



# РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК



ISSN 2218-5321



## В НОМЕРЕ:

### АКТУАЛЬНОЕ ИНТЕРВЬЮ

- Что происходит с мерзлотой Арктического шельфа?  
Интервью с членом-корреспондентом РАН Игорем Петровичем Семилетовым ..... 3

### ОБЗОРЫ

- А.И. Данилов. Российские арктические морские и прибрежные научные экспедиционные исследования в 2017 году... 9

### ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

- А.Ю. Ипатов. Итоги работы пятого зимовочного сезона на научно-исследовательском стационаре «Ледовая база “Мыс Баранова”» .....21  
Б.И. Бакаленко. Геофизические исследования на научно-исследовательском стационаре «Ледовая база “Мыс Баранова”» в период 2015–2017 гг. ....25  
П.И. Лунев, Д.М. Воробьев, А.В. Киселев. Сезонные морские и континентальные геолого-геофизические исследования ПМГРЭ в период 62-й Российской антарктической экспедиции .....26  
В.К. Афанасьева. Комплексные исследования в море Амундсена с борта НИС «Поларштерн» в 62-й РАЭ .....31  
М.В. Гаврило. Птицы, люди и пластик. О результатах работ по медико-экологической программе экспедиции «Открытый океан: Архипелаги Арктики-2017 – По следам “Двух капитанов”» .....33  
К.С. Зайков. *Arcticum Incognita*: «Арктический плавучий университет» вернулся из высоких широт .....35

### МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- Д.О. Владимирова. EastGRIP — международный научный проект в Гренландии .....37

### КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, ЗАСЕДАНИЯ

- Н.К. Харлампьева. Семинар в Санкт-Петербургском государственном университете «Международное научное сотрудничество в Арктике» .....40  
И.С. Смирнов. Международная конференция «Живая природа Арктики: сохранение биоразнообразия, оценка состояния экосистем» .....42  
Якутск и Санкт-Петербург обсудили проблемы адаптации регионов к изменению климата .....43  
Итоги 5-й сессии Совместной комиссии ВМО-МОК по океанографии и морской метеорологии (СКОММ) .....44

### СООБЩЕНИЯ

- А.И. Данилов, В.И. Бессонов, Н.Н. Антипов. Полынья Уэдделла в 2017 году .....45  
А.С. Парамзин, И.С. Ёжиков, А.Н. Рачкова, Д.Ю. Большиянов. Уникальное ледниковое событие на архипелаге Северная Земля .....47  
В.Ю. Замятин. Будущее российского ледокольного флота: «Иван Папанин» и «Сибирь» .....49

### ДАТЫ

- В.В. Лукин. 60 лет внутриконтинентальной станции Восток .....51  
В.Л. Мартынов, А.Б. Даньяров. К 50-летию открытия Полюса относительной недоступности .....54  
В.С. Палченко. 50 лет флоту ААНИИ .....57  
Траурные мероприятия в Баренцбурге .....59

### РЕДКОЛЛЕГИЯ:

А.И. Данилов (главный редактор)  
тел. (812) 337-3119, e-mail: aid@aari.ru

А.К. Платонов (ответственный секретарь редакции)  
тел. (812) 337-3230, e-mail: alexplat@aari.ru

И.М. Ашик, С.Б. Балясников, А.А. Быстромович, М.В. Гаврило, М.А. Гусакова,  
М.В. Дукальская, А.В. Клепиков, С.Б. Лесенков, П.Р. Макаревич, А.С. Макаров,  
В.Л. Мартынов, А.А. Меркулов, В.Т. Соколов, А.Л. Титовский

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

### РОССИЙСКИЕ ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 4 (30) 2017 г.

ISSN 2218-5321

Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды  
ГНЦ РФ Арктический и антарктический  
научно-исследовательский институт  
199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 98

Типография «Моби Дик»  
191119, Санкт-Петербург, ул. Достоевского, 44  
Заказ № \_\_\_\_\_. Тираж 350 экз.

Мнение редакции может не совпадать с позицией автора.

Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать материал.

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

На 1-й странице обложки: сверху — НИС «Поларштерн» на фоне 90-метрового айсберга, залив Пайн-Айленд (фото В.К. Афанасьевой);  
внизу — остров Гукера, арх. Земля Франца-Иосифа. Август 2017 года. (фото В.М. Смольяницкого).

На 4-й странице обложки: скала Монах из группы Больших Оранских островов, национальный парк «Русская Арктика» (фото А.В. Ежова).

## ЧТО ПРОИСХОДИТ С МЕРЗЛОТОЙ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА?

ИНТЕРВЬЮ С ЧЛЕНОМ-КОРРЕСПОНДЕНТОМ РАН ИГОРЕМ ПЕТРОВИЧЕМ СЕМИЛЕТОВЫМ



Игорь Петрович Семилетов родился в 1955 году в Венгрии. С 1977 года работает в Тихоокеанском океанологическом институте им. В.И. Ильичева ДВО РАН. В 1990-е стал основателем и заведующим лаборатории геохимии полярных регионов (в настоящее время – лаборатории арктических исследований). Организовал и выполнил более 40 всевозможных национальных и международных экспедиций в моря Восточной Арктики. Профессор-исследователь Международного арктического научного центра при Университете Аляски (Фэрбанкс), профессор Института природных ресурсов Томского политехнического университета. Научный руководитель Международной лаборатории углерода арктических морей, созданной в рамках мега-гранта Правительства РФ. Автор более 150 публикаций в топ-журналах, включая "Science", "Nature", "Nature Geosciences", "Nature Communication", "PNAS". В 2016 году избран членом-корреспондентом РАН.

*Игорь Петрович Семилетов — известный ученый, занимающийся проблемой эмиссии парниковых газов вследствие таяния подводной мерзлоты арктического шельфа. Это острая, актуальная проблема, исследования в этой области быстро развиваются в последние годы и во многом благодаря его усилиям. А начинал он с антарктических исследований.*

*Расскажите о начале вашего научного пути, о сотрудничестве с ААНИИ в Антарктике.*

Спасибо за вопрос, который дает мне возможность вернуться в начало 1980-х, когда я принял участие в морской части 26-й Советской антарктической экспедиции (САЭ) на борту НИС «Профессор Зубов» в составе группы дальневосточных ученых из пяти человек. Наше участие было определено перспективными работами в натурном научном эксперименте «ПОЛЭКС-Юг», который был направлен на изучение влияния крупномасштабных круговоротов вод и льдов Южного океана на динамику циркуляции вод Мирового океана и учета их вклада в энергетический баланс системы океан — атмосфера — морской лед. В процессе подготовки, которая в основном происходила в здании ААНИИ, расположенном в то время в Шереметьевском дворце по адресу Фонтанка, 34, я познакомился с молодым научным сотрудником Александром Даниловым. Во время 125-суточной экспедиции мне довелось общаться со многими сотрудниками ААНИИ. Наиболее близкие отношения завязались с Николаем Антиповым и Валерием Малеким, с которыми иногда встречаюсь в новом здании ААНИИ.

Во время работ в Антарктике я был очарован гигантскими айсбергами, их красотой и мощью. Именно там возникла мысль о том, что за сотни тысяч лет процесса формирования ледяного покрова Антарктиды по схеме снег — фирн — лед в ледовую толщу включается воздух, который на первоначальном этапе занимает место в порах снега, затем фирна, и так далее. Возникло предположение, что можно изучать древний состав воздуха путем анализа этих воздушных включений методами газовой хроматографии, которыми я в то время уже начал серьезно заниматься.

По возвращении в порт Ленинград в апреле 1982 года я поделился своим предположением с Александром, Валерием и Николаем, которые отвели меня в отдел географии полярных стран ААНИИ, где я познакомился с Нарциссом Иринар-

ховичем Барковым. Эта встреча во многом определила мою научную жизнь. Я рассказал ему о своем предположении и горячем желании заняться проблемой восстановления палеосостава атмосферы путем анализа воздушных включений, извлеченных из ледяных кернов. Н.И. Барков в очень тактичной форме объяснил, что этой проблемой уже начали заниматься в ряде западных университетов. Мне было предложено подумать о методах исследования, которые могут быть реализованы на основе использования приборов, изготовленных в СССР. Вскоре он сообщил радостную новость о возможности заключения хозяйственного договора на разработку аналитической системы для определения общего газосодержания и концентрации метана, а также двуокиси углерода в ледяных кернах, полученных в результате глубокого бурения на станции Восток.

До конца 1980-х мы работали вместе с ним и Владимиром Липенковым, практически жили в нашем научном балке, установленном в саду Шереметьевского дворца. В 1988–1989 годах в рамках 34-й САЭ на борту НИС «Профессор Визе» нами совместно с А. Гусевым из Горного института были выполнены газоаналитические исследования ледяных кернов, отобранных на станции Восток до глубины 2280 м. Кроме того, в водах Южного океана удалось выполнить работы по исследованию динамики карбонатной системы. Результаты совместных исследований были опубликованы в Докладах АН СССР, Journal Atmospheric Systems и ряде других изданий в России и за рубежом. Однако в 1989-м началась перестройка и наши совместные работы были прекращены из-за недостатка финансирования. Тем не менее это направление исследований до сих пор остается одним из приоритетных в области наук о Земле. Свидетельство тому — высокая правительственная награда, врученная Президентом В.В. Путиным В.Я. Липенкову, и орден офицера Почетного Легиона Франции, которого был удостоен Н.И. Барков за заслуги в изучении ледяных кернов, палеоклимата Земли и подледникового озера Восток.

Эти годы стали для меня важнейшим этапом научного роста, был приобретен уникальный опыт по разработке различных модификаций парофазного газохроматографического анализа, которые были внедрены на уровне изобретений в практику океанологических и геокриологических исследований. Я был готов к самостоятельной работе в новом для меня районе исследования — в российской Арктике.

*С чего начался арктический период вашего научного пути?*

До конца 1980-х я принял участие во многих океанологических экспедициях во всех океанах, кроме Ледовитого. Меня всегда тянула Арктика. Все началось с северных рассказов Джека Лондона, потом переезд семьи из Латвии (где отец работал военным хирургом) в поселок Новая Иня на побережье Охотского моря — на севере Хабаровского края, всего в 350 км от Магадана. Охотился, ловил рыбу, на летних каникулах был старателем-вольнопринositeлем — мыл золото на Колыме. У друзей-охотников научился быстро реагировать в экстремальных ситуациях. То есть морально и физически был готов к работе в Арктике. Но вначале нужно было пройти школу Антарктики со старшими коллегами из АНИИ.

После возвращения из 34-й САЭ мне в руки попала статья академика Георгия Александровича Заварзина о наличии атмосферного максимума основных парниковых газов, метана и двуокиси углерода над Арктикой, выводы которой были основаны на обобщении данных атмосферного мониторинга. В это же время, на основе сравнения палеоизменчивости содержания метана по результатам анализа ледяных кернов из Гренландии и Антарктиды, американскими учеными Халилом и Расмуссеном было показано, что атмосферный

максимум над Арктикой исчезал в последний ледниковый период. Этот результат стал основой для формирования гипотезы о решающей роли состояния наземной мерзлоты, как фактора, регулирующего атмосферную эмиссию метана. Для тестирования этой гипотезы начиная с 1990 года совместно с Сергеем Зимовым были начаты исследования по выявлению роли термокарстовых озер. В период с 1990 по 1994 год исследования проводились в основном в северной тайге Колымо-Инди́гирской низменности на базе Северо-Восточной научной станции Тихоокеанского института географии ДВО РАН, расположенной в 7 км от поселка Черский. Начиная с осени 1994 года изучение роли термокарстовых озер было расширено — исследования стали проводиться в арктической тундре. Они выполнялись на платформе Полярной геокосмофизической обсерватории Института космофизических исследований Якутского научного центра СО РАН в районе поселка Тикси. Было показано, что концентрации растворенного метана в тундровых озерах примерно на два порядка ниже, чем в озерах, расположенных в таежной зоне

Колымо-Инди́гирской низменности. Этот вывод дал основания для переоценки в сторону понижения роли северных озер в региональном балансе эмиссии метана.

С осени 1994 года были начаты морские исследования, направленные на выявление роли морей Восточной Арктики в эмиссии метана и двуокиси углерода, которые выполнялись в режиме попутных наблюдений на борту дизель-электрохода «Амдерма» по маршруту Владивосток — устье реки Колымы (Восточно-Сибирское море) и на борту НЭС АНИИ «Михаил Сомов» в море Лаптевых. Такого рода комплексные исследования в системе суша — шельф продолжались до конца 1990-х годов на судах различного класса, от НЭС «Михаил Сомов» (1995) до гидрографического судна Тихсинской гидробазы «Дунай» (1997, 1998, 1999). Для оценки роли реки Лены в эмиссии парниковых газов начиная с 1994 года были организованы всесезонные исследования, зимой на вездеходах, летом — с небольших катеров и моторных лодок. В 1996 году наша группа приняла участие в работах по исследованию динамики карбонатной системы в американском секторе Чукотского моря. Наши результаты, опубликованные в «Докладах Академии наук», «Progress Oceanography», «Journal Atmospheric Sciences», впервые показали мозаичность в распределении стоков и источников двуокиси углерода в арктических морях Америко-Азиатского сектора Арктики.

В 2000 году была проведена первая крупномасштабная комплексная экспедиция на борту гидрографического судна «Николай Коломейцев» по маршруту Архангельск — моря Российской Арктики — Владивосток, что позволило впервые выполнить прецизионные измерения основных гидрологических параметров, элементов карбонатной системы, растворенного метана, биогенных элементов и т.д. по всему маршруту Северного морского

пути с выполнением детальных разрезов в морях Восточной Арктики (МВА), включая моря Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское.

