньше одни из самых северных родников на планете! Вновь отбираем пробы воды.

Мы успеваем осмотреть еще три булгуннях, все они сидят, как на нитке, вдоль тектонического разлома, по которому к ним поступали подземные воды, давая им возможность расти. Вершины булгунняхов увенчаны кратерами. В кратере самого высокого на Шпицбергене булгуннях высотой 42 м находим нагромождение угля. Кто и зачем сюда его сложил? При детальном осмотре видим, что уголь образует антиклинальную складку, а значит, он был выпучен на поверхность с глубины при росте булгуннях. Пока один из нас делает магнитометрическое профилирование вкрест булгуннях, оставшиеся двое направляют снегоходы к еще одной голубой наледи в прибортовой части долины. Решаем разбурить лед, на глубине двух метров шнек уходит в полость, и из скважины начинает бить голубой фонтанчик, отбираем пробы.

Всего четыре километра до следующего булгуннях, расположенного на границе морены. По взаиморасположению бугра и морены можно было бы приблизиться к определению времени образования этих бугров; этот ключевой вопрос нами еще не изучен. Но солнце уже зашло за горы, и погода начинает хмуриться. В 18:00 после перекуса с горячим чаем из термоса отзваниваемся по спутниковому телефону — здесь так и хочется написать, что в Хьюстон, так все эти кратеры и поиски воды напоминают какую-то лунно-марсианскую экспедицию, — но отзваниваемся мы не в ЦУП и не в Хьюстон, а начальнику зимовочного состава РАЭ-Ш в Баренцбурге Владимиру Чуруну и предупреждаем, что возвращаемся.

Через час пути уже полностью стемнело и усилился падающий снег. Несмотря на наличие GPS-трека, немного плутаем. Наш утренний след, быть может, тянется где-то в 100 м от нас, но в темноте и при снегопаде его не найти. Но вот наконец-то мы пересекаем еле видимые следы двух снегоходов. Наверное, это наши утренние следы. Поднимаешь вверх забрало шлема и в позиции «стоя» пытаешься ни в коем случае не потерять слабый след. Ведомый снегоход ориентируется на фары ведущей машины. Ехать в темноте без следа опасно — можно влететь в камень или сорваться с обрыва. Месяцем ранее рядом с Баренцбургом на снегоходах погибли два немецких туриста под лавиной. Надо быть осторожными. В 21:45, одолев маршрут в сотню километров, мы благополучно возвращаемся в Баренцбург.

Позже в архивах норвежской угледобывающей компании мы выясним, что пласт угля, выпученный булгунняхом, по данным бурения разведочных скважин должен находиться на глубине 50 м. А значит, с учетом высоты бугра лед приподнял уголь почти на высоту 100 м! Источник в основании булгуннях имеет сходный с целебными минеральными водами грузинского курорта Боржоми гидрокарбонатный натриевый состав, что еще раз подтвердило сделанный нами ранее вывод о том, что большая часть булгунняхов связана с ледниковыми водами. По результатам этой рекогносцировки в следующий полевой сезон в кратере одного из бугров будет разбит полевой лагерь. Возвращаясь с работ в лагерь, будем пить боржоми и топить в палатке печку углем.

*Н.Э. Демидов (ААНИИ).
Фото автора*

ДЕВЯТАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПОЛЯРНЫЕ ЧТЕНИЯ — 2021: ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ АРКТИКИ: ПОЛЯРНЫЕ РЕГИОНЫ В КУЛЬТУРЕ, ИСКУССТВЕ И ФИЛОСОФИИ»



18–20 мая 2021 года в АНИИ состоялась международная научно-практическая конференция «Полярные чтения — 2021». Чтения организуются в Санкт-Петербурге с 2013 года, а в 2021 году институт стал площадкой проведения конференции во второй раз. При этом в условиях пандемии «Полярные чтения» проходили в смешанном формате: как офлайн, так и онлайн. Двери для докладчиков и слушателей распахнули не только конференц-залы института, но и залы Музея художественного освоения Арктики им. А.А. Борисова (Архангельск), где смогли собраться участники из северных городов страны.

Организаторами конференции стали Музейно-выставочный центр технического и технологического освоения Арктики и ГНЦ РФ АНИИ. «Полярные чтения» в третий раз получили поддержку Фонда президентских грантов.

Партнерами конференции выступили Комитет Санкт-Петербурга по делам Арктики, филиал Музея Мирового океана в Санкт-Петербурге — «Ледокол “Красин”», Российский государственный музей Арктики и Антарктики, Музей художественного освоения Арктики им. А.А. Борисова, ПАО «Совкомфлот», ЗАО «СММ», Ассоциация «Морское наследие».

Конференция получилась очень представительной. Прозвучало 110 научных докладов. Велась трансляция заседаний на канале конференции в YouTube, записи выступлений сейчас также доступны для просмотра в интернете. В «Полярных чтениях — 2021» приняли участие специалисты из России, США, Великобритании, Эстонии и Финляндии. Если говорить о российских участниках, были представлены города Северо-Западного федерального округа — Архангельск, Апатиты, Мурманск, Петрозаводск, Псков, Санкт-Петербург, Северодвинск, Сыктывкар, Вуктыл, Воркута, а также Тверь, Москва и Московская область, Воронеж, Краснодар, Екатеринбург, Нефтеюганск, Сургут, Томск, Норильск, Красноярск, Якутск, Владивосток.

Очередные, девятые по счету, «Полярные чтения» были посвящены вопросам художественного и философского осмысления Арктики и Антарктики, выявлению и формированию смыслов, которые характеризуют и оформляют наше представление о полярных регионах. С приветственными словами к собравшимся обратились директор АНИИ Александр Сергеевич Макаров, заместитель председателя Комитета Санкт-Петербурга по делам Арктики Анна Александровна Булатова, председатель Полярной комиссии Русского географического общества Виктор Ильич Боярский, член Совета Ассоциации полярников Владимир Ильич Стругацкий. А.С. Макаров отметил, что конференция будет способствовать выработке общего научного языка, диалогу между представителями естественно-научного и гуманитарного знания, ученые смогут «прислушаться друг к другу». А.А. Булатова отметила, что конференция «является одним из важных событий для Санкт-Петербурга как центра арктических исследований».

Десять различных секций работали в дни конференции. В секции «Полярные регионы: динамика образов и смыслов» обсуждались вопросы осмысления значимости географических открытий в полярных регионах и образы первопроходцев, представления о Сибири и Арктике в массовом сознании в советское время и в постсоветской России, арктическая маринистика предстала не только как направление в искусстве, но и как особое понятие, объединяющее живопись, литературу и путевые дневники. В секции «Полярный текст» рассматривался образ Арктики в научной и художественной литературе. В работе секции «Полярные регионы в зеркале кинематографа» приняли участие сотрудники Центра социальных исследований Севера Европейского университета в Санкт-Петербурге. Здесь обсуждались не только различные аспекты истории создания фильмов об Арктике и Антарктике, но и современная документалистика и задачи, которые ставятся перед научно-популярным кино о полярных областях в наши дни. Также был организован показ документального фильма «Челюскин. Герои Арктики» (1934) и дискуссия «Фильм “Челюскин” и параллели с современным периодом».

Яркие обсуждения состоялись в дни работы секций «Арктика и Антарктика в путевой и художественной литературе» и «Образ Арктики и Антарктики в дневниках и воспоминаниях полярников, исследователей, путешественников». Участники конференции отметили важность выявления, изучения и публикации памятников художественного и литературного освоения полярных регионов — дневников, стенгазет, живописи и графики, литературных произведений, а также журналистских материалов, изданных малыми тиражами и неизвестных современной аудитории, и, что важно, публикаций на иностранных языках (не выходящих на русском языке), имеющих значение для осмысления событий в Арктике на различных этапах ее освоения.

Трансляцию всех докладов можно посмотреть на сайте конференции <http://polarconf.ru/live-2021/>. Здесь представлены тезисы и презентации выступлений, а также материалы конференций прошлых лет. По итогам «Полярных чтений — 2021» готовится издание сборника статей.

В рамках работы «Полярных чтений — 2021» в АНИИ была развернута Арт-сайнс выставка по материалам исследований влияния изменения климата на местные сообщества в Арктическом регионе (рисунки Дм. Новицкого, фотографии Р. Миннебаева, постеры Е. Седачевой, А. Немчиновой, А. Орловой, М. Тысянчук, А. Приступы, С. Белошинской). А в Филиале Музея Мирового океана в Санкт-Петербурге — «Ледокол “Красин”» — начала свою работу выставка «Николай Плужников: Остров Гукера, бухта Тихая, 2012. Графика» (21 мая — 21 июня 2021 года).

М.А. Емелина (ВИЦ СЗФО)

В этом номере мы начинаем серию научно-популярных публикаций «Наука на полюсах за кружкой чая». В ней вы узнаете о том, какие тайны скрывают полярные океаны, какой характер у местных ветров и в честь кого называли географические объекты в Арктике и Антарктике. Первая статья посвящена полярным топонимам на архипелаге Шпицберген, где ежегодно проводят исследования ученые ААНИИ. Заваривайте чай и устраивайтесь поудобнее.

МИФИЧЕСКИЕ ТОПОНИМЫ ШПИЦБЕРГЕНА

Древние скандинавы представляли себе вселенную в виде гигантского священного дерева — ясеня Иггдрасиль, в ветвях и корнях которого располагались девять миров.

По легенде («Младшая Эдда», произведение исландского писателя Снорри Стурлусона) один из корней Иггдрасиля уходит в Асгард, небесный город богов-асов. Второй — в Нифльхейм, землю льдов и туманов, где обитают инеистые великаны, жившие до богов-асов. А третий — в Йотунхейм — холодное и мрачное царство, которое населяют великаны-йотуны. Йотуны появились из оживших льдин, они противники богов и олицетворяют коварство и грубую силу.

По другим источникам (сборник древнеисландских песен «Старшая Эдда», «Речи Гримнира»), под одним из корней ясеня находится источник мудрости, возле которого живет великан Мимир, самый могучий из всех великанов. Он стережет воды источника и никому не дает из него напиться. Говорят, что Один отдал свой правый глаз, чтобы испить воды из этого источника. Взамен он получил не только знания, но и двух помощников — воронов Мунина и Хугина.

Когда великан Мимир был обезглавлен своими врагами (это случилось гораздо позже), Один оживил его голову, чтобы советоваться с ней, ведь во всех мирах не было никого мудрее Мимира.

На Шпицбергене, где располагается Российская научная экспедиция, повсюду чувствуется таинственный скандинавский дух, ведь многие названия природных объектов берут свое начало в древних легендах.

На Земле Диксона в долине Мимердален расположен российский поселок Пирамида. Долина Мимердален (согласно онлайн-карте Норвежского полярного института — ТороSvalbard) была названа в честь судна Mimer, которое снабжало Шведскую фосфоритную компанию в Капп Тордсен в 1872 году (а судно, вероятно, — в честь великана Мимира). Имя Мимер также носят река Мимерэльва и бухта Мимербукта, в которую она впадает.

Сам поселок был назван в честь горы, имеющей вершину в форме пирамиды. Но это не единственная пирамида на острове. Напротив Пирамиды возвышается гора Иггдрасилькампен.

За плато Иггдрасилькампен скрываются холмы Йотунраббане и ледник Йотунфонна, названные в честь великанов-йотунов. В восточной части ледника Йотунфонна находится гора Гармаксла, названная именем четырехглазого пса Гарма, стража царства мертвых (Хельхейм).

Конечно, в топонимах отражено и имя верховного скандинавского бога Одина. К западу от Пирамиды располагается гора Одинфьеллет и долина Одиндален, по которой протекает река Одинэльва.



Гора Иггдрасилькампен



Гора Одинфьеллет



Долина Муиндален



Вершина Мумиен



Горы Гизефьеллет, Сфинксен, Луксорфьеллет



Горы Фараофьеллет, Хеопсфьеллет, Менкаурафьеллет



Горы Хеопсфьеллет, Менкаурафьеллет, Хефренфьеллет

Именем жены Одина, верховной богини Фригг, названы ледник Фриггкопа и горы Фриггфьелла, среди которых две горные вершины — Гно и Фулла, так звали служанок богини.

К востоку от Одинфьеллет проходит долина Муниндален, где из ледника Мунибрин вытекает река Мунинэльва. А северо-западнее Одинфьеллет находится долина Хугиндален с рекой Хугинэльва и горой Хугинспискарет. Долины, как и вороны Хугин и Мунин, выполняют роль правой и левой руки Одина.

Одним из любимейших покровителей викингов был Тор — бог грома и молнии, защитник асов и людей, его имя тоже можно встретить на Шпицбергене. Гора Торфьеллет соседствует с горой Одинфьеллет, а рядом расположилась живописная долина Тордален и река Торэльва.

На архипелаге чтят не только северных богов. На Земле Диксона также находится целый комплекс горных вершин, названия которых связаны с Древним Египтом.

Древние египтяне воспринимали жизнь как мимолетное явление, самое главное для них наступало после смерти. Чтобы обеспечить себе достойной бессмертие, горожане строили гробницы, а для царей воздвигались целые пирамиды. Пирамидальное устройство царских захоронений связано с тем, что в раннегосударственный период боги изображались в виде правильных объемных геометрических фигур: куба, пирамиды и шара.