Начался новый этап комплексных биогеохимических и экологических исследований в МВА, который, на основе проведения примерно 40 отечественных экспедиций, заложил основы знаний об изменчивости основных компонентов цикла углерода в условиях возрастающих темпов деградации наземной мерзлоты, которая окружает моря Сибирского и Северо-Американского сектора Северного Ледовитого океана. Особое внимание уделялось изучению дисбаланса в цикле углерода, который отчетливо проявляется в эмиссии двуокиси углерода и метана. Здесь нужно отметить, что «ответственность» за эмиссию этих парниковых газов несут разные процессы.

Если коротко, то нами впервые была выдвинута и доказана гипотеза о том, что окисление древнего эрозионного углерода, поступающего в МВА в результате разрушения берегового ледового комплекса, является основным процессом, опре-



Береговая эрозия. Побережье моря Лаптевых.

деляющим перенасыщение (относительно атмосферы) двуокисью углерода вод западной части МВА (море Лаптевых и западная часть Восточно-Сибирского моря). Более того, показано, что экспорт эрозионного углерода в районах МВА с высокими скоростями береговой эрозии (по крайней мере от устья реки Хатанги до устья реки Колымы) является основным процессом, определяющим биогеохимические особенности вод и современной седиментации.

Первая статья, посвященная биогеохимическим последствиям береговой эрозии в МВА, была опубликована в «Докладах Академии наук» (1999 год), а последняя в «Nature Geoscience» (2016). Между ними 17 лет экспедиционных исследований и поисков подходящих маркеров (индикаторов), позволяющих изучить и оценить количественно транспорт и трансформацию эрозионного углерода в системе суша — шельф МВА. Также была изучена роль сибирских рек в транспорте и трансформации растворенного и взвешенного органического углерода на примере системы река Лена — море Лаптевых. По этим результатам нами в содружестве со стратегическими партнерами из Швеции (группа профессора Орьяна Густафссона, члена Нобелевского комитета по химии, и группа профессора Лейфа Андерсона, также члена Нобелевского комитета) и других коллег из Нидерландов, Великобритании, США и Италии опубликованы десятки статей в ведущих мировых изданиях, включая «Biogeosciences», «Cryosphere», «Geochimica et Cosmochimica Acta», «Geophysical Research Letters», «Global Biogeochemical Cycles», «J. Geophysical Research», «J. Marine Sciences», «Nature». В этой области исследования наша международная группа занимает лидирующие позиции.

Другое направление наших исследований — выявление процессов, ответственных за эмиссию метана из донных отложений МВА, изучение масштабов выбросов метана в водную толщу и далее в атмосферу, их количественная оценка. Это направление исследований в нашей международной группе начиная с 2004 года ведет доктор геолого-минералогических наук Наталья Шахова. Впервые на основе результатов, полученных в экспедициях, выполненных до 2008 года, было доказано, что МВА являются очень крупным источником выхода метана в атмосферу, соизмеримым со всем Мировым океаном, и была высказана гипотеза об определяющей роли деградации подводной мерзлоты и образовании сквозных таликов — газовыводящих путей в толще осадков МВА. Эта гипотеза была доказана в результате специализированных комплексных биогеохимических, геофизических и геологических исследований, включая пятилетнюю программу колонкового бурения, выполненную нашей группой с припайного льда моря Лаптевых (2011–2015 годы). Результаты этих исследований опубликованы в более 40 статьях в национальных («Доклады Академии наук», «Вестник РАН») и мировых топ-журналах, включая «Geophysical Research Letters» (2005), «J. Marine Systems» (2007), «Science» (2010), «J. Geophysical Research» (2010), «Nature Geoscience» (2014), «Philosophical Transactions of the Royal Society A» (2015), «Nature Communications» (2017).

*Получается, что после начала комплексных исследований по всей трассе Северного морского пути в 2000 году группой был получен огромный материал, позволивший выявить дисбаланс цикла углерода на Арктическом шельфе России. Можно ли выделить особенности проведения арктических исследований на отдельных этапах, объяснить читателям различных научных специальностей, почему данное направление исследований является одним из наиболее важных в области наук о Земле, и как выбросы метана могут повлиять на климат?*

Во-первых, известно, что пул (резервуар) органического углерода (ОУ), захороненного в вечной мерзлоте суши, сопоставим с оценками пула ОУ почв на нашей планете. Поэтому процесс вовлечения ОУ деградирующей мерзлоты суши с его последующей трансформацией в форму парниковых газов —  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ , рассматривается как один из важных факторов, влияющих на состояние климата. В то же время в мировом сообществе принято считать, что гигантский резервуар ОУ на Сибирском арктическом шельфе «заблокирован» подводной мерзлотой. В рамках наших исследований было показано, что это не так: мегапул ОУ Сибирского шельфа уже вовлечен в современный круговорот углерода. Учитывая, что запасы ОУ в многокилометровой толще Сибирского шельфа как минимум на пять порядков превышают запасы ОУ, доступные для вовлечения в современный биогеохимический цикл из верхнего слоя наземной мерзлоты, становится очевидным, что вовлечение древнего ОУ из Сибирского шельфа, уже трансформированного в форму  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ , в современный цикл может оказать воздействие на климат несоизмеримо сильнее по сравнению с фактором наземной мерзлоты.

Наш научный путь может быть условно разделен на три этапа. Первый этап — тестирование гипотезы об определяющей роли термокарстовых озер в региональном балансе атмосферного  $\text{CH}_4$  и начало периода накопления данных по изменчивости цикла углерода на шельфе МВА в контексте возрастающей роли деградации наземной мерзлоты (1990–1999). Второй этап — период накопления критической массы данных для выявления основных процессов, ответственных за эмиссию метана из донных отложений МВА в водную толщу и далее в атмосферу, а также сравнение вклада эрозионных процессов и возрастающего стока сибирских рек в транспорт и трансформацию наземного углерода в системе суша — шельф МВА (2000–2010 годы).

Третий этап — комплексные междисциплинарные исследования, направленные на выявление механизма деградации подводной мерзлоты как основного геологического фактора контроля масштабов выбросов  $\text{CH}_4$  из донных отложений МВА в водную толщу и далее в атмосферу, определение их происхождения и проведение их количественной оценки (с 2011 года по настоящее время).

Остановимся на третьем этапе, который начиная с 2014 года выполняется на научно-образовательной платформе Томского политехнического университета (ТПУ) — одного из наиболее динамично развивающихся вузов нашей страны. Высокий уровень естественно-научного профиля был заложен в ТПУ такими титанами, как Дмитрий Иванович Менделеев и Николай Николаевич Семенов — единственный советский лауреат Нобелевской премии по химии. Развитие геологического направления связано с такими крупными учеными, как академик Владимир Афанасьевич Обручев и его ученик — Михаил Антонович Усов.

«Арктическая» история началась в ТПУ с того, что в 2014 году нашей группе совместно с ТПУ удалось получить грант Правительства РФ на проведение научных исследований на тему «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости (количественная оценка потоков и выявление возможных экономических и климатических последствий деградации подводной мерзлоты)». Для выполнения проекта была создана международная научно-образовательная лаборатория изучения углерода арктических морей (МНОЛ УАМ). За неполные четыре года силами этой лаборатории были организованы и проведены несколько комплексных экспедиций в арктические моря России. Экспедиции позволили выявить основные процессы, ответственные за дисбаланс в цикле углерода, приводящие к эмиссии парниковых газов в атмосферу, а также дать первые оценки влияния деградации подводной мерзлоты на массивный выброс

метана из донных осадков Восточно-Сибирского шельфа на климат и экологическую ситуацию на маршруте Северного морского пути.

В 2015 году грант Российского научного фонда «Динамика транспорта и трансформации углерода в арктической системе «суша — шельф — атмосфера» в условиях глобального потепления и деградации мерзлоты» получила профессор ТПУ и Университета Аляски (Фэрбанк) Наталья Шахова, которая является первым автором ряда наших статей, опубликованных в журналах «Доклады Академии наук», «Вестник Российской академии наук», «Geophysical Research Letters», «J. Marine Sciences», «J. Geophysical Research», «Science», «Nature Geoscience», «Nature Communications».

В этих публикациях впервые было показано, что аномалии в содержании метана в водной толще и приводном слое атмосферы свидетельствуют о значительной степени деградации подводной мерзлоты, которая ранее считалась сплошной. Именно эти работы привлекли внимание мирового сообщества к проблеме изучения роли подводной мерзлоты как фактора геологического контроля массивного выброса метана из донных отложений Восточно-Сибирского шельфа (ВСШ) в водную толщу и далее в атмосферу. Кроме того, были выявлены и исследованы основные процессы, ответственные за транспорт и трансформацию углерода (С), включенного в современный биогеохимический цикл в арктической системе «суша — шельф» за счет расконсервации гигантского С-пула мерзлоты, который деградирует в результате потепления климата. Отметим, что при условии образования глубоких таликов (заглубления кровли подводной мерзлоты глубже 100 метров) неизбежна дестабилизация пула газовых гидратов донных осадков ВСШ, что может привести к многократному увеличению концентрации метана в атмосфере. Вопрос о реалистичности этого сценария в ближайшем будущем остается открытым и требует проведения крупномасштабных комплексных морских исследований на акватории ВСШ, синфазных с аэрокосмическими исследованиями.

Перечислю принципиально новые результаты, которые приводят к пересмотру сложившихся парадигм.

Выбросы из донных отложений ВСШ в водную толщу изменяются на пять порядков (от 0,001 до 102 граммов с квадратного метра в сутки) в зависимости от состояния подводной мерзлоты.

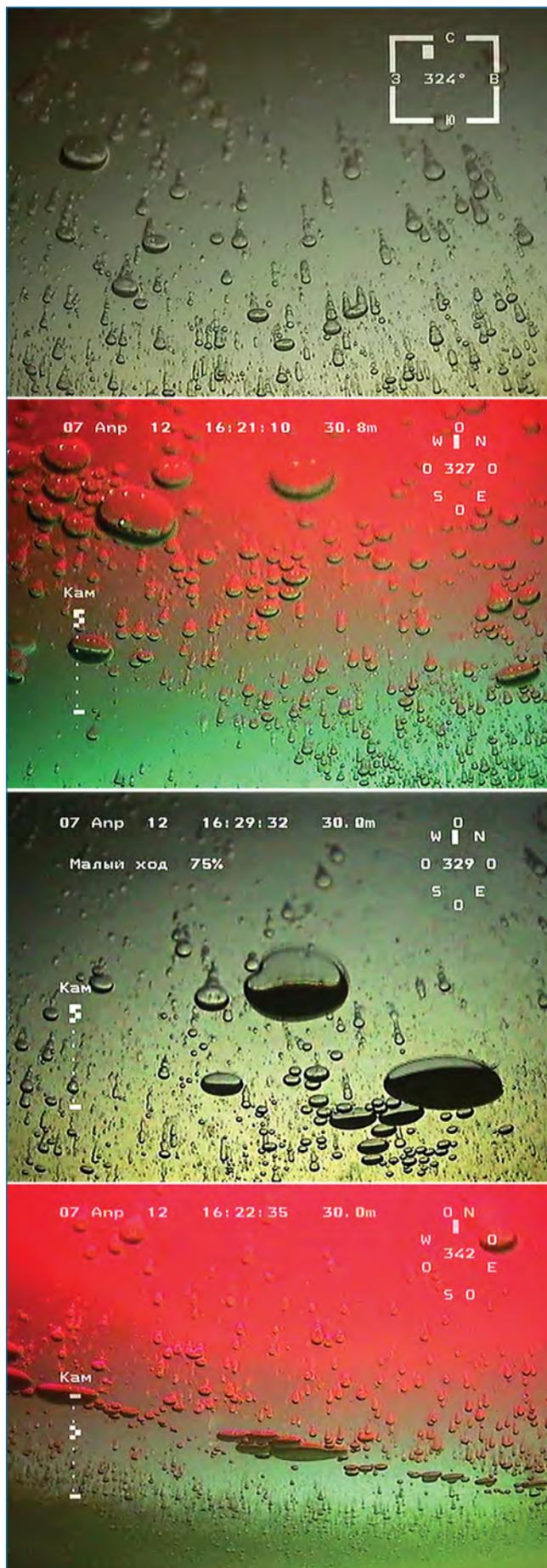
Консервативная оценка выброса метана с акватории ВСШ, основанная на многолетних наблюдениях, составляет примерно 17 млн т в год, что примерно в два раза выше величины, предложенной ИРСС (2007) для всего Мирового океана, причем в эту оценку не входят массивные выбросы метана в районах мегафакелов (мощных струйных систем в перечнике больше 1000 метров).

В воздухе над районами массивной разгрузки пузырькового метана зарегистрированы аномально высокие значения содержания атмосферного метана.

В последние 30 лет скорости вертикальной деградации подводной мерзлоты по сравнению с предыдущими столетиями достигли величины 18 см в год, что на порядок выше ранее принятых оценок.

В ряде районов ВСШ было обнаружено заглубление кровли подводной мерзлоты в зону стабильности гидратов, что пространственно коррелирует с наличием массивных выбросов пузырькового метана.

Доказано, что мелкозалегающий акустический рефлектор, широко распространенный в донных осадках арктических морей, объясняется существованием газового (метанового) фронта (ГФ), а не является кровлей подводной мерзлоты, как было принято считать ранее.



Подводные выбросы пузырькового метана.

ГФ движется вверх со скоростью до пяти метров в год и выше, что приводит к массивному выбросу пузырькового метана в воду при достижении ГФ поверхности осадка.

Многочисленные борозды ледового выплывания ускоряют пузырьковый выброс метана за счет достижения ГФ поверхности осадков.

На основе многолетних исследований полного изотопного состава метана водной толщи и донных осадков ВСШ показан смешанный генезис метана с преобладанием биогенной компоненты, причем диапазон изменчивости стабильных изотопов и радиоуглерода метана значительно превышает пределы ранее известной изменчивости.