Прямо напротив горы Пирамида располагается горная вершина Мумиен, названная в честь мумий (или мумии). На противоположной стороне долины — гора Гизефьеллет, в честь Гизы, крупнейшего некрополя Древнего царства и ее постройки: горные вершины Хеопсфьеллет, Хефренфьеллет, Менкаурафьеллет и Сфинксен.

Пирамида Хеопса, или великая пирамида Гизы, — крупнейшая и самая древняя из всех пирамид (4500 лет). Единственное из Семи чудес света, сохранившееся до наших дней. Пирамида строилась для Хеопса (или Хуфу), фараона IV династии.

Второй по величине древнеегипетской пирамидой считается пирамида Хефрена (или Хафра), сына Хеопса. Интересно, что слово фараон возникло в эпоху Нового Царства, на тысячу лет позже начала правления Хеопса. Это не официальный титул, фараонами сокращенно называли царей, потому что у каждого из них было до пяти имен (Хорово, имя по Небти, золотое, тронное и личное).

По распоряжению царя Хафра была возведена еще одна известная постройка: колоссальная статуя Сфинкса к востоку от пирамиды Хефрена — существа с телом льва и головой человека (с чертами лица фараона Хафра). В древнеегипетской мифологии львы символизировали хранителей священных мест. Солнце путешествовало по стране мертвых, поднимаясь из пасти «западного Льва» и опускаясь в пасть «восточного Льва», откуда омолодившееся светило Ра возвращалось к людям.

Пирамида Менкаура была построена для фараона Менкаура (или Микерина), сына Хефрена.

За Сфинксен возвышается гора Луксорфьеллет — дань городу Луксор в Верхнем Египте. А за Хеопсфьеллет — гора Фараофьеллет, в честь фараона (или фараонов). Завершает цепочку египетских топонимов гора Карнакфьеллет в окрестностях ледника Хёрбибрин.

*А.Ю. Косарева, А.Н. Усова, В.А. Бородкин,
Н.А. Куссе-Тюз (ААНИИ).
Фото В.А. Бородкина*

ФИЛИАЛЫ ИНСТИТУТА 1920–1930-х ГОДОВ

ААНИИ на протяжении своей истории организовывал представительства в других городах. Например, в 1941–1960 годах функционировало Московское отделение, в 1972–1994 годах — Мурманский филиал. В этой статье речь пойдет о малоизвестных страницах истории института — о работе его филиалов в 1920–1930-х годах. Для характеристики первых лет работы будущего центра полярных исследований страны, когда штат его постоянных сотрудников не превышал 10 человек, понятие «филиал» будет условным. Но все же это специальные подразделения, которые были организованы за пределами Петрограда / Ленинграда и выполняли различные задачи.

С организацией Северной научно-промысловой экспедиции в марте 1920 года были созданы два ее отделения — в Петрограде и в Москве, а также управление в Архангельске и агентство в Вологде. В течение первых лет работы Севэкспедиции ее главное управление находилось в Москве, где решались вопросы снабжения и финансирования экспедиционной деятельности, а в городе на Неве — президиум и Ученый совет. Только летом 1923 года Совнарком решил перевести Севэкспедицию в Петроград (постановление от 24 июня 1923 года), при этом представительство в столице упразднилось. Работа агентства в Вологде была очень краткой — сведения о нем относятся только к периоду весны-лета 1920 года. Здесь, как и в Архангельске, сотрудники Севэкспедиции читали публичные лекции, стараясь разъяснить широкому кругу слушателей характер и значение деятельности своей организации, заручиться поддержкой и содействием местных властей. Так, в Вологде в 1920 году выступал В.Г. Богораз для организации работ этнографического отряда, в Архангельске — А.Е. Ферсман и Н.И. Прохоров

для продвижения геологических партий, а в 1921 году — Р.Л. Самойлович и П.В. Виттенбург.

В Архангельске, откуда отправлялись исследовательские отряды, уполномоченным Севэкспедиции стал капитан Ф.М. Вальнёв. В его распоряжении оказалось несколько складских помещений, траулер «Дельфин», две парусно-моторные шхуны «Шарлотта» (в 1921 году под его руководством она отправилась к Новой Земле) и «Надежда», две моторные лодки, недостроенное деревянное судно «Персей». Однако вскоре «Персей» передали Плавморнину, траулер — Муробластьрыбе. Вопрос с судами оставался напряженным в течение долгого времени, часто приходилось фрахтовать плавсредства для конкретных экспедиций. В 1926 году в распоряжении Ф.М. Вальнёва были парусно-моторное судно «Эльдинг», моторный бот «Груммант» и несколько моторных шлюпок. В это время круг задач уполномоченного расширился — помимо постоянных контактов с местными краевыми органами, подготовки экспедиций к выходу и хранения «научного и вещевого снаряжения» на складах в зимнее время, в его задачи входило обеспечение связи Архангельска с мурманскими организациями и Ленинградом. В 1927 году уполномоченных стало два — в Архангельске и в Мурманске (Ф.М. Вальнёв скоропостижно скончался).

Также следует указать, что в 1921 и 1922 годах в Мурманске работала Опытная консервная станция Севэкспедиции под руководством С.Я. Миттельмана. Коллектив станции — девять человек (в т. ч. — 6 научных сотрудников). Станция заняла часть складского помещения экспедиции (большого деревянного сарая). Здесь были выполнены исследования промысла рыбы и поставлены опыты изготовления жестяных консервов.



Ф.М. Вальнёв — уполномоченный Севэкспедиции в Архангельске. Фотопортрет 1910-х годов.
<http://www.polarpost.ru/>

Научно-промысловая станция ИИС в Порчнице. Рисунок В.И. Лепко



Исследователи пришли к выводу об отсутствии достаточного сырья для развития подобного производства.

В 1926 году Институт по изучению Севера (преобразованная Севэкспедиция, ИИС) планировал организовать несколько опытных факторий рыбо-зверино-пушных промыслов на Новой Земле, на о. Белый и на Мурмане. Намеченное не было реализовано.

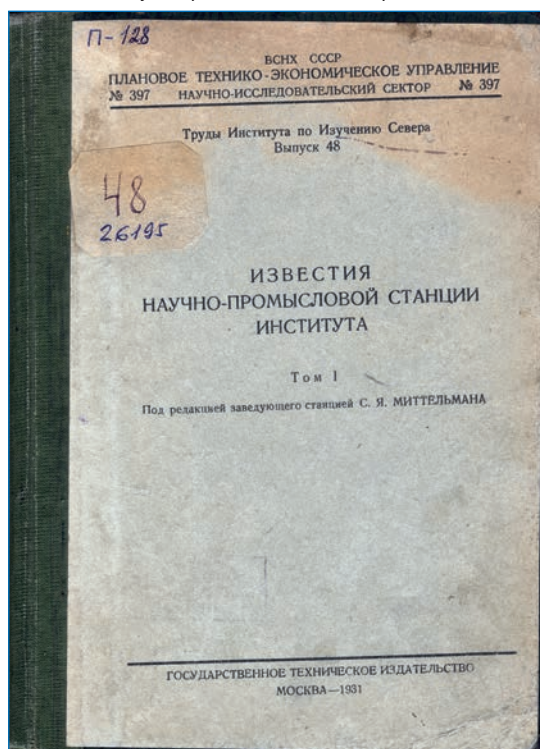
В 1927 году в становище Порчниха была открыта первая на Восточном Мурмане постоянная научная рыбохозяйственная станция института. Ее начальником стал заместитель директора ИИС С.Я. Миттельман. Задача станции — детальное и планомерное исследование мурманского рыбного промысла (в т. ч. — вопросов консервирования). И именно на Мурмане с 1927 года научно-промысловые работы института стали развиваться особенно интенсивно, стартовало изучение тралового промысла в Баренцевом море. По договоренности с рыбохозяйственными организациями Мурманска научные сотрудники ИИС входили в состав судовых команд траулеров. Деятельность станции в Порчнихе получила поддержку местных хозяйственных органов.

В 1928 году на побережье Мурмана было учреждено два наблюдательных пункта — сотрудники станции осуществляли регулярные наблюдения над промыслом. В следующем году число таких пунктов возросло до пяти. В 1928–1929 годах станция организовала специальные экспедиции для обследования весеннего промысла трески и ее запасов у Новой Земли. На станции работали четыре лаборатории, в них проводились исследования биоматериала по соглашению с Севгосрыбтрестом по научно-техническому обслуживанию его производственных нужд, велось изучение вопросов консервирования рыбы. В технологической лаборатории изучались жировые запасы различных промысловых рыб. Коллектив сотрудников возрос с трех (1927) до 19 человек (1930). Работа станции в составе института продолжалась до марта 1930 года, когда она была передана в ведение Института рыбного хозяйства. Фактически к этому времени в Порчнихе был создан био-



С.Я. Миттельман — сотрудник Севэкспедиции и ИИС, специалист по рыбоконсервному производству и промыслу рыбы. Организатор и начальник научно-промысловой станции ИИС на Восточном Мурмане в становище Порчниха (1927–1928). Заместитель директора ИИС (с декабря 1928 года)

В 1931 году в «Трудах Института по изучению Севера» вышел сборник статей сотрудников научно-промысловой станции Порчниха



лого-промыслово-исследовательский центр (помещения, лаборатории, склады, причал и шлюпки), сотрудники которого организовывали экспедиции, вели исследования и публиковали их результаты.

После реорганизации в 1930 году ИИС во Всесоюзный арктический институт (ВАИ) началась работа по созданию в регионах постоянных структур ВАИ, которые бы координировать и поддерживать работу экспедиций, с другой — обеспечивать эффективное взаимодействие института с местными организациями. В документах, отражающих деятельность института, эти структуры называются как «филиалами», так и «отделениями». Таких филиалов предполагалось создать три — один в Архангельске, второй — в Петропавловске на Камчатке, а вот местоположение третьего, сибирского, филиала варьировалось. Первоначально его планировали открыть в Новосибирске, затем — в Иркутске, а в начале 1932 года руководство института остановилось на идее создания Якутского филиала.

Архангельск имел для ВАИ огромное значение как порт, в котором снаряжались все морские экспедиции института, кроме того, именно отсюда отправлялись экспедиции на Новую Землю. Поэтому создание в Архангельске постоянного отделения (в документах оно иногда называется «европейским» или «Северным краевым») сразу же оказалось в планах реорганизованного института. Принципиальное отличие от работы управления и уполномоченного в 1920-х годах состояло в том, что в филиале должны были проводиться собственные исследования, поэтому в штатном расписании присутствовали должности научных сотрудников. Уже в приказе по институту № 1 от 15 октября 1930 года указывалось, что в отделении работают три человека. Штатными сотрудниками были геолог Г.В. Горбацкий и служитель А.М. Алексин, нештатным — И.Е. Никольская.

Сведения о дальнейшей деятельности филиала в Архангельске крайне отрывочны. В 1931 году отделение возглавил председатель Северного крайплана Н.Г. Рослов. В 1932 году он составил план работ

на вторую пятилетку. Основным районом деятельности филиала была тундровая зона Европейской Арктики с включением южного острова Новой Земли, островов Вайгач и Колгуев. Лабораторные и камеральные работы предполагалось проводить в Архангельске, а по всему району работ — создать сеть научных тундровых станций. Тематика изыскательских работ подчинялась практическим задачам освоения Севера (в т. ч. предполагалось создание в тундре сельскохозяйственных «оазисов»).

На практике единственным проектом, осуществленным при участии филиала, стала Нижне-Печорская экспедиция под руководством Г.В. Горбачего (лето 1932 года). Дальнейшая работа отделения по документам не прослеживается, а в мае 1933 года институт официально объявил о его ликвидации.

Создание филиалов ВАИ в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке было напрямую связано с той экспедиционной работой, которую институт развернул в этих районах в 1931 году (Нижне-Ленская и Анадырско-Чукотская экспедиции). В 1932 году был разработан пятилетний план для Якутского отделения ВАИ (ЯВАИ). Район работ ЯВАИ включал арктическое побережье Якутской АССР, восточный Таймыр и все арктические острова между Таймыром и устьем Колымы. Предполагалось сочетать работу по заданиям ВАИ и по заказам местных организаций. Директором филиала был назначен И.М. Людин.

ЯВАИ официально открылся 17 мая 1933 года и проработал по крайней мере до весны 1934-го. Его сотрудники при участии местных краеведов вели сбор материалов по экономике и природным ресурсам севера Якутии. В сентябре 1933 года по ходатайству приглашенного на работу в ЯВАИ мерзлотооведа С.М. Подтыникова Арктическому институту была передана «Шахта Шергина» — колодец глубиной 116 м, вырытый в мерзлоте в 1-й половине XIX века на участке купца Федора Шергина в Якутске. И.М. Людин пытался наладить работу с местной конторой ГУСМП «Якутсеверпуть», но в январе 1934 года вынужден был доложить на совещании института о целом ряде проблем: подходящего помещения не появилось, ГУСМП не выполняло обязательств по строительству, кадры отсутствовали, а от самого ВАИ филиал не получил конкретных плановых заданий. С лета 1934 года работа ЯВАИ не прослеживается, хотя приказа о его закрытии в архивных материалах пока обнаружить не удалось.