Ожидаемый результат о плейстоценовом возрасте метана в ВСШ в целом подтвердился. Однако в ряде проб осадков и воды обнаружен супермолодой радиоуглеродный возраст метана, что может свидетельствовать либо о стоке подмерзлотных грунтовых вод из районов многочисленных подземных ядерных взрывов в Северной Якутии с последующей разгрузкой на акватории ВСШ, либо о существовании природного ядерного реактора (аналог Окло во французском Габоне) на больших глубинах.

Впервые в морях Северного Ледовитого океана обнаружена и задокументирована радиометрическими, гидрологическими и электромагнитными методами разгрузка подмерзлотных грунтовых вод.

Выявлен ранее неизвестный механизм подкисления (асидификации) вод ВСШ за счет окисления эрозионного органического вещества и речного эффекта разбавления вод, а не за счет поглощения атмосферной избыточной двуокиси углерода, как во всем Мировом океане.

Экстремальная асидификация вод ВСШ приводит к угнетению бентосных организмов (макробентос — основной корм для моржей, которые составляют значительную часть диеты белых медведей) и уже значительно выше модельных предсказаний, сделанных АМАР (2015-й год) на конец XXI века.

Более того, мы обнаружили, что сечение этих мегавыбросов, или мегафакелов, возрастает. Точные цифры — предмет наших дальнейших научных публикаций. Но могу сказать, они значительно увеличиваются, что вызывает у нас тревогу: потенциально выброс 3–5 % от предполагаемого пула газовых гидратов может привести к многократному увеличению содержания метана в атмосфере. Это, в свою очередь, может вызвать значительные климатические изменения.

*Получается, такие выбросы — следствие глобального потепления и активного таяния морских льдов?*

Непростой вопрос. Дело в том, что основной фактор, ответственный за деградацию подводной мерзлоты, — это время контакта придонной относительно теплой воды с поверхностными осадками. Когда мерзлота приходит в термическое равновесие с придонной водой, тогда происходит фазовый переход. Есть мерзлота — гидраты стабильны, когда ее нет, гидраты дестабилизируются.

Мы сейчас живем в межледниковый период. В ледниковую же эпоху уровень Мирового океана был на 100–120 метров ниже. И то, что сейчас является шельфом МВА, прежде было сушей. Десятки тысяч лет холодного геологического периода приводили к формированию мощной мерзлой толщи. По разным оценкам, это 500–800 метров. После наступления «теплого» периода уровень океана растет, идет затопление суши. Если сравнивать с предыдущими климатическими циклами, то уже 5–6 тысяч лет назад должно было начаться похолодание и понижение уровня океана. А этого не происходит. Почему? Мы связываем этот феномен с появлением второго «теплого горба» после голоцена, который ассоциируется с

антропогенным потеплением. И вместо понижения Мирового океана, которое должно было наступить примерно 5–6 тысяч лет назад (со времени температурного оптимума голоцена), его уровень медленно растет. Это значит, что контакт теплых вод и подводной мерзлоты продолжается. С большой вероятностью мерзлота пришла в термическое равновесие с водой, что неизбежно приводит к образованию сквозных таликов. Получается, что температура мерзлоты, сформированной в ледниковый период, была минус 17–20 °С — это известно из опубликованных работ, а среднегодовая температура придонной воды, которая затопила ее, примерно –1 °С. Около устьев рек она вообще близка к нулю. Значит, на глубинах 60–100 м (где обнаружены мегавыбросы метана) подводная мерзлота находится в контакте с придонной теплой водой примерно на протяжении 9–10 тысяч лет. Этого достаточно для того, чтобы она протаяла. Согласно данным бурения, мерзлота уже находится в транзите. Всего за время последних экспедиций на ледоколе «Оден» и на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» мы обнаружили порядка 700 аномальных полей выбросов метана. Нам удалось провести микрополигонные исследования на самых крупных из них. Результат неутешающий — за 3 года площадь сечения одного из мегасипов выросла почти в четыре раза. При сохранении такого тренда деградации подводной мерзлоты и роста темпов выброса  $\text{CH}_4$  полученные результаты подразумевают рост роли ВСШ в планетарном бюджете атмосферного  $\text{CH}_4$ . Из вышеизложенного следует, что деградация подводной мерзлоты — серьезный фактор и его надо изучать. Ведь если подводная мерзлота на значительной части шельфа МВА перейдет в состояние, в котором находятся аномальные районы (величины пузырькового переноса достигают сотен граммов с квадратного метра в сутки), это может вызвать значительный рост содержания атмосферного  $\text{CH}_4$  и серьезные климатические последствия.

*Новые данные, полученные в последние годы, помогут скорректировать современный сценарий понимания роли шельфа МВА в возможных климатических изменениях в ближайшем будущем?*

Для того чтобы скорректировать сценарий, требуется объединить усилия всех заинтересованных стран. Ежегодно на исследование необходимы суммы, эквивалентные выделенным нашей экспедиции 2014 года на шведском научном ледоколе «Оден», или хотя бы пара миллионов долларов, чтобы совершать простые экспедиции на российских судах, укомплектованных современным оборудованием. Нужна крупная международная программа. В этом, я надеюсь, поможет руководство Российской академии наук, Правительство РФ и ТПУ. Именно на базе ТПУ планируется координировать ход данных масштабных международных исследований. Для этих целей в ноябре 2016 года на платформе ТПУ был создан Международный арктический сибирский научный центр (International Arctic Siberian Scientific Center, IASSC). У нас уже есть партнеры в 15 университетах в пяти странах мира (Швеция, Нидерланды, Великобритания, США, Италия). Надеемся начиная с 2018 года продолжить работу и с ведущим арктическим институтом мира — ГНЦ «Арктический и антарктический НИИ», с которым нас связывают многие годы сотрудничества в 1980-х — начале 2000-х годов, о чем мы говорили выше.

*Существуют сильно отличающиеся оценки интегрального вклада эмиссии парниковых газов Арктической зоны РФ в атмосферу. Что нужно делать для их уточнения?*

Если говорить о вкладе наземных экосистем Севера РФ в эмиссию парниковых газов (ниже ограничимся метаном),

то большие неопределенности в оценках обусловлены, во-первых, недостаточным количеством наблюдений, а во-вторых, двойным учетом роли болот и озер при расчете региональной эмиссии.

Если говорить о вкладе МВА в эмиссию  $\text{CH}_4$ , то единственной репрезентативной — основанной на результатах наблюдений — является оценка, опубликованная нами в “Nature Geoscience” в 2014 году. Все остальные оценки получены путем моделирования на основе ограниченного количества данных со станций в удаленных от МВА районах: на мысе Барроу на Аляске, на Шпицбергене. Относительно новые данные, полученные в Тикси и на станции Амбарчик (около пос. Черский), свидетельствуют о важной роли МВА при доминировании ветров северного и северо-западного направлений. Некоторые оценки трудно назвать научно обоснованными (пока не буду обнародовать имена авторов из этических соображений), так как они базируются на результатах кратковременных измерений, выполненных на внешнем шельфе МВА, но экстраполированы на весь шельф МВА.

Для уточнения оценок вклада эмиссии  $\text{CH}_4$  из МВА мы проводим комплекс методических исследований путем использования различных высокоточных газоанализаторов, показания которых значительно различаются в зависимости от особенностей установки и воздухоотбора.

В 2018 году планируем опубликовать результаты этой методической работы, основанной на измерениях, выполненных в МВА в 2016 году. Начиная с 2018 года планируем совместные с ААНИИ исследования на научно-исследовательском стационаре, расположенной на мысе Баранова (остров Большевик). Для этого готовим к работе портативный масс-спектрометр, позволяющий измерять не только концентрации метана, но и его стабильные изотопы в непрерывном режиме. Более того, с целью уточнения вклада водосборов крупнейших сибирских рек в региональную эмиссию парниковых газов летом 2016 года нами были проведены исследования по 6000 км маршруту, выполненному вверх и вниз по течению реки Оби, в водосборах которой находится основная часть болот Западно-Сибирской низменности. А в 2017 году такого же рода исследования были проведены по 1500 км маршруту от Якутска вниз по течению реки Лены до моря Лаптевых. Пока результаты этих исследований не опубликованы, но скажу, что роль этих рек в транспорте  $\text{CH}_4$  в море пренебрежимо мала по сравнению с эмиссией из донных отложений. Более того, болота в водосборе реки Оби играют локальную роль.

*Что вы можете сказать о природе воронок газовых выбросов на Ямале и Гыдане, которые встревожили ученых и бизнес? И что можно сказать о возможности таких событий на Арктическом шельфе?*

Я согласен с общим выводом, сделанным экспертами, занимающимися изучением природы этих воронок, которые считают, что наиболее реалистичная причина — это выбросы метана в результате дестабилизации низезалегающих запасов гидратов. Мне только непонятно, почему эти исследования не были пока выполнены на международном уровне с колонковым бурением для подтверждения наличия гидратов или их следов. Также не выполнены детальные трехкомпонентные изотопные исследования и т.д. С техникой и финансированием на Ямале нет проблем.

На Арктическом шельфе такие события происходили в прошлом. Это подтверждается наличием огромного количества гигантских, размером до 400–600 м в поперечнике, кратеров на континентальном склоне морей МВА и на хребте Ломоносова (неподалеку от Новосибирских островов). Этим летом в журнале “Science” норвежскими учеными была опу-



Одна из воронок на Ямале.

бликована статья о продолжающихся выбросах из кратеров в районе материкового склона Баренцева моря. Эта активность объясняется дестабилизацией гидратов вследствие резкого понижения статического давления из-за деградации существующего на этой акватории в последний ледниковый период покровного ледника.

У нас на МВА история другая: покровного оледенения не было, но дестабилизация гидратов происходит за счет потепления и деградации мерзлоты. Нисходящая диффузия морской соли является фактором, способным сильно ускорить этот процесс.

До настоящего времени мы, совместно с учеными из группы Л. Лобковского (ИОРАН), обнаруживали множественные покмарки (небольшие воронки). Но в любое время могут произойти выбросы другого масштаба, что может привести к образованию воронок, аналогичных тем, что были обнаружены на Ямале и на склоне Арктического шельфа. Этот вопрос требует глубокого изучения во избежание аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при освоении гигантских углеводородных ресурсов шельфа МВА.

#### *В чем значимость полученных результатов?*

Наши научные результаты являются основанием для уточнения и возможного пересмотра отдельных положений современной геологии, особенно в части уточнения процессов вертикальной миграции газожидкостных флюидов в сейсмостектонически активных районах арктических морей и потенциальной роли арктических морей России в балансе атмосферного метана и интенсификации процесса потепления климата. Результаты многолетних исследований биогеохимических особенностей в морях Восточной Арктики могут стать основанием для создания концепции экологической безопасности по маршруту Северного морского пути. Кроме того, новые знания в области состояния подводной мерзлоты в контексте дестабилизации гидратов и массивированных прорывов глубинного флюида могут быть критически важными для предотвращения аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при разведке и эксплуатации углеводородных ресурсов российского арктического шельфа, а также при прокладке оптоволоконного кабеля в рамках Евразийской кооперации под эгидой России и Китая.

*Беседу провел А.И. Данилов (ААНИИ).  
Фотоматериал предоставлен И.П. Семилетовым  
и Пресс-службой Губернатора ЯНАО*

## РОССИЙСКИЕ АРКТИЧЕСКИЕ МОРСКИЕ И ПРИБРЕЖНЫЕ НАУЧНЫЕ ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В 2017 ГОДУ

Экспедиционная деятельность является важным показателем масштабов арктических научных исследований, включающих фундаментальные и прикладные работы. Опасные явления и процессы находятся в центре интересов ученых и организаций, осваивающих и использующих Арктику. Ведется мониторинг экологического состояния окружающей среды в районах активной хозяйственной деятельности, а также экологический мониторинг в фоновых районах особо охраняемых природных территорий, осуществляются отдельные программы по изучению объектов флоры, фауны и арктических экосистем в целом. В последние годы объемы экспедиционных исследований заметно увеличивались. Прибрежные исследования опираются на инфраструктуру, включающую Российский научный центр на арх. Шпицберген, научно-исследовательские станции (НИС) «Остров Самойловский», «Ледовая база «Мыс Баранова», гидрометеорологическая обсерватория в п. Тикси, стационары и полевые базы. В морских исследованиях используются самые различные платформы: ледоколы, научно-экспедиционные и научно-исследовательские суда, яхты, сухогрузы, танкеры.

Экспедиции проводятся в рамках государственных федеральных и региональных программ, проектов компаний-недропользователей (Газпром, НК «Роснефть») и международного сотрудничества. В круглогодичном режиме ведутся работы на ряде прибрежных научных баз и центров. В Российском научном центре на арх. Шпицберген (РНЦШ) на криосферно-гидрологическом, метеорологическом, океанографическом, экологическом и геофизическом полигонах проводятся исследования природной среды архипелага. В пос. Баренцбург работает выносной пункт приема-передачи спутниковой информации, обеспечивающий потребителей данными космического зондирования Северного Ледовитого океана, и оснащенная самым современным оборудованием химико-аналитическая лаборатория.

Ведутся исследования на НИС ААНИИ Росгидромета «Ледовая база «Мыс Баранова». Выполняются метеорологические, актинометрические, аэрологические наблюдения. В летний период спектр исследований расширяется, проводятся гляциологические работы и ландшафтные исследования.

С 2009 года продолжаются регулярные наблюдения в гидрометеорологической обсерватории Тикси (ГМО Тикси, Росгидромет). Это международный проект с участием ученых России, США, Финляндии. За прошедшие годы здесь развернут широкий комплекс наблюдений за атмосферой, данные которых поступают в различные наблюдательные сети.