Камчатское отделение ВАИ (КОВАИ) фактически создавалось для обслуживания Анадырско-Чукотской экспедиции. Поначалу инициатива института не встретила поддержки на Камчатке, но в 1932 году удалось договориться о сотрудничестве с наиболее влиятельной местной хозяйственной организацией — Акционерным Камчатским обществом (АКО). В июне 1932 года зампреда правления АКО Е.Л. Якобсон был утвержден на должность директора КОВАИ, его заместителем был назначен известный дальневосточный ученый, профессор В.И. Огородников, горячий энтузиаст создания на Камчатке собственного научного центра.

По пятилетнему плану 1932 года Камчатский филиал был постоянной базой для организации работ института на крайнем северо-востоке СССР. В зону деятельности КОВАИ входили Чукотский национальный округ и северная часть Корякского округа, Берингово и Чукотское моря, а также побережье к западу от

Колымы (в случае невозможности обслуживания этой области ЯВАИ). При этом сама Камчатка, как район, лежащий южнее изотермы июля $+10^{\circ}$, в район исследований не входила. Помимо обеспечения работы экспедиций ВАИ, КОВАИ имело собственную научную программу — она согласовывалась с Организационным комитетом Чукотского национального округа и была направлена на разработку проблем хозяйственного развития региона (например, изучение горного оленеводства или геоботанические исследования в районах будущих совхозов).

В октябре 1932 года в Петропавловск пришел ледокольный пароход «А. Сибиряков», экспедицию на котором возглавлял директор ВАИ О.Ю. Шмидт. На проведенном 20 октября совещании было решено расширить район работ — включить в него Камчатский округ и прилегающие акватории Берингова и Охотского морей. На 1933 год было намечено открытие новой научной станции на о. Врангеля.

Но эти смелые планы быстро столкнулись с непреодолимыми трудностями. Уже в начале 1933 года председатель правления АКО Б.И. Гольдберг заявил о невозможности участия в финансировании КОВАИ. Дело было в том, что Камчатка (изучением которой занималось АКО в сотрудничестве с Академией наук) не входила в зону деятельности Главсевморпути (а следовательно, и подчиненного этому управлению Арктического института), созданного в декабре 1932 года. Районирование Дальневосточного края, проведенное в октябре-ноябре 1932 года, разделило Камчатскую область и Чукотский национальный округ (обе территории непосредственно подчинялись краю). В новых условиях руководство ГУСМП решило начать немедленную консервацию отделения с передачей оборудования новому органу, созданному специально для исследования Камчатки, если же он не будет создан до лета — то с возвратом оборудования Арктическому институту. Месяц спустя в протоколе заседания Президиума Ученого совета института от 23 апреля 1933 года КОВАИ упоминалось уже как бывшее.

В итоге ни один из запланированных в начале 1930-х годов филиалов института так и не смог развернуть полноценную работу. Причины такого положения дел заключались прежде всего в зависимости удаленных представительств ВАИ от местных организаций, организовать эффективное взаимодействие с которыми не удалось. Сыграло свою роль и создание Главсевморпути, повлекшее за собой перестройку уже сложившихся на местах схем работы различных учреждений. Трудности возникали не только в работе со сторонними организациями (АКО), но и внутри самой системы ГУСМП (пример — ЯВАИ и «Якутсеверпуть»).

В новом Положении об институте, принятом в январе 1935 года, раздел о филиалах исчез вообще. Возможность создания филиалов вновь появилась лишь при следующей реорганизации института в 1938 году. Тогда в положении указывалось, что АНИИ может организовывать филиалы на местах. На практике это произошло только в 1941 году, когда в Москве появилось Экономическое отделение (см.: РПИ. 2021. № 1).

*М.А. Емелина,
М.А. Савинов (ВИЦ СЗФО)*

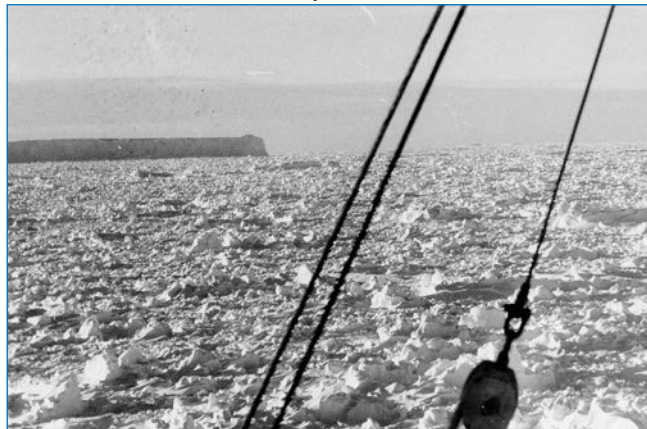
НЕЗАСЛУЖЕННО ЗАБЫТЫЙ «ЛЕДОВЫЙ ПЛЕН» В АНТАРКТИКЕ

В канун 200-летия открытия шестого континента русскими мореходами невольно вспоминаются не только героические, но и грустные истории наших дней. Вот одна из них, произошедшая в 36-ю Советскую антарктическую экспедицию.

Деятельность 36-й САЭ (1990–1992 годы, начальник экспедиции — Л.М. Саватюгин) проходила в очень неблагоприятных условиях: ухудшение экономического положения в стране создало трудности в материально-техническом обеспечении экспедиции, прекращение поставок продовольствия из стран СЭВ значительно сократило ассортимент продовольствия для полярников (из-за нехватки валютных средств удельный вес продовольствия, закупленного в иностранных портах, составлял не более 6 % от общего количества приобретенного продовольствия). Ледовые и погодные условия у побережья Антарктиды в период подхода экспедиционных судов и проведения погрузо-разгрузочных операций были достаточно сложными: пришлось консервировать станции Русская и Ленинградская и эвакуировать с них полярников на НЭС «Михаил Сомов». Кроме того, из-за двух пожаров на НЭС «Академик Федоров», задержавших ремонт судна в Сингапуре до 10 августа 1991 года, был сорван план вывоза отзимовавших полярников 35-й САЭ и сезонников 36-й САЭ. Безуспешными оказались попытки танкера «Берёзово» самостоятельно разгрузиться в Мирном и Молодежной.

В особенно сложном положении оказалось НЭС «Михаил Сомов», на которое легла вся тяжесть по вывозу экспедиционных судов из Антарктиды. Первый заход корабля по пути на Родину — Уругвай, город Монтевидео. Перед самым отходом корабля из Монтевидео, 4 мая 1991 года капитану Ф.А. Песьякову поступает тревож-

Набивной лед у границы припая в море Космонавтов;
июль–август 1991 года



НЭС «Михаил Сомов» в море Космонавтов, декабрь 1991 года

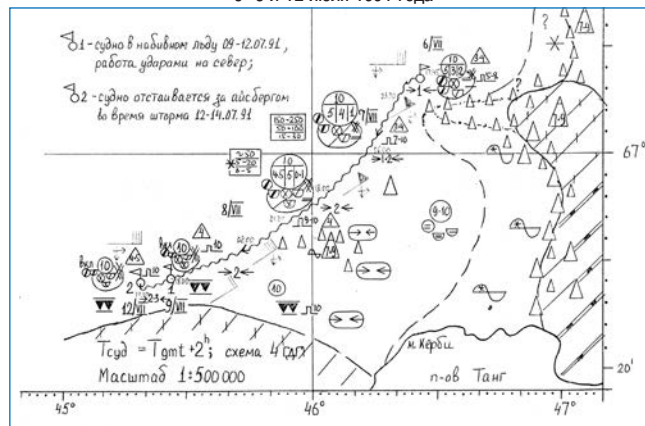
ная телеграмма: «КОРАБЛЮ ЭКСТРЕННО СЛЕДОВАТЬ НАЗАД В АНТАРКТИДУ К СТАНЦИИ МОЛОДЕЖНАЯ ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ БОЛЕЕ 150 ПОЛЯРНИКОВ...», т. к. на Молодежной в связи с задержкой НЭС «Академик Федоров» оставалось на зимовку более 300 человек. «Михаил Сомов» простоял в Монтевидео еще 1,5 месяца в ожидании прибытия из СССР НИС «Профессор Визе» для приема полярников и смены части личного состава на НЭС «Михаил Сомов». Лишь в конце июня «Михаил Сомов» взял курс к шестому континенту — туда, где в это время года уже наступила полярная ночь, не было ни одного корабля и свирепствовали жестокие вьюги.

7 июля 1991 года «Михаил Сомов» вошел в залив Алашеева моря Космонавтов и смог пробиться через пояс дрейфующих льдов только до кромки уже установившегося двухметрового припая, где и был зажат ледяными полями в точке 67°11' ю. ш., 45°09' в. д., на расстоянии 37 миль от Молодежной. На борту судна остались 146 участников 35-й зимовочной и 36-й сезонной экспедиций. С этого дня начался «ледовый

плен» «Михаила Сомова» в окружении многочисленных айсбергов, представляющих большую опасность, если начнется их дрейф.

На Молодежной, предполагая возможность дальнейшей спасательной эвакуации, приступили к трудоемкой работе по подготовке снежно-ледового аэродрома в 25 км от станции. ВПП строилась с расчетом принятия тяжелого самолета на колесном шасси типа Ил-76 (тяжелых самолетов на лыжном шасси в нашей стране не было). Руководил работами по подготовке ледового аэродрома начальник экспедиции Л.М. Саватюгин. Для

Схема дрейфа НЭС «Михаил Сомов» у станции Молодежная
6–8 и 12 июля 1991 года



авиаторов, моряков и полярников началась ежедневная борьба за жизнеобеспечение «родного» корабля, которая продолжалась 175 суток до 28 декабря 1991 года.

Весь этот период проходили выравнивание и укатка взлетно-посадочной полосы, осуществлялась вертолетная связь с судном, на которое доставлялись дизтопливо, авиакеросин и продовольствие из запасов Молодежной. Была даже попытка на двух вездеходах проложить по припайному льду «дорогу жизни» от Молодежной до судна (начальник похода — А.Б. Даньяров), но обе машины застряли в непреодолимых торосах, а людей удалось эвакуировать вертолетом.

За 175 суток «ледового плена» вертолеты Ми-8 налетали более 560 часов (руководитель специалистов инженерно-технической службы авиазвена — А.Н. Бабулин, командир звена — А.Ф. Болотов, командиры вертолетов — Б.С. Гюлюмян, М.Д. Сураев). Для сравнения: в 30-ю САЭ вынужденный дрейф НЭС «Михаил Сомов» в районе станции Русская продолжался 133 дня (15 марта — 26 июня 1985 года), операция по обколу льда вокруг судна ледоколом «Владивосток» (руководитель спасательной экспедиции — А.Н. Чилингаров) заняла 1 час 49 минут, с борта «Владивостока» был выполнен один вертолетный рейс продолжительностью 40 минут, трое участников экспедиции получили тогда звания Героев Советского Союза, многие — более скромные награды. Но на этот раз на выручку «Сомова» никакого ледокола не прислали.

Для вывоза полярников 35-й и 36-й САЭ, находившихся на борту НЭС «Михаил Сомов», Госкомгидрометом СССР было принято решение направить в Антарктиду самолет Ил-76МД.

12 августа 1991 года самолет Ил-76МД (командир — Герой Советского Союза С.Г. Близнюк) вылетел из Москвы по маршруту Бангкок — Сейшелы — Кейптаун — Молодежная.

15 августа участники экспедиции получили радиogramму с сообщением ТАСС:

«В АНТАРКТИДУ НА СПАСЕНИЕ СОМОВА. МОСКВА /ТАСС/. ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ 169 УЧАСТНИКОВ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НАУЧНОГО СУДНА «СОМОВ» В РАЙОН БЕДСТВИЯ ВЫЛЕТЕЛ ИЛ-76. КОМАНДИР ЭКИПАЖА ЛЕТЧИК-ИСПЫТАТЕЛЬ С. БЛИЗНЮК И РУКОВОДИТЕЛЬ ЭВАКУАЦИОННОЙ

ГРУППЫ — ПРЕЗИДЕНТ АССОЦИАЦИИ ПОЛЯРНИКОВ А. ЧИЛИНГАРОВ ГОТОВЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ ТЩАТЕЛЬНО ПРОДУМАННОЙ ОПЕРАЦИИ. БОЛЕЕ ПЯТНАДЦАТИ МЕСЯЦЕВ СОМОВЦЫ ВЕЛИ НАУЧНУЮ ВАХТУ В АНТАРКТИДЕ И ВЫПОЛНИЛИ ВСЕ ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ. ОДНАКО САМ КОРАБЛЬ ОКАЗАЛСЯ В ЛЕДОВОМ ПЛЕНУ. РЕШЕНО ЭВАКУИРОВАТЬ УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕДИЦИИ И ДОСТАВИТЬ ИХ НА РОДИНУ. ОБСТАНОВКА В АНТАРКТИДЕ НЕПРОСТАЯ: СИЛЬНЫЙ ВЕТЕР, МОРОЗ, ПОЛЯРНАЯ НОЧЬ. ПОЭТОМУ В РАЙОНЕ ЛЕДОВОГО ДРЕЙФА НАХОДИТСЯ ЕЩЕ ОДНО НАУЧНОЕ СУДНО — «ПРОФЕССОР ВИЗЕ». ПОДГОТОВЛЕН АЭРОДРОМ, ПО СОГЛАСОВАНИЮ С ВЛАСТЯМИ ЮАР СПАСАТЕЛЬНЫЙ САМОЛЕТ СДЕЛАЕТ ПРОМЕЖУТОЧНУЮ ПОСАДКУ В ЭТОЙ СТРАНЕ».