В дельте р. Лены с 2013 года ведутся комплексные исследования на НИС «Остров Самойловский», находящейся в ведении Сибирского отделения РАН. Станция располагает большими техническими возможностями, оснащена парком современных приборов, плавсредствами, вездеходной, автомобильной и буровой техникой, а также специальным экспедиционным снаряжением. НИС обеспечивает комфортное проживание 35 человек, в полевой сезон с марта по октябрь



Научно-исследовательские стационары в Ямало-Ненецком округе:

- 1 – стационар «Остров Белый», 2 – стационар «Еркута», 3 – «Сабетта»,
- 4 – криологический стационар «Васькины Дачи» Института криосферы Земли,
- 5 – стационар «Парисенто», 6 – Надымский стационар.

там работают до ста российских и зарубежных ученых. С российской стороны они представляют восемь институтов РАН, пять федеральных университетов, организации Росгидромета и других ведомств.

Правительство ЯНАО развивает региональные исследования на полуострове Ямал, где действуют несколько научно-исследовательских стационаров. Это «Еркута», стационар на о. Белый и др. При поддержке НП «Российский центр освоения Арктики» проводятся российские и международные экспедиции.

С 2016 года на побережье полуострова Хара-Тумус в Хантангском заливе моря Лаптевых работает научно-опорная база НК «Роснефть». Она предназначена для проведения зимних ледовых, гидрометеорологических, экосистемных работ в прибрежной зоне моря Лаптевых. Обеспечение и проведение работ возложено на ААНИИ.

Морские экспедиционные исследования выполняются в рамках государственных, ведомственных и международных проектов. Значительная часть работ проведена по проектам недропользователей на лицензионных участках арктического шельфа. Федеральное агентство научных организаций (ФАНО) в последние годы оказывает финансовую поддержку морским экспедициям, в т.ч. арктическим. Это позволило институтам РАН провести несколько крупных комплексных экспедиций в арктических морях. В 2017 году работами более 30 морских экспедиций были охвачены все арктические моря России — от Баренцева до Чукотского.

## Прибрежные научные центры, станции, базы

### Российский научный центр на архипелаге Шпицберген (РНЦШ)

Комплексные исследования с участием ученых ААНИИ и 11 других НИУ различных ведомств выполняются в рамках «Межведомственной программы научных исследований и наблюдений на архипелаге Шпицберген». Работы проводились по широкому кругу дисциплин: океанология, гидрология суши, гляциология, палеогеография, метеорология, мерзлотведение, биология, археология и другие.

На научно-исследовательской станции РАЭ-Ш в пос. Баренцбург постоянно работают 10 сотрудников ААНИИ, в летний период их число возросло до 30 человек за счет участников сезонной экспедиции «Шпицберген-2017». В этом году РАЭ-Ш организовала проведение производственной и научно-исследовательской практики для восьми студентов СПбГУ, четырех студентов МГУ, а также пятидневного учебно-практического курса для группы из восьми магистров и аспирантов Университетского центра на Шпицбергене (UNIS). ААНИИ, СЗФ НПО «Тайфун» вместе с рядом норвежских институтов принимают участие в реализации проекта «BareLab», цель которого — вывести химико-аналитическую лабораторию в пос. Баренцбург на передовой международный уровень.

В ходе сезонных полевых работ в 2017 году проведены изотопные исследования ледников, речного стока и атмосферных осадков на Шпицбергене, что позволило получить новые данные о происхождении и перераспределении природных вод, о климатических изменениях и развитии оледенения в районе Баренцбурга. Продолжены наблюдения за основными параметрами криолитозоны — температурой на глубине нулевых годовых амплитуд и мощностью сезонно-талого слоя. На полигоне заложены две геотермические скважины с термокосами, заложена площадка измерения глубины сезонно-талого слоя по стандартам программы CALM (Circumpolar Active Layer Monitoring), являющейся составляющей систем GTOS (Global Terrestrial Observing System) и GCOS (Global Climate Observing System), работающих под эгидой ВМО, установлен градиентный метеорологический комплекс.

Проводятся метеорологические, океанографические, гляциологические, геофизические, экологические исследования. Выносной пункт приема-передачи спутниковой информации в течение года передает в ААНИИ и различным пользователям до 20000 снимков с ИСЗ. Информацию о деятельности РНЦШ можно получить по адресу [https://www.aari.ru/rscs\\_new/](https://www.aari.ru/rscs_new/)

Химико-аналитическая лаборатория РНЦШ. Работа с пробами снега.



## Научно-исследовательская станция «Остров Самойловский»

Экспедиционные работы начались 1 апреля и закончились 1 октября 2017 года. В течение этого периода на станции работало 102 участника, без учета административного и технического персонала НИС (8 человек). Из них 18 человек использовали ее только как транспортную, перевалочную и снабженческую базу. В текущем году российская часть экспедиции была представлена на НИС учеными из таких научных и научно-производственных организаций, как ААНИИ, ИМЗ СО РАН, ИНГГ СО РАН, ИЛ СО РАН, ИФХиБПП РАН, ИФ РАН, ЗИН РАН, Усть-Ленский заповедник, Гидрографическое предприятие. В работах НИС также участвовали сотрудники, аспиранты и студенты из пяти федеральных университетов (МГУ, СПбГУ, КазФУ, НГУ, СВФУ) и из других научных и научно-производственных организаций (У-ЛГП заповедник, Тиксинская гидробаза).

Немецкие участники были представлены сотрудниками институтов из Потсдама (AWI и GFZ) и Бремерхафена (AWI), университетов Гамбурга, Килья и Кёльна, а также EPEL из Швейцарии.

Количество российских и немецких участников экспедиции было примерно равным. В течение сезона 2017 года на станции побывало шесть журналистов, как из России, так и из-за рубежа, а также несколько десятков гостей (пребывание менее одного дня), приезжавших посмотреть на станцию (военные, пограничники, речники, охотники, рыбаки, сотрудники полярных станций и т.д.).

Каждый год издается отчет на английском языке о работах экспедиции «Лена» в виде сборника статей. В 2018 году в таком отчете за 2017 год будет представлено подробное описание работ, аналитический материал, а также около 25 коллективных статей, освещающих основные результаты экспедиции (Report of Polar and Marine Research. Russian-German Cooperation. The Expedition LENA-2017).

В августе 2017 года с ознакомительными и инспекционными целями станцию посетила группа руководителей организаций, проводящих исследования на НИС, с германской и российской стороны (10 человек), а также Генконсул Германии в Новосибирске с двумя сотрудниками консульства. Были проинспектированы основные мониторинговые площадки для наблюдений за климатическими, геоморфологическими, метеорологическими, почвенными и мерзлотными процессами на о-вах Самойловский и Курунгнах-Сисе.

В августе были осуществлены морские работы (гидрологические, геофизические, геокриологические, геофизические и гидробиологические работы в губе Буор-Хая) двумя отрядами с использованием моторной яхты «Nicole». Информация о них представлена ниже, в разделе «Морские научные экспедиции».

Основные виды проведенных на базе НИС экспедиционных работ и исследований:

Научно-исследовательская станция «Остров Самойловский».





Исследование эмиссии метана – одна из главных задач работ НИС «Остров Самойловский».



НИС «Ледовая база “Мыс Баранова”». Экспериментальные работы на льду пролива Шокальского.

- изучение эмиссии парниковых газов из мерзлотных почв арктической тундры;
- почвоведение;
- климатология, палеоклиматология (исследования стабильных изотопов кислорода, водорода, углерода и азота);
- гидрология суши и моря, гидробиология;
- геокриология, четвертичная геология, геоморфология;
- геофизические исследования (комплекс методов);
- буровые исследования (подводной мерзлоты под морем, реками, лагунами, озерами, в апреле со льда) и др.;
- биология, микробиология, ботаника;
- геохимия и др.

Данные доступны научной общественности в виде публикаций и баз данных, таких как PANGAEA (<https://www.pangaea.de/>) или Global Terrestrial Network for Permafrost (GTN-P).

#### **Научно-исследовательский стационар «Ледовая база “Мыс Баранова”»**

С 2013 года ведутся исследования на научно-исследовательском стационаре ААНИИ Росгидромета «Ледовая база “Мыс Баранова”». Выполняются метеорологические, актинометрические, аэрологические наблюдения. В летний период проводятся гляциологические работы на леднике Мушкетова, выполняются ландшафтные исследования. Организованы высокоточные измерения составляющих радиационного баланса, соответствующие требованиям программы ВМО «Базовая сеть радиационных наблюдений»; высоко-дискрет-

ные измерения по времени и высоте профиля температуры воздуха в пограничном слое атмосферы; пульсационные измерения скорости ветра и температуры воздуха в приземном слое; непрерывные измерения концентрации парниковых газов (углекислого газа, метана и озона) в приземном слое атмосферы; автоматизированные измерения количества облачности; измерение аэрозольной оптической толщи атмосферы (в рамках международной программы АэроНет); измерения спектрального альbedo подстилающей поверхности, а также измерения теплофизических характеристик снежного покрова. В области припайного льда проводятся ледовые и океанографические работы.

#### **Гидрометеорологическая обсерватория Тикси**

Продолжены метеорологические и криосферные наблюдения в Гидрометеорологической обсерватории в п. Тикси (Якутское управление гидрометслужбы), данные которых поступают в Глобальную службу атмосферы (ГСА-GAW), в Базовую сеть наземных радиационных наблюдений (БСНР-BSRN), Базовую климатическую сеть (БКС-CRN), Глобальную сеть наблюдений за вечной мерзлотой (ГСВМ-GTNP), Сеть лидарных наблюдений (MLP), Международную сеть наблюдений за сажевым аэрозолем (АЭРОНЕТ). Архивы данных размещены на сайте ААНИИ <http://www.aari.ru>. Результаты наблюдений, включая 2017 год, регулярно размещаются на сайте международной сети полярных обсерваторий — <https://www.esrl.noaa.gov/psd/iaso>. В 2017 году в работах принимали участие штат-

Научно-исследовательский стационар «Ледовая база “Мыс Баранова”» на Северной Земле.



ные работники Тиксинского УГМС и сотрудники ААНИИ, ГГО, Финского метеорологического института (инспекции и обработка данных) и НОАА (анализ и размещение данных на сайте IASOA). Специалисты ААНИИ осуществляли научно-методическое руководство наблюдениями, проводили инспекции.

В рамках российско-германского проекта «ПЛОТ-Палеолимнологический трансект» Соглашения о сотрудничестве в области морских и полярных исследований между Министерством образования и науки Российской Федерации и Федеральным министерством образования и научных исследований Федеративной Республики Германия в апреле–августе 2017 года ААНИИ провел наземную экспедицию «ПЛОТ-2017». Экспедиция прошла в два этапа. В апреле–мае 2017 года на полуострове Таймыр было проведено бурение с озерного льда и отобраны длинные колонки донных отложений озер Левинсон-Лессинга и Таймыр. На озере Левинсон-Лессинга удалось отобрать 46 м отложений, а на озере Таймыр были отобраны две колонки длиной 14 и 16 м. Это позволит с высокой степенью детальности реконструировать климат и развитие природной среды региона за последние 70–90 тысяч лет, что значительно превышает уже известные реконструкции. В августе 2017 года были произведены сейсмоакустические работы и отобрана шестиметровая колонка отложений озера Эманда (Якутия).

Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН провел комплексные геокриологические исследования на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (в три этапа). Изучались геокриологические условия в районе сел Гыда и Газ-Сале Тазовского района, на научно-исследовательском полигоне «Васькины Дачи» на полуострове Ямал, где ведется многолетний мониторинг криогенных процессов и динамики озер, образовавшихся на месте воронок газового выброса. Исследования на полигоне «Васькины Дачи» показали, что в текущем году сохраняются высокие темпы разрушения термоцирков — специфических углублений на склонах, образующихся при вытаивании мерзлого грунта и льда и меняющих рельеф тундры. Возможно, развитие новых форм рельефа связано с аномально жарким летом 2016 года, к концу которого стали разрушаться даже зарастающие термоцирки. Между тем мониторинг кровли многолетнемерзлых грунтов показал, что глубина протаивания сезонно-талого слоя не достигла аномально высоких значений прошлого года.

Исследовались озера, образовавшиеся на месте двух воронок газового выброса в районе Бованенковского месторождения. Озеро на месте самой первой из обнаруженных в 2014 году воронок продолжает увеличиваться. Перемычка между ним и соседним термокарстовым озером разрушилась, соединив оба водоема. Небольшое количество осадков и постепенный размыв бруствера воронки, отделяющего объект от соседнего ручья, привели к снижению уровня воды в озере относительно прошлого года. Темпы развития второй воронки оказались не такими значительными. Взятые пробы в обоих озерах для получения химических показателей, в том числе концентрации метана, для сравнения с результатами исследований прошлых лет. На втором этапе экспедиции в Пур-Тазовском междуречье в районе села Газ-Сале проведена повторная тахеометрическая съемка торфяного массива с активно вытаивающими полигонально-жилными льдами для оценки скорости их деградации. По сравнению с 2016 годом общая длина участков с полностью оттаявшими жилами увеличилась, что привело к изменению рельефа — возникновению туннелей и канав, опасных «висячих» участков в тундре. На полуострове Гыдан, где проходил третий этап исследований, мониторинг геокриологических процессов показал, что глубина протаивания сезонно-талого слоя также не достигла максимальных показателей прошлого года.

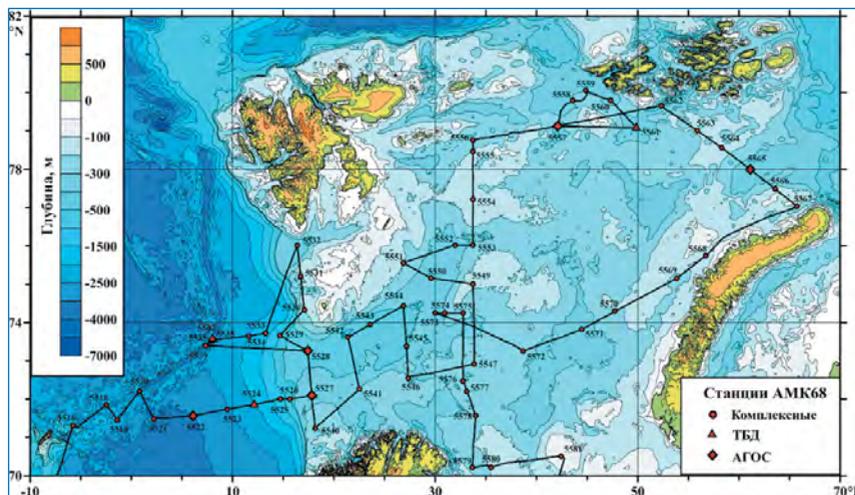
## **Морские научные экспедиции Северный (Арктический) Федеральный университет (САФУ)**

На протяжении последних лет в западном секторе Арктики в соответствии с Соглашением между САФУ и Росгидрометом выполняется проект «Арктический плавучий университет» (АПУ), в рамках которого проводятся исследования в области океанографии, метеорологии, гляциологии, морской биологии, геологии, почвоведения и орнитологии, а также идет обучение и подготовка молодых специалистов для работ в Арктике. В летней экспедиции 2017 года (8–28 июля) на НИС «Профессор Молчанов» (Северное УГМС) приняли участие студенты, аспиранты и научные сотрудники МГУ, САФУ, Женевского университета, Лозаннского университета, Федеральной политехнической школы Лозанны, ААНИИ, Почвенного института им. В.В. Докучаева, Новосибирского государственного университета, ИГ РАН и Сочинского государственного университета. Работы экспедиции проходили по маршруту: Белое море – Баренцево море – Новая Земля – Земля Франца-Иосифа (ЗФИ). На островах ЗФИ, а также на мысе Желания (Новая Земля) производились высадки для проведения полевых работ группами геологов, орнитологов и почвоведов. Значительная часть исследований проходила на территории национального парка «Русская Арктика», эта часть программы была скоординирована с отделом науки парка и учитывала задачи ООПТ. Программа работ предусматривала два направления: образовательное и научно-исследовательское. Были прочитаны курсы лекций по полярной океанологии, метеорологии и климатологии. Выполнены океанографические наблюдения на разрезах в Баренцевом и Белом морях, в проливах архипелага ЗФИ, с отбором проб воды для определения тяжелых металлов, фитопланктона и зоопланктона, изотопов кислорода и для определения содержания углекислого газа. Проводились непрерывные метеорологические наблюдения и измерения характеристик спектральной прозрачности атмосферы по ходу движения судна и исследование микрофизических свойств аэрозоля в приземном слое атмосферы, которые позволяют определить относительное содержание сажи в атмосфере, важного климатообразующего фактора. Отмечено потепление, по сравнению с предыдущими годами, в ядре атлантических вод, поступающих в Карское море.

## **Институт океанологии им П.П. Ширшова РАН (ИО РАН)**

С 29 июня по 16 августа проведена крупная комплексная экспедиция на НИС «Академик Мстислав Келдыш» (68-й рейс). Участники экспедиции: ИО РАН и его Атлантическое, Северо-Западное, Южное отделения, ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Институт микробиологии им. С.М. Виноградского, МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Московский физико-технический институт, Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН, Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения РАН. Всего 46 сотрудников. Выполнены гидрофизические исследования (температура, соленость, течения, гидрохимические и метеорологические параметры) на разрезе по 59° 30' с.ш. (от шельфа Великобритании до южной оконечности Гренландии) — это вклад России в международную программу CLIVAR (Climate Variability).

Получены данные для изучения условий и процессов современной и древней седиментации с количественной оценкой потоков вещества (в приземном слое атмосферы и водной толще), активности биогеохимических процессов и загрязнений (антропогенных углеводородов, тяжелых металлов, искусственных радионуклидов и др.) в области взаимодействия Северной Атлантики и Европейской части Арктики для целей обоснованного прогноза климата и среды будущего.



Карта маршрута НИС «Академик Мстислав Келдыш» и положения океанологических станций: маршрут экспедиции.

Виды работ на станциях: красные кружки — комплексные станции (зондирование, отбор проб воды, донных осадков); красные ромбы — комплексные станции с подъемом и/или постановкой АГОС; красные треугольники — комплексные станции с отбором длинных кернов донных осадков с помощью ТБД.

Работы на разрезах в морях Западной Арктики, в акватории хребта Мона, Медвежинского желоба, вблизи арх. Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, в желобе Франц-Виктория включали гидрологические, гидрохимические, оптические измерения, определения концентрации взвеси, вертикальных потоков вещества (включая тяжелые металлы), количественного и видового состава планктона, первичной продукции, пигментов фитопланктона, бактериопланктона, скорости биогеохимических (микробных) процессов, геолого-геохимические исследования донных осадков, содержания углеводов и радиохимикоэкологический мониторинг.

Выполнены наблюдения на гидротермальном поле Ян-Майен (глубина моря 650 м, южная часть хребта Мона). У дна выявлены аномалии по температуре, солености, кислороду, концентрации взвеси и другим параметрам. Отобраны пробы воды, сульфидов и гидротермально измененные горные породы. Исследовано обширное гидротермальное поле Локис Кэстел на севере хребта Мона (глубина 2–3 км). Выполнены работы на грязевом вулкане Хаакон Мосби. Отобраны пробы воды, газонасыщенной массы донных осадков.

Выполнена комплексная станция вблизи места гибели АПЛ «Комсомолец», спущен на воду траурный венки. В 90-х годах прошлого века на этом полигоне ИО РАН проводил многолетние мониторинговые исследования.

22 августа 2017 года НИС «Академик Мстислав Келдыш» вышло из порта Архангельск в свой 69-й рейс для выполнения программы комплексного исследования экосистем Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей. Организатор экспедиции — Институт океанологии им.

и микропланктона.

В море Лаптевых подняты четыре буйковые станции с седиментационными ловушками, установленные в восточной и западной частях бассейна в областях воздействия на шельф стока рек Лены и Хатанги. Выполнен детальный разрез из внут-

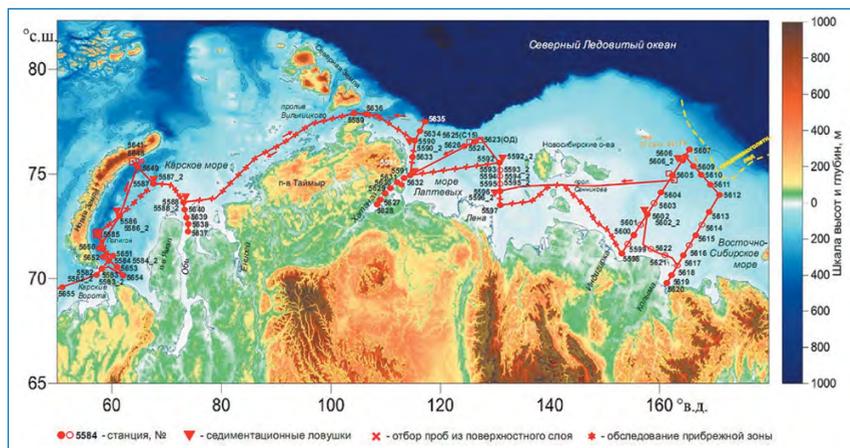


НИС «Академик Мстислав Келдыш»: 37 лет морских исследований.

ренней опресненной до 3 ‰ мелководной части эстуария Хатанги до области континентального склона с глубинами 850 м. Получены данные о гидрофизической структуре, гидрохимическом режиме, составе и количественных характеристиках фито-, бактерио-, зоо- и иктиопланктона, первичной продукции, трофодинамических параметрах планктонных сообществ, составе и количественных характеристиках донной фауны, геохимических и радиогеохи-

мических свойствах донных осадков. Исследованы районы метановых сочений на шельфе моря Лаптевых. По полученным материалам, выходы метана со дна имеют локальный характер и занимают ничтожный процент площади лаптевского шельфа. Соответственно этому оценивается и их роль в эмис-

Схема маршрута и положение станций 69-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш».



сии метана в атмосферу. Вероятнее всего, сочтения метана связаны с разломами. На маршруте экспедиции протяженностью около 4000 км по данным непрерывной работы эхолота были отмечены всего три области сочений — две известные по данным наших предыдущих исследований и материалам зарубежных коллег и одна новая. В областях сочений были получены биологические и геохимические пробы, образцы карбонатных корок. Впервые при совместном использовании эхолота и буксируемого комплекса «Видеомодуль» было проведено картирование областей метановых сочений. Размеры этих областей, в каждой из которых наблюдается по несколько «факелов», составили около одной мили в поперечнике. Выполнены исследования в прибрежной зоне острова Большой Бегичев на выходе из Хатангского залива. Получены пробы прибрежных осадков и почв, пробы литорального бентоса, проведены наблюдения за морскими млекопитающими. На проходе через пролив Вилькицкого выполнены гидрофизические и геохимические наблюдения, отбор геохимических проб по программе ГЕОХИ, исследование донных сообществ.

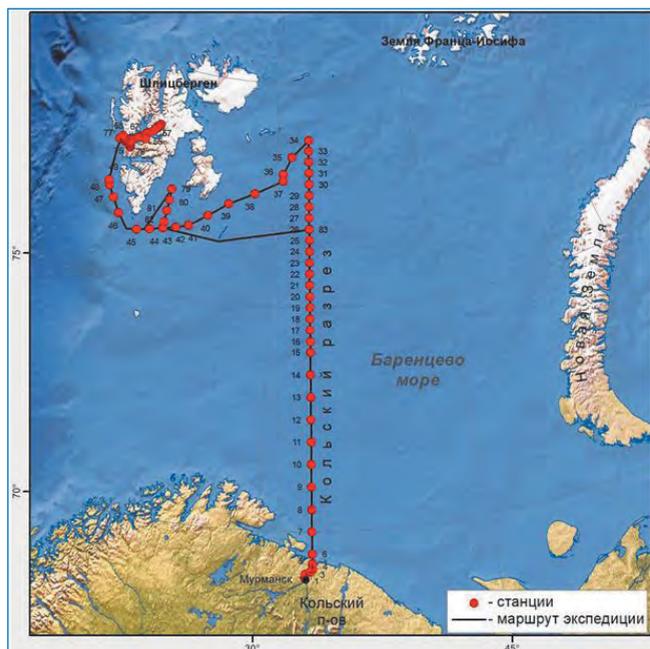
### Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН (ММБИ)

Попутные экспедиции по трассах Севморпути институт проводит с 1996 года. Наблюдения 2017 года выполнялись с борта судна компании «Норильский Никель», следующего по маршруту Мурманск – Дудинка – Мурманск с 28 февраля по 14 марта 2017 года. В ходе экспедиции измерялись гидрологические параметры, отобраны пробы воды для определения концентраций хлорофилла, органического углерода и взвешенного вещества.

НИС «Дальние Зеленцы» (год постройки — 1978) участвовало в проведении трех морских экспедиций.

В период с 12 июля по 1 августа состоялась экспедиция в Баренцевом и Гренландском морях. Выполнен вековой разрез «Кольский меридиан» (33° 30' в.д.) вплоть до кромки льда на широте 78° 44'. Комплекс работ включал СТД-зондирования для измерения температуры и солености морской воды от поверхности до дна, отбор проб на содержание биогенных элементов и растворенного кислорода, вирио-, бактерио-, фитопланктон, макрозообентос, радиоактивное загрязнение. Производился сетной лов зоопланктона, велись наблюдения за морскими птицами и млекопитающими.

Станции и маршрут экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» в 2017 году.



В районе архипелага Шпицберген выполнена экосистемная съемка в Ис-Фьорде. Она была организована совместно с Университетским центром на Шпицбергене (UNIS) в рамках международного проекта IMOS (Isfjorden Marine Observatory Svalbard) и включала три разреза. На всех станциях выполнялось СТД-профилирование от поверхности до дна. С помощью кассетного пробоотборника (розетты) производился отбор гидрохимических и гидробиологических проб воды. Лов зоопланктона осуществлялся сразу четырьмя видами сетей: Джели, WP2, MultiNet midi, ИКС. Донный осадок на содержание искусственных радионуклидов и для взятия проб макрозообентоса отбирался дночерпателем ван Вина. На всей исследуемой акватории велись попутные визуальные наблюдения за морскими птицами и млекопитающими. Морские исследования на борту НИС «Дальние Зеленцы» в Ис-Фьорде стали хорошим примером международного и межведомственного взаимодействия на Шпицбергене. В съемке приняли участие 10 ученых из ММБИ, два — из ААНИИ и два — из UNIS. После выхода из Ис-Фьорда НИС «Дальние Зеленцы» провело комплексные исследования в южной части о. Западный Шпицберген, в проливе Стур-Фьорд, по пути в Мурманск производился отбор проб воды на содержание Cs-137 и Sr-90. Для отбора зообентоса произведено несколько драгирований тралом Сигсби.

С 12 августа по 15 октября проводились комплексные исследования на лицензионных участках морей Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского в рамках экологического сопровождения проектов освоения углеводородных месторождений.

В октябре–декабре выполняются комплексные исследования в Гренландском и Баренцевом морях, включающие геоэкологический мониторинг для анализа и прогноза экологических и экосистемных процессов на акватории Баренцева моря, на разрезе «Кольский меридиан», в районе фронтальных и прикромочных зон и в районе арх. Шпицберген.

### Экспедиции ТОИ ДВО РАН

17–28 июля 2017 года на судне «Raffaelli 52 Ouragan» проведены комплексные океанографические исследования в системе «река Лена – море Лаптевых».