На Молодежной и «Михаиле Сомове» началась круглосуточная авральная подготовка к приему спасательного самолета, благо этому способствовали погодные условия. Переброска полярников с НЭС на Молодежную была выполнена за трое суток, эвакуировано 140 полярников и часть экипажа судна с их личными вещами и экспедиционным оборудованием. Все торопились завершить переброску людей как можно быстрее, т. к. приближался атмосферный фронт с продолжительным ухудшением погоды.

21 августа в условиях полярной ночи Ил-76МД приземлился в аэропорту Молодежной «Гора Вечерняя» (в самый разгар в РСФСР августовского путча). Самолет доставил в Антарктиду не только долгожданные подарки и почту полярникам от родных и близких, но и правительственную комиссию, которую возглавлял Герой Советского Союза А.Н. Чилингаров. На смену капитана «Михаила Сомова» Ф.А. Песьякова прилетел новый капитан — Герой Советского Союза В.Ф. Родченко.

После 23,5-часового отдыха экипажа Ил-76МД, при предельной загрузке, 22 августа 1991 года благополучно взлетел со снежно-ледового аэродрома и взял курс на Кейптаун. На его борту было более 190 пассажиров.

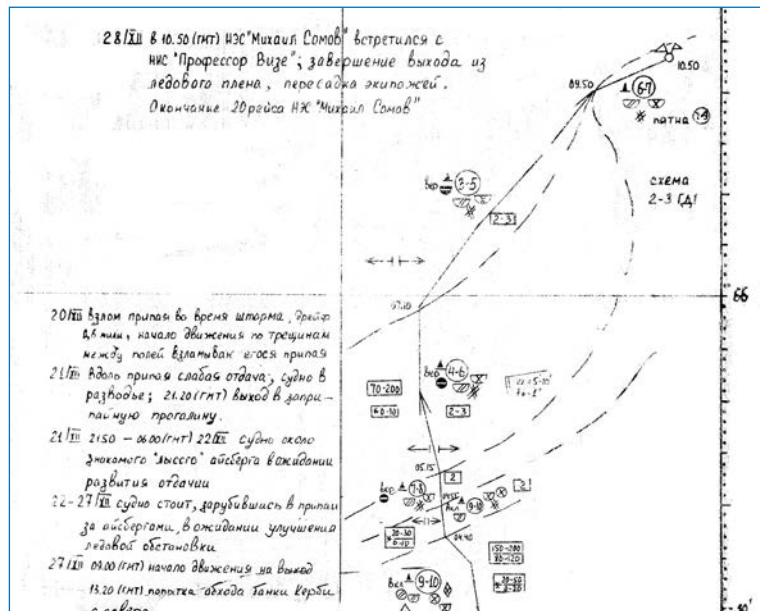
Перед отлетом А.Н. Чилингаров сообщил участникам экспедиции, что Президентом Б.Н. Ельциным рассматривается вопрос о реанимации ордена «Георгиевский крест», и пообещал, что они будут первыми награждены этими орденами. Доставленные в Кейптаун полярники лететь на Родину перегруженным самолетом отказались и были вывезены на НИС «Профессор Визе» и НИС «Профессор Зубов».

Прилетев в Москву, члены правительственной комиссии быстро забыли свои обещания, и это было неудивительно, т. к. в это время «тонул» такой корабль, как СССР.

20 декабря 1991 года произошел взлом припая в районе нахождения НЭС «Михаил Сомов», начался дрейф судна, а 28 декабря 1991 года оно самостоятельно вышло из «ледового плена» и подошло к кромке дрейфующего льда для встречи с НИС «Профессор Визе» и уже вышедшим из ремонта НЭС «Академик Федоров». После встречи кораблей произошла частичная смена экипажа НЭС «Михаил Сомов» и авиагруппы. Прибывшим на смену авиаторам были переданы два вертолета Ми-8 в исправном состоянии, которые, как и НЭС «Михаил Сомов», продолжили обслуживать 37-ю, но уже не Советскую, а Российскую антарктическую экспедицию (РАЭ).

А.Н. Бабулин (участник 36-й САЭ),
Л.М. Саватюгин (ААНИИ).
Фото из архива ААНИИ

Схема дрейфа НЭС «Михаил Сомов» в период 21–28 августа 1991 года



3 апреля 2021 г. Пресс-служба Минвостокразвития России. Утверждена государственная программа социально-экономического развития Арктической зоны РФ. Главная цель госпрограммы – обеспечение условий для ускоренного экономического развития территорий Арктической зоны Российской Федерации. Документ включает две подпрограммы: «Создание условий для привлечения частных инвестиций и создания новых рабочих мест в Арктической зоне Российской Федерации» и «Создание условий для устойчивого социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации». Общий объем финансирования включенных в госпрограмму мероприятий на период 2021–2024 годы за счет средств федерального бюджета превысит 19,5 млрд рублей. <https://minvr.gov.ru/presscenter/news/31802/>

9 апреля 2021 г. Санкт-Петербургский государственный университет. 6–7 апреля Центр канадских исследований СПбГУ с большим успехом провел международную научно-практическую конференцию «Сотрудничество России и Канады в Арктике на федеральном и региональном уровне: инфраструктура, экономические возможности и благополучие северян». В обсуждении актуальных научных вопросов приняли участие дипломаты высокого уровня, представители мирового академического сообщества, члены общественных объединений. <https://spbu.ru/openuniversity/documents/mezhdunarodnayanauchnoprakticheskayakonferenciyasotrudnichestvorossii>

13 апреля 2021 г. Русское географическое общество. С 26 марта по 10 апреля в национальном парке «Русская Арктика» прошла экспедиция по наблюдению за белыми медведями. Это совместная работа ученых из Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН и специалистов нацпарка «Русская Арктика», ведется периодически с 2009 года и на постоянной основе – с 2018 года. Только в динамике, собирая ежегодно данные по виду, ученые могут сделать выводы по актуальному состоянию популяции и проследить динамику. Возможность вести многолетние наблюдения биологии получили благодаря поддержке Русского географического общества. <https://www.rgo.ru/ru/article/kakvedyotsebyaarktikavepohubystryhizmeneniy>

16 апреля 2021 г. Арктик-фонд. Сформирована команда арктического плавучего университета 2021. Экспедиция в этом году пройдет с 10 по 30 июня на научно-экспедиционном судне «Михаил Сомов». Она отправится на северную оконечность архипелага Новая Земля и Землю Франца-Иосифа. Экспедиция осуществляется в рамках Года науки и технологий в России, а также председательства Российской Федерации в Арктическом совете в 2021–2023 годах и при поддержке научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования». https://arctic.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1725:sformirovanakomandaarktikeskogoplavuchegouniversiteta-2021&catid=8&lang=ru&Itemid=548