Экспедиция в составе шести сотрудников ТОИ работала в среднем и нижнем течении реки Лены и губе Буор-Хая, собирая данные для оценки роли водного стока реки Лены в эмиссии метана и углекислого газа, выявления особенностей трансформации различных форм углерода, определения состава растворенного и взвешенного стока в процессе водной миграции к Арктическому шельфу.

Были определены пространственно-временная изменчивость параметров турбулентных потоков  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  в системе «вода–приводная атмосфера» вдоль разреза «река–море», растворенные формы  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ , стабильные изотопы  $\text{CH}_4$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  в воде и атмосфере, изотопы радия и радона в воде, взве-

НИС «Дальние Зеленцы» в Грэн-фьорде на архипелаге Шпицберген.



шенная фаза речного стока, а также гидрохимические характеристики и параметры карбонатной системы вод (растворенный кислород; pH и общая щелочность; макрокомпоненты — натрий, калий, кальций и магний; хлориды и сульфаты; неорганические формы биогенных элементов — нитриты, нитраты, силикаты, фосфаты и аммоний; органические формы фосфатов и азота; хлорофилл; общее содержание гуминовых веществ, растворенное окрашенное органическое вещество CDOM, DOC; выделение коллоидной фракции).

28 июля – 6 августа 2017 года на этом же судне выполнены комплексные океанографические и радиогеохимические исследования в юго-западной части губы Буор-Хая и Ивашкиной лагуны, море Лаптевых. Организатор — ТОИ ДВО РАН, участник — Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Были проведены радиогеохимические исследования. Выявлены особенности разгрузки подводных грунтовых вод в юго-западной части губы Буор-Хая. По результатам измерений активности короткоживущих изотопов  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{223}\text{Ra}$  и  $^{222}\text{Rn}$  выявлена устойчивая разгрузка подводных грунтовых вод в данном районе, впервые зарегистрированная зимой 2005 года, летом 2015 и 2016 годов. Впервые на Восточно-Арктическом шельфе с помощью детектора NaI(Tl) и фотоэлектронных умножителей проведена радиометрическая гамма-съемка придонного горизонта водной толщи. Также выполнены биогеохимические, гидрологические и гидроакустические исследования в Ивашкиной лагуны.

#### **Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН**

Проведены две экспедиции на научно-исследовательском судне «Эколог» в Онежском заливе Белого моря. В июле в течение 10 суток в рамках государственного мониторинга состояния недр по территории Российской Федерации в 2017 году проведено изучение оползневых процессов на дне акватории, современных тектонических процессов, процессов осадконакопления. Участвовали десять специалистов ВСЕГЕИ и ИВПС КарНЦ РАН.

В сентябре семь специалистов из ИВПС КарНЦ РАН и Санкт-Петербургского филиала ИО РАН провели комплексные гидрофизические измерения на полигонах для калибровки и верификации параметров термогидродинамики и пелагической экосистемы Белого моря для созданной модели экосистемы Белого моря (Green JASMINE), разрабатываемой совместно ИВМ РАН, ИПМИ КарНЦ РАН и ИВПС КарНЦ РАН.

#### **Институт мерзлотоведения СО РАН**

Морской отряд российско-германской экспедиции «Лена-2017» на моторной яхте «Николь» (приписка п. Тикси) провел исследования в августе 2017 года в губе Буор-Хая моря Лаптевых. Главный организатор — Институт мерзлотоведения СО

На острове Муостах.



РАН, участники — ААНИИ, ИНГГ СО РАН, АВИ-Потсдам. Шесть специалистов исследовали содержание в толще воды наносов и органического материала, положение кровли многолетней мерзлоты (реликтовой и новообразованной) в прибрежных и приустьевых районах механическими и геофизическими методами, провели мониторинг темпов береговой эрозии льдистых морских берегов на ключевых участках (путем высадок на берега).

#### **Работы ГНЦ РФ ААНИИ**

Институт организовал восемь морских экспедиций и участвовал в восьми научных, испытательных и туристических рейсах других организаций.

НЭС «Академик Трёшников» в сентябре–октябре провело исследования и работы в море Лаптевых. Изучались процессы распространения и трансформации атлантических вод вдоль материкового склона, существенно влияющие на ледовые условия российских арктических морей. Работы включали снабжение НИС «Ледовая база “Мыс Баранова”» для обеспечения ее круглогодичной работы в районе мыса Баранова (остров Большевик в составе архипелага Северная Земля). Выполнен разрез в море Лаптевых из восьми океанографических станций и океанографический разрез из пяти станций в Карском море. Произведена смена зимовочного персонала стационара, доставлено 100 тонн авиационного и 200 тонн дизельного топлива.

В период 12 апреля – 5 мая 2017 года проведена экспедиция «Обская губа – весна-2017» по изучению гидрометеорологических условий акватории Обской губы в районе Салмановского (Утреннего) месторождения. Выполнены измерения термohалинной структуры вод, уровня, подледных течений, процессов седиментации, морфометрических, физико-механических свойств льда, дрейфа ледяного покрова Обской губы. Данные, полученные в экспедиции, будут использованы для проектирования объекта круглогодичной отгрузки СПГ.

Экспедиция «Обская губа – лето-2017» проводилась в период с 10 июля по 2 августа 2017 года в районе работ экспедиции «Обская губа – весна-2017». Работы включали изучение метеорологических условий, гидрологического режима (температура, соленость воды, течения, волнение и уровень моря) прибрежной зоны, литодинамических процессов. Для

Айсберги – угроза морским высокоширотным сооружениям и операциям.





Газовоз «Кристоф де Маржери».

проведения работ использовался буксирный теплоход «Анатолий Байданов». Для постановки и подъема седиментационных ловушек, эхолотов-логгеров, измерителей уровня моря, промера глубин однолучевым эхолотом, гидрологического зондирования привлекалась лодка с тентом «Спрут РТ 420».

В сентябре–октябре в Карском море экспедиция ААНИИ по заказу ПАО «НК «Роснефть» на борту ледокола «Новороссийск» провела работы по исследованию методов физического воздействия на айсберги, которые являются продолжением работ 2016 года («Кара – лето-2017»). В мировой практике для этого используется буксировка с помощью канатов и сетей, воздействие гребными винтами, системами пожаротушения. Такие методы являются составной частью систем управления ледовой обстановкой в районах стационарных морских сооружений с айсберговой опасностью.

В этот же период с борта НЭС «Михаил Сомов» с участием специалистов института проводились работы по изучению гидрометеорологического режима Чукотского моря.

С 3 по 31 мая на реке Обь, в районе города Салехарда выполнен комплекс ледовых инженерных изысканий для проектирования моста через Обь. Определены физико-механические свойства льда, гидрологические параметры.

В феврале–апреле 2017 года по заказу южнокорейских судостроительных компаний Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) и Samsung Heavy Industries (SHI) сотрудники ААНИИ участвовали в натурных ледовых испытаниях супертанкера-газовоза «Кристоф де Маржери» и арктического челночного танкера «Штурман Альбанов» в зимних условиях Карского моря.

Ледовые испытания газовоза «Кристоф де Маржери» (водоизмещение 143866 т, длина 299 м, ширина 50 м) проводились в период с 10 февраля по 20 марта 2017 года в акватории Карского моря. В задачи экспедиции входили поиск и подготовка полигонов для проведения контрольных пробегов судна с детальной исследованием параметров морского льда в районе испытаний. При подготовке к экспедиции были разработаны правила техники безопасности при проведении измерений на льду, а также детальная процедура выполнения всех требуемых измерений.

Ледовые испытания танкера «Штурман Альбанов» (водоизмещение 63186 т, длина 249 м, ширина 34 м) проводились в период с 21 апреля по 8 мая 2017 года в акватории Обской губы. Целью экспедиции являлось исследование ледовых качеств танкера и проверка их соответствия спецификационным требованиям в области ледовой ходкости. В период подготовки к экспедиции была разработана процедура проведения ледовых натурных испытаний, а также методика пересчета результатов применительно к данному танкеру. Были выполнены испытания ледопробности задним ходом в ровном льду толщиной 139 см + снег 40 см и толщиной 144 см + снег 43 см;



Танкер «Штурман Альбанов».

передним ходом в ровном льду толщиной 128 см + снег 45 см; задним ходом в торосях.

Сотрудники ААНИИ приняли участие в летней экспедиции (8–28 июля) на НИС «Профессор Молчанов» (Северное УГМС) по проекту «Арктический плавучий университет». Описание работ приводится в разделе, посвященном исследованиям САФУ.

В период с 10 июля по 23 августа 2017 года состоялись четыре рейса а/л «50 лет Победы» по маршруту Мурманск – Северный полюс, с борта которого специалистами института выполнены попутные ледовые наблюдения по ходу движения судна, включающие инструментальную (фото и видео) фиксацию толщин льда и снега. Это продолжение многолетнего климатического мониторинга морских льдов, прежде всего их толщины, в Центральном Арктическом бассейне.

В апреле 2017 года пять специалистов ААНИИ участвовали в испытаниях ледокола «Новороссийск», которые проводились в Енисейском заливе Выборгским судостроительным заводом. В рамках данной экспедиции определялись ледовые качества нового ледокола, проверялось их соответствие спецификационным требованиям в области ледовой ходкости.

Специалисты института осуществляли специализированное гидрометеорологическое обеспечение работ других организаций, находясь на борту экспедиционных судов: на НИС «Геолог Дмитрий Наливкин», проводившем геофизические исследования на Хатангском и Притаймырском лицензионных участках в море Лаптевых; на НИС «Академик Лазарев» в период геофизических работ в Восточно-Сибирском море; во время ледовых испытаний газовоза «Кристоф де Маржери» в Карском море.

«Арктический плавучий университет» на НИС «Профессор Молчанов».





Ледокол «Новоросийск».

### Работы Дальневосточного регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института (ДВНИГМИ)

С целью изучения популяции тихоокеанского моржа в Беринговом и Чукотском морях с борта НИС «Профессор Мультановский» в период с 19 мая по 14 июля 2017 года проводились исследования в Чукотском море. Организации-участники: Консалтинговая компания по северотихоокеанской дикой фауне «North Pacific Wildlife Consulting, LLC» (США), Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт. Научный состав включал 15 российских и 6 американских специалистов. Цель работ: получение сведений о половозрастной структуре моржей, их сезонном распределении, миграционной активности, численности, темпах размножения данного вида морских млекопитающих, который является общим ресурсом для России и США и ежегодно добывается коренными жителями Чукотки и Аляски. Было выполнено 34 выезда (250,6 ч работы) на моторных лодках в российской и американской экономической зоне Чукотского моря. Собрана биопсия от 2156 моржей. Проводились непрерывные круглосуточные наблюдения за морскими млекопитающими на маршруте Ном–Ном (Берингово и Чукотское моря). Всего на маршруте Ном–Ном были встречены: гренландский кит (7), серый кит (152), белый медведь (42), морской заяц (73), крылатка (1), кольчатая нерпа (60), ларга (9), неопределенный тюлень (8), неопределенный кит (4). Исследования особенно важны в условиях сокращения площади многолетних льдов, ухудшения экологической ситуации в арктическом регионе в связи с началом разработки запасов нефти и газа в Чукотском и Восточно-Сибирском морях и из-за традиционного промысла коренных жителей Чукотки и Аляски.

НИС «Профессор Мультановский».



НИС «Виктор Буйницкий».

### Государственный океанографический институт (ГОИН)

В период с 8 августа по 10 октября НИС «Виктор Буйницкий» провел комплексные исследования в Хатангском заливе моря Лаптевых. В состав экспедиции входило 18 специалистов из ФГБУ «ГОИН», ОАО «СВАРОГ», МК «МАКСИМА». Работы включали попутные метеорологические наблюдения и региональные морские исследования: батиметрическая съемка с высокой детальностью; исследование условий залегания грунтов и степени их изменчивости и состава, установление наличия областей скопления приповерхностных газов; оценка возможности развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов; оценка инженерно-геологических условий; общая оценка литодинамических процессов; инженерно-геологическое районирование исследуемого участка.

С 12 по 30 апреля 2017 года два сотрудника института провели метеорологические и гидрофизические измерения в приполюсном районе котловины Амундсена Арктического бассейна на сезонной высокоширотной дрейфующей ледовой базе «Барнео». Получены данные об атмосферном давлении, температуре воздуха, скорости и направлении приземного ветра и приходящей коротковолновой солнечной радиации с интервалом измерений 15 мин и профили температуры и солёности морской воды с интервалом времени между зондированиями 6 ч.

В летний период 2017 года (26 июня – 10 августа) на НИС «Профессор Куренцов» ОАО «МАГЭ» были выполнены морские гидрометеорологические изыскания в западной части Карского моря на акваториях Русановского и Скуратовского лицензионных участков работ. Были установлены автономные гидрологические станции (АГС) с измерительным оборудованием, которые в течение 31 суток выполняли запись скоростей течений в верхнем, промежуточном и придонном слоях, высоты и периода ветровых волн, изменений уровня, температуры и солёности морской воды на горизонтах установки приборов. Также были организованы судовые гидрометеорологические наблюдения.

### Северное управление гидрометеорологической службы (СУГМС)

НИС «Иван Петров» провело две экспедиции в Белом море.

В июне–июле выполнены наблюдения на четырех «вековых разрезах» в Белом море. Первый проложен с запада от берегов Карелии (в самом широком месте) на восток к мысу Зимнегорский, второй — в самом узком месте Горла моря — от Кольского полуострова к маяку Инцы. Третий пересекает Двинский залив, а последний находится на границе с Барен-



отбирали пробы воды на содержание изотопов Sr-90, Cs-137 и пробы фитопланктона.

К настоящему времени ледоколы и суда различных стран мира достигли географической точки Северного полюса 129 раз, четыре раза это сделало судно Росгидромета «Академик Федоров», причем 29 августа 2005 года это было сделано без ледокольной проводки — впервые в мире транспортное судно усиленного ледового класса самостоятельно достигло вершины планеты. Это удалось по причине сокращения площади и уменьшения возраста морских льдов в Арктике, наблюдаемых в последние два десятилетия, равно как и благодаря совершенствованию технологий гидрометобеспечения и ледового плавания в высоких широтах Арктики.

### **Полярный институт рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО)**

ПИНРО провел четыре экспедиции в Баренцевом море и сопредельных водах. Выполнена Международная экосистемная съемка в период с 24 мая по 17 июня на НИС «Фридьоф Хансен» и с 24 марта по 17 октября — на судне «Вильнюс» проведены комплексные исследования состояния экосистемы Баренцева моря, включающие наблюдения за условиями среды, кормовой базой, распределением, численностью и биомассой всех доступных для оценки гидробионтов.

Комплексная инструментальная съемка камчатского краба выполнена в период с 15 июля по 8 августа на судне «Профессор Бойко» для определения распределения и биологического состояния камчатского краба; выявления реальных сверхдопустимых приловов самок, молоди и пререкрутов.

### **ВНИИОкеангеология**

С 19 сентября по 10 октября НИС Северного УГМС «Профессор Молчанов» проводило работы по программе ВНИИ-Океангеология. Выполнена геологическая съемка участка континентального шельфа в акватории Карского моря в районе острова Комсомолец (архипелаг Северная Земля). Проведено сейсмоакустическое профилирование, а также опробование донных отложений и придонной воды на 35 станциях.

### **Гидрографическая служба Северного флота**

Гидрографические суда Северного флота «Горизонт» и «Сенеж» выполнили походы в Баренцево и Карское моря. Группа гидрографов осуществляла комплексные океанографические исследования в акватории морей. Изучались радионавигационные поля, собирались сведения для корректуры карт, руководств и пособий для плавания. Работу осложняла ледовая обстановка в районе островов архипелага Земля Франца-Иосифа. В экспедициях трудились студенты Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова и Ростовского института водного транспорта имени Г.Я. Седова, проходившие стажировку.

НИС «Профессор Молчанов».



### **Ассоциация «Морское наследие: исследуем и сохраним»**

В 2017 году были продолжены экспедиционные исследования по проекту «Открытый океан». Комплексная экспедиция на малом парусно-моторном судне «Альтер Эго» имела научно-практические и мемориальные цели (подробнее см. РПИ № 29 и настоящий выпуск). Район работ экспедиции 2017 года — высокоарктические острова Баренцева моря — Новая Земля и Земля Франца-Иосифа, в т.ч. на территории национального парка «Русская Арктика».

На Новой Земле в июле выполнены работы в рамках международного проекта SEATRACK по изучению миграций птиц в Северо-Восточной Атлантике. В двух точках сняты установленные ранее и поставлены новые геолокаторы на два вида наиболее массовых морских птиц Баренцева моря — толстоклювую кайру и моевку. Также выполнены учеты численности в колониях морских птиц, общие орнитофаунистические наблюдения. Проведено коллектирование материала для фондов и экспозиции Музея Мирового океана.

Второй этап проходил на архипелаге Земля Франца-Иосифа. Обследованы с высадками 15 островов архипелага, значительная часть побережья вдоль маршрута осмотрена с борта яхты. Выполнены наблюдения за биоразнообразием, в первую очередь редкими и охраняемыми видами, занесенными в Красную книгу РФ. По пути следования проведены наблюдения и учеты численности лежбищ атлантического моржа, колоний белой чайки, зафиксированы встречи с белыми медведями и китами.

С борта яхты, на лодочных и пеших маршрутах проведены визуальные наблюдения с фотофиксацией состояния побережий 12 островов. Впервые выполнены систематические наблюдения и количественная оценка загрязненности берегов островов пластиковым мусором. Эти работы были начаты Ассоциацией в ходе экспедиции O2A2-2016 в прошлом сезоне. В этом сезоне использована адаптированная международная методика визуального количественного учета макропластика на берегах. На всех островах, как и в прошлом году, зафиксирован плавник и пластиковый мусор, особенно много его на экспонированных южных берегах, а также в центре архипелага в местах, где происходят природные процессы аккумуляции. На всех участках берегов преобладал мусор, связанный с рыбопромысловой деятельностью: сети, канаты, поплавки, буи и др. Также много пластиковых бутылок и прочей бытовой пластиковой тары. Обнаружена транспортировка на пластиковом субстрате чужеродных донных организмов — моллюсков, в природе не встречающихся на архипелаге. Впервые в прибрежной зоне российской Арктики взяты пробы грунта с литорали и воды для проверки на содержание микропластика. Партнерами из Дальневосточного

В сезон 2017 года продолжено использование малых парусно-моторных судов для проведения экспедиционных исследований в удаленных районах Российской Арктики. «Альтер Эго» у берегов Земли Франца-Иосифа.





Толстоклювая кайра – массовый вид морских птиц Баренцева моря, основной объект исследований по программе МОРТРЭК на Новой Земле.

федерального университета получены первые результаты лабораторных анализов, обнаружившие присутствие микропластика во всех проверенных пробах грунта.

Проведены исследования адаптационных возможностей человеческого организма к экстремальным климатогеографическим условиям и повышенным физическим нагрузкам. Измеряли параметры сердечно-сосудистой и дыхательной систем в покое и при функциональных пробах (регулируемое дыхание, дозированная физическая нагрузка). Отбирали пробы для последующего анализа сдвигов в обмене веществ и в микробиоте желудочно-кишечного тракта. Для выявления возможных изменений в содержании микроэлементов отобраны пробы волос. Проведено психологическое тестирование для оценки самочувствия, настроения, внимания, концентрации.

Собрано более 30 проб биоматериала млекопитающих (экскременты медведей, моржей, песцов), а также грунта и пресной воды для вирусологических исследований специалистов Института полиомиелита. Их цель — выявление вирусов диких арктических животных, определение их распространения и путей миграции, возможных мутаций в условиях меняющегося климата.

## Заключение

Научные экспедиционные исследования 2017 года направлены на решение актуальных фундаментальных и прикладных проблем Арктической зоны: климатические изменения, их проявления и механизмы, природные угрозы, изменения в экосистемах, обеспечение освоения ресурсного и использование транспортного потенциалов, подготовка специалистов. В работах участвовало значительное количество российских и зарубежных научных и образовательных организаций, привлекались молодые ученые и студенты. Предварительный анализ программ и первых результатов позволяет утверждать, что экспедиционные исследования различных организаций носят в целом взаимодополняющий характер, прямое дублирование не отмечается.

Макет ледостойкой самодвижущейся платформы.



В совокупности экспедиционные исследования могли бы стать эффективным инструментом государственного экологического мониторинга морской Арктики, который сейчас носит фрагментарный по географии и наблюдаемым параметрам характер. Следует признать, что у нас так и не создан эффективный механизм объединения усилий и потенциалов различных организаций и ведомств в решении этой проблемы.

Важной задачей на ближайшую перспективу остается обновление научно-исследовательского флота. За последние четверть века построено одно НЭС «Академик Трёшников» (Росгидромет), что расширило возможности проведения работ в полярных водах. Остальные 11 судов Росгидромета неограниченного района плавания имеют средний возраст 37 лет. ФАНО России располагает 13 океанскими НИС неограниченного плавания, их средний возраст более 30 лет. Необходимо постепенное обновление флота, в том числе с использованием проектов, разработанных в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 гг.» (в частности, проект изыскательского судна и многофункционального НИС для приполярных вод). Росгидромет заинтересован в проекте многофункционального арктического НЭС на замену НЭС «Михаил Сомов», которому более 40 лет. Перспективным для арктических исследований является проект самодвижущейся ледостойкой платформы «Северный полюс».

Имеются большие логистические и технические возможности для расширения научных исследований и проведения практик, стажировок и т.п. Необходимо повышать эффективность использования созданных в последние годы российских центров в Арктике, увеличивая количество научных проектов, реализуемых на их базе, особенно в зимний период. Это позволит сделать эти научные площадки доступными для большого количества специалистов, прежде всего для научной молодежи, которая получает необходимый опыт полевых работ.

Значительные проблемы возникают с использованием зарубежной измерительной техники, в отдаленной перспективе они могут быть решены на основе программ импортозамещения, а в ближайшей — с использованием инструментов международного сотрудничества, в том числе двустороннего сотрудничества.

Международное сотрудничество остается важным инструментом научных исследований. Определенные затруднения возникают в проведении морских исследований с участием иностранных ученых и с использованием зарубежного научного оборудования.

На последней министерской сессии Арктического совета, прошедшей в мае 2017 года в Фэрбанксе, США, министрами иностранных дел восьми арктических государств было подписано «Соглашение по укреплению арктического научного сотрудничества». Соглашение является юридически обязывающим документом. Этот документ будет способствовать развитию сети арктических наблюдений и международному обмену данными наблюдений. Работа над документом еще раз подтвердила, что все арктические государства привержены делу укрепления международного сотрудничества в Арктике.

Автор выражает благодарность за помощь в подготовке материала и предоставлении иллюстративных материалов А.В. Клепикову (АНИИ), А.В. Сокову (ИО РАН), В.Б. Лобанову (ТОИ ДВО РАН), Ю.Ф. Сычеву (ГОИН), Ю.Н. Волкову (ДВНИГМИ), С.И. Пуканову (СУГМС), О.В. Титову (ПИНРО), П.Р. Макаревичу (ММБИ), М.Н. Григорьеву (ИМ СО РАН), Н.Н. Филатову (ИВП Севера КарНЦ РАН), М.В. Гаврило (Ассоциация «Морское наследие: исследуем и сохраним»).

А.И. Данилов (АНИИ)

## ИТОГИ РАБОТЫ ПЯТОГО ЗИМОВОЧНОГО СЕЗОНА НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ СТАЦИОНАРЕ «ЛЕДОВАЯ БАЗА «МЫС БАРАНОВА»»

Научно-исследовательский стационар (НИС) «Ледовая база «Мыс Баранова»» расположен на северо-западной оконечности о. Большевик архипелага Северная Земля на берегу пролива Шокальского. Исследования на НИС начаты в 2013 году.

Архипелаг Северная Земля и являющийся его частью о. Большевик интересны как объект научных исследований с нескольких точек зрения. Ввиду удаленности от населенных пунктов данная территория мало подвержена непосредственному антропогенному воздействию и оптимальна для получения фоновых оценок состояния природной среды. Имеется возможность проведения исследований на нескольких природных объектах: в непосредственной близости от НИС находится ледник Мушкетова, несколько далее — ледник Семенова-Тян-Шанского. Также район покрывает сеть рек, питающихся от вышеуказанных ледников и за счет атмосферных осадков. Непосредственно рядом с НИС находится пролив Шокальского.

В 200 км от НИС имеются две значительные аномалии магнитного поля Земли. Кроме того, НИС находится на значительном удалении от ближайших полярных станций, поэтому метеорологические и аэрологические наблюдения важны для данного региона. Сам архипелаг Северная Земля оказывает влияние на атмосферную циркуляцию в силу своего географического положения, наличия ледников и заприпайной льдины в зимнее время.

Работа пятого зимовочного сезона (2016/17) началась 5 октября с прибытием группы специалистов из 10 человек на борту Ми-8 МТ во главе с начальником пятого зимовочного состава НИС А.Ю. Ипатовым. 6 октября тем же бортом убыла большая часть личного состава НИС четвертого зимовочного сезона и экспедиции «Север-2016». Исследования продолжились силами 18 специалистов. С прибытием в апреле первой группы экспедиции «Север-2017» количество личного состава НИС выросло до 28 человек. Работа пятого зимовочного состава была завершена 23 сентября 2017 года после двух суток погрузочно-разгрузочных работ. Экспедиционный груз был доставлен НЭС «Академик Трёшников», подошедшим к НИС

22 сентября 2017 года. Груз транспортировался на берег преимущественно с применением вертолета Ми-8.

Основными целями исследований являлись:

- продолжение и расширение гидрометеорологического и экологического мониторинга в регионе архипелага Северная Земля;
- изучение физических процессов региональных изменений климата.

Метеорологические наблюдения (стандартные и специальные) выполнялись ведущим метеорологом И.А. Бобковым, а также ведущими инженерами А.С. Грубым, В.В. Мовчаном, П.Н. Андреевым и Б.Я. Нафиковым. Аэрологические наблюдения производились ведущим аэрологом С.А. Овчинниковым. Геофизические наблюдения осуществлялись геофизиком I категории Б.И. Бакаленко.

В период с ноября по август выполнены исследования морского льда силами ведущих инженеров Н.М. Кузнецова, Н.В. Колабутина, Д.Г. Тузлукова, Е.В. Шиманчука, И.А. Кушевского.

В период с апреля по сентябрь были проведены исследования гидрологии суши, геоморфологии и геодезии. Группа специалистов, в которую входили гидрологи суши А.Н. Рачкова, И.И. Василевич, А.И. Логинов, геоморфологи И.С. Ёжиков, А.А. Трунин, гляциолог Р.А. Чернова, геодезист А.С. Парамзин, как правило, выполняла совместные выезды на маршруты.

Прибывшие на НИС специалисты-экологи — Ш.Б. Тешебаев, Е.В. Перевозчикова-Хмурая выполняли работы начиная с середины июля. После окончания работ пятого зимовочного сезона они продолжили исследования.