21 апреля 2021 г. Gismeteo. Подгоняемые потеплением, медведи гризли мигрируют на север, а белые медведи перемещаются на юг из-за таяния льда за полярным кругом. Два вида однажды пересеклись и скрестились, в результате чего появились гибриды, известные как «пизли». Остается еще много вопросов, например, являются ли гибриды плодовитыми. <https://www.gismeteo.ru/news/animals/klimaticheskieizmeneniyaprivelikpoyavleniyugibridovbelogomedvedyagrizli/>

22 апреля 2021 г. Gismeteo. От шельфового ледника Антарктики Брант откололся айсберг, названный А-74. На исследовательском судне «Polarstern» ученые приблизились к освободившейся ото льдов территории для исследований. Выяснилось, что подо льдом развилось неожиданное для таких условий биоразнообразие. Помимо многочисленных организмов, обитающих на каменных глыбах и являющихся природными «фильтрами», ученым повстречалось множество морских огурцов, морских звезд, несколько видов кальмаров и рыб. Исследования продолжаются. <https://www.gismeteo.ru/news/nature/podoldomantarkidypitshizn/>

22 апреля 2021 г. Росгидромет. Росгидромет приступает к снабжению труднодоступных арктических станций. Запланированы два рейса: летом – по станциям Северного УГМС, осенью – по станциям Якутского и Чукотского УГМС. Рейсы осуществит научно-экспедиционное судно «Михаил Сомов». <http://www.meteorf.ru/press/news/24291/>

28 апреля 2021 г. Gismeteo. Океанологами обнаружены прежде неизвестные виды морской губки, обитающие неподалеку от Земли Франца-Иосифа. Эти создания способны неспешно двигаться по океаническому дну, при том что большинство их родственников проводит жизнь практически неподвижно, прикрепляясь к чему-либо. Открытие сделала команда ученых, возглавляемая профессором Антье Бутиусом, в ходе экспедиции на судне Polarstern. <https://www.gismeteo.ru/news/animals/hodyachiegubkiobnaruzhenyusevernogopoberezhyarossii/>

7 мая 2021 г. Gismeteo. Ученые установили, что в вечной мерзлоте в одном из самых известных северных морей таится огромный резервуар с метаном. С таянием вечной мерзлоты возрастает риск, что газ вырвется наружу в больших количествах и ускорит процессы глобального потепления. Беспокойство ученых связано с тем, что в этом естественном хранилище газа больше, чем содержит вся атмосфера. <https://www.gismeteo.ru/news/nature/izmoryalaptevyhmozhetvsplytmetanovoeoblako/>

11 мая 2021 г. Арктик-фонд. Летом 2021 года на НИС Минобрнауки России отправятся в Арктику два плавучих университета: МГУ и совместный плавучий университет МФТИ и Института океанологии РАН им. П.П. Ширшова. Экспедиции приурочены к Году науки и технологий в России, а также председательству РФ в Арктическом совете. https://arctic.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1743:dveekspeditsiiplavuchikh-universitetowarktikuprojdutletom&catid=8&lang=ru&Itemid=548

19 мая 2021 г. Русское географическое общество. Специальная группа для участия в очередной комплексной экспедиции на архипелаг Новая Земля сформирована на Северном флоте. В нее вошли наиболее подготовленные специалисты, которым предстоит в августе 2021 года вместе с отрядом 12-го Главного управления Минобороны и Мурманского регионального отделения Русского географического общества обойти вокруг Южного острова Новой Земли на ледоколе «Илья Муромец». <https://www.rgo.ru/ru/article/voennyissledovatelivmestsergoprodolzhatizuchatnovuyuzemlyu>

27 мая 2021 г. Русское географическое общество. 1 июня 2021 года в московском музее-усадьбе Муравьевых-Апостолов состоится открытие выставки «Архипелаги Арктики», организованной Русским географическим обществом и издательством «Паулсен». В экспозиции – более 40 уникальных фотографий, рассказывающих о неповторимой природе арктических островов России. Это работы известных полярных путешественников, членов РГО – Леонида Круглова, Сергея Горшкова и Михаила Флинта. Фотовыставка приурочена к переходу к России председательства в Арктическом совете. <https://www.rgo.ru/ru/article/arhipelagiarktikivpervyydenletavmoskveotkroyutvystavkuocarstveholoda>

31 мая 2021 г. Пресс-служба Росгидромета. Министр природных ресурсов и экологии России Александр Козлов, заместитель министра Сергей Аноприенко и руководитель Росгидромета Игорь Шумаков посетили Климатический центр Росгидромета, созданный на базе Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. В ходе визита министр ознакомился с работой ГГО, провел рабочее совещание по вопросу создания Федерального центра климатического обслуживания, обсудил вопросы развития государственной наблюдательной сети Росгидромета, а также осмотрел музей истории метеорологии. <https://www.meteorf.ru/press/news/24814/>

Подготовила А.С. Филиппова

ПАМЯТИ ЮРИЯ САРКИСОВИЧА ЦАТУРОВА



8 апреля после тяжелой болезни скончался председатель Общественного совета Росгидромета, член Российской академии естественных наук Юрий Саркисович Цатуров.

Юрий Саркисович Цатуров родился 24 марта 1939 года в Тбилиси. В 1964 году окончил физический факультет Тбилисского государственного университета по специальности «Ядерная физика». С 1965 по 1973 год работал в Службе специального контроля Министерства обороны СССР, где занимался изучением радиоактивного загрязнения в результате проведения ядерных взрывов. В 1971 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

С 1973 по 1983 год он работал в центральном аппарате Главного управления гидрометеорологической службы при Совете министров СССР, а затем в Госкомгидромете СССР — заместителем начальника Управления по изучению и контролю загрязнения внешней среды и затем возглавил Управление нормирования и надзора за выбросами в природную среду.

В 1988 году Юрий Саркисович был назначен заместителем Председателя Госкомгидромета СССР. С 1996 по 2004 год он являлся первым заместителем руководителя Росгидромета.

Юрий Саркисович играл важную роль в организации исследований Арктики и Антарктики. Под его руководством и при его участии были подготовлены и приняты постановления Правительства Российской Федерации «О мерах по обеспечению интересов Российской Федерации в Антарктике и деятельности Российской антарктической экспедиции в 2002–2020 годах» и «Об установлении районного коэффициента к заработной плате работников Российской антарктической экспедиции».

Юрий Саркисович много сделал для восстановления деятельности научных организаций и наблюдений зональной обсерватории Баренцбург на архипелаге Шпицберген. Неоценим его вклад в подготовку Международного полярного года 2007/08. Многолетняя деятельность Юрия Саркисовича в качестве вице-председателя Программы арктического мониторинга и оценки Арктического совета обеспечивала эффективное международное сотрудничество в Арктике.

Светлая память о Юрии Саркисовиче сохранится в наших сердцах.