Наиболее насыщенной являлась программа метеорологических исследований. Она включала:

1. Стандартные метеорологические (восьмисрочные) наблюдения с использованием автоматической метеорологической станции (АМС) MAWS420 производства Vaisala, Финляндия — за атмосферным давлением, скоростью и направлением ветра, влажностью воздуха, температурой грунта и атмосферного воздуха на высоте 2 и 8 м в режиме непрерывной регистрации. В стандартные сроки выполнялись

Члены пятого зимовочного состава и сезонного отряда НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»». Фото А.С. Парамзина.



наблюдения за видимостью, атмосферными явлениями, количеством осадков, формами и количеством облачности. Информация передавалась в четыре срока — 00, 06, 12, 18 всемирного согласованного времени (BCB). При наблюдениях за облачностью также использовались измеритель высоты облаков CL-31 и облачная камера RedCat ASC0b. Всего было проведено 2832 наблюдения, с применением АМС выполнено 509760 измерений указанных выше параметров, а также составляющих радиационного баланса (суммарная радиация, коротковолновая отраженная радиация, длинноволновая нисходящая и коротковолновая восходящая радиация). Передано 1416 синоптических сроков, 35 телеграмм «декада» и 11 телеграмм «климат».

Были выполнены сравнительные и контрольные измерения, для производства которых использовался комплекс стандартных метеорологических приборов: барометр БРС-1М, психрометрическая пара, гигрометр М-19, метеорологические ртутные и спиртовые термометры. Всего было проведено 46 таких серий.

2. Программа специальных метеонаблюдений включала в себя: измерения профиля температуры в пограничном слое атмосферы (0–1000 м) с применением профилометра МТР-5РЕ (488160 измерений); мониторинг приземного озона (газоанализатор ОПТЭК 3.02 П1, 182400 измерений) и общего содержания озона и УФ-радиации при высоте солнца свыше 5° — измеритель М-124, 416 измерений; актинометрические наблюдения в рамках программы ВМО «Базовая сеть радиационных наблюдений» (БСРН) (коротковолновая отраженная и коротковолновая восходящая радиация) — 252000 измерений. На маршруте, проложенном по льду пролива Шокальского, были выполнены наблюдения за теплофизическими свойствами снега (45 серий измерений).

В рамках совместных исследований с Финским метеорологическим институтом (ФМИ) проводился мониторинг содержания парниковых газов — CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO и водяного пара с применением газоанализатора Picarro G2401 (1,6 Гб информации), содержания SO<sub>2</sub> в приземном слое с помощью газоанализатора Thermo 43iTL (2 Мб информации), атмосферных аэрозолей нефелометром Aurora3000 (17 Мб информации), многоугловым фотометром аэрозольного поглощения МААР 5012 (280 Мб информации). Производилась непрерывная регистрация пульсаций скорости ветра с применением акустического анемометра METEK U-Sonic3 Sci-H (416 Мб информации) и температуры, влажности грунта на пяти горизонтах (измерители Nokeval IKES и ML3 Theta probe), потоков тепла в грунте (измеритель HFP-01-05) — получено 7 Мб информации.

Наблюдения за приземными аэрозолями были проведены с применением малообъемного пробоотборника Comde Derenda LVS 2.1 (отобрано 100 фильтров) и аэталометра НИИЯФ (1,8 Гб информации).

Метеорологические наблюдения дополнялись аэрологическими. Кроме ежесуточных зондирований в 00:00 BCB с применением оборудования VAISALA DigiCora III MW31 (Финляндия), согласно программе работ, были проведены серии учащенных зондирований в периоды 6–31 октября 2016 года, 1–20 августа 2017 года (также и в 12:00 BCB) и 1–5 октября 2016 года (дополнительно – в 06:00, 12:00, 18:00 BCB). Всего было выполнено 397 зондирований атмосферы в среднем до высоты 31,68 км.

Дополнением к программе аэрологических исследований стали испытания отечественной аэрологической аппаратуры. Выполнены совместные зондирования с использованием зонда RS92-SGP производства VAISALA и зонда МРЗ-Н1 производства ОАО «Радий», Россия. В ходе данных зондирований произведена отладка настроек и программного обеспечения ПО отечественного комплекса зондирования, показавшего

результаты работы, близкие к стандартному финскому оборудованию, используемому на НИС.

Было продолжено начатое в 2015 году изучение магнитного поля земли (МПЗ): регистрация модуля индукции МПЗ с применением процессорного оверхаузеровского датчика POS-1 (получено 480 Мб данных) и трех компонент вектора МПЗ с помощью магнитовариационной станции — феррозондового магнитометра для 1-секундного стандарта INTERMAGNET LEMI-025 (21 Гб информации). С августа 2017 года были начаты работы по исследованию поглощения космического радиоизлучения с применением риометра R55 La Jolla Sciences (получено 64 Мб данных).

Работы леодоисследователей и океанологов были продолжены после образования устойчивого припая, пригодного для передвижения легкой транспортной техники в проливе Шокальского, в декабре 2016 года. С 18 декабря начаты ежесуточные зондирования толщи вод пролива Шокальского в точке постоянных наблюдений с применением профилографа SBE19plus. Фиксировались температура, электропроводность и давление морской воды — сперва наблюдения проводились на открытом воздухе, а с 12 января 2017 года — из океанологического терминала, оборудованного на санях из щитов ПДКО.

В период с 28 декабря 2016 года до 2 февраля 2017 года производилась установка измерителей в проливе Шокальского. Измерители температуры и электропроводности морской воды SBE37SM были установлены в точке, близкой к точке наблюдений 2015 года, и с их помощью с 30 января по 2 июля 2017 года было выполнено 44064 измерения на 5 горизонтах. Также в период с 23 января по 12 мая 2017 года с помощью Solinst Levelogger Junior проводились измерения (15696) урвня моря.

Один из акустических доплеровских профилографов течений WHS300 Sentinel был установлен около места постановки приборов серии SBE37SM (30.01–03.07.2017, по 7392 измерения в четырехметровых слоях между горизонтами 10, 14, 18, 22, 26, 38, 42, 46, 110 (110–114) м). Другой аналогичный измеритель установили в районе около точки ежесуточных зондирований (28.12.2016–24.03.2017 — излучателем вниз, 4128 измерений в четырехметровых слоях между горизонтами: 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 50, 106, 110, 114 м). 24 марта 2017 года прибор был переставлен на горизонт 28 м излучателями вверх для дополнения данных, получаемых с установленного в 50 м от него акустического доплеровского профилографа WHLS75 Long ranger (в период с 16 февраля по 11 июня 2017 года было выполнено 5520 измерений на 19 горизонтах до дна).

Таким образом, впервые были проведены исследования поля течения в проливе Шокальского по всей глубине наблюдений (около 110 м).

На лед пролива Шокальского в районе м. Визе на юге и м. Баранова на севере 24 и 25 декабря 2016 года были установлены два автономных дрейфующих буя системы «ARGOS-2» с термодатчиками длиной 80 м. Впоследствии после разрушения припая эти буи передавали данные до конца сентября 2017 года, дрейфуя в окрестностях о. Большевик.

Также были выполнены океанологические исследования в двух больших заливах — Микояна (11 апреля 2017 года, 11 океанологических станций на полигоне) и Ахматова (21 мая 2017 года, 5 океанологических станций на разрезе).

Работы леодоисследователей проходили во взаимодействии с океанологами. В ноябре–декабре 2016 года была выполнена серия рекогносцировочных разрезов с контактными толщиномерными съемками, а 1 декабря 2016 года на припайном льду пролива Шокальского был разбит полигон из 35 точек, на котором проведены ежелекандные измерения

толщины льда, снега и превышения льда над водой вплоть до 15 июля 2017 года. Данные измерения производились параллельно контактным методом (бурение) и бесконтактным — с использованием неконтактного магниторезонансного измерителя толщины льда EM31. Всего было проведено 23 контактных и 21 бесконтактная серии наблюдений.

Были продолжены работы по изучению физических свойств морского льда, начатые в 2016 году. В контрольной точке ранее упомянутого полигона, а также на полигонах «Берег», «Торос» и «Айсберг» производился отбор кернов морского льда с использованием бура Черепанова и, чаще, керноотборника Kovacs. В отобранных образцах постоянно послойно измерялась температура, солёность, а также плотность. Всего было отобрано 14 кернов. Отдельные керны распиливались, и производился структурно-текстурный анализ морского льда.

В марте и мае на основном полигоне и полигоне «Торос» были проведены работы по замерам характеристик локальной прочности морского льда с применением комплекса ЛГК131-01 с зонд-индентором ЛГЦ095.055.0050.002. В июне на мини-полигоне (10×10 м) с применением данного оборудования были проведены работы по изучению локальной анизотропии морского льда.

С прибытием 21 апреля 2017 года на НИС первой группы сезонного отряда экспедиции «Север-2017» начались гидрологические работы. На первом этапе работ в основании ледника Мушкетова была установлена АМС НОВО U30, организована снегомерная площадка около НИС, проложены снегомерные профили по рекам Амба и Мушкетова. Были организованы снегомерные площадки в районе водосбора реки Мушкетова и в основании одноименного ледника. Всего до начала таяния проведено 14 съёмок на четырех основных и двух дополнительных площадках, выполнено пять снегомерных профилей и четыре маршрута. В руслах рек Амба и Мушкетова проведены работы по оценке качества данных, получаемых с помощью георадара «Пикор-2».

С началом таяния снега в конце июня — начале июля начаты наблюдения за уровнем воды и расходами рек Мушкетова, Новая, Останцовая, Без названия. В ходе наблюдений использованы уровнемеры Solinst Levelogger Edge (12038 измерений), Solinst Levelogger Junior (16406 измерений), измеритель скорости потока с регистратором ИСП-1М (32 серии измерений). В сезоне 2017 года начаты гидрологические исследования на реке Базовая, в 7,5 км от ее устья был установлен балок ПДКО.

Была сделана неудачная попытка выполнить работы в районе озера Спартаковское и на леднике Семенова-Тянь-

Шанского. При движении по разведанному в 2016 году маршруту к данным географическим объектам выяснилось, что уровень воды в озере значительно понизился и добраться к леднику Семенова-Тянь-Шанского невозможно из-за севших на грунт и плававших на поверхности озера обломков ледника.

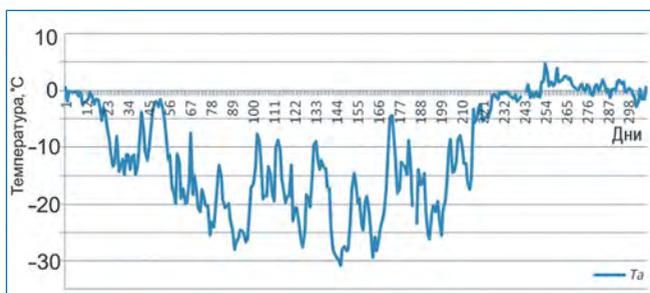
Блокировка ледника Семенова Тянь-Шанского и холодное лето 2017 года в значительной степени повлияли на выполнение планов геоморфологов (палеогеографические и гляциологические исследования). Удалось провести следующие работы на леднике Мушкетова: снегомерная съёмка и получение характеристики снежно-фирновой толщи. Были установлены две новые вехи, для 15 вех была проведена геодезическая привязка, сделано 31 описание снежно-фирновой толщи. Также был пройден маршрут по определению ледораздельной линии ледника длиной 52 км. В части палеогеографических исследований на реках Новая, Без названия и Останцовая параллельно работам по определению типов разломов и проведению съёмки фракционного состава долин начаты работы по определению высотного положения морских террас, пройдены маршруты в 37 и 55 км.

Работы леодоисследователей, океанологов, гидрологов суши, геоморфологов обеспечивались информацией, получаемой с помощью БПЛА «Орлан-10» (3 вылета). Существенно важно было участие специалиста-топографа. Была выполнена плано-высотная привязка вех на леднике Мушкетова, гидрологических пунктов наблюдения (4), проложено 2 км нивелирного хода IV класса точности, пройдено 10 км профиля на двух реках; установлены два репера долговременного типа заложения и обновлено 92 га топографического плана. При работе использовалось спутниковое геодезическое оборудование Sokkia GRX2 и оптический нивелир Vega L32C. С помощью квадрокоптера DJI Phantom 4 Pro было получено 10 фотопланов в интересах леодоисследователей и геоморфологов, 260 фотографий припайного льда, две цифровые трехмерные масштабные модели айсберга на полигоне леодоисследователей «Айсберг».

Работу научных подразделений обеспечивал отряд технического обеспечения (ОТО) во главе с его начальником С.В. Шароновым. Необходимо отметить высокий профессионализм членов ОТО (механики Ю.Ф. Касаткин, С.С. Синицын, В.А. Цыварев и Р.В. Липин.) и постоянную готовность к оказанию помощи исследователям при проведении научных работ, особенно необходимой после прилета сезонного отряда и значительного увеличения количества выездов с НИС. При-

Затор на трассе к леднику Семенова-Тянь-Шанского. Фото А.Н. Рачковой.





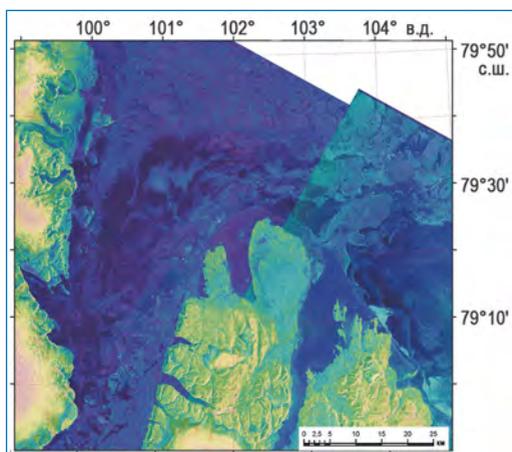
Среднесуточная температура воздуха  
за период с 5 октября 2016 года по 23 сентября 2017 года.

готовлением пищи занимался повар В.М. Семенов. В разное время на НИС работали три врача — А.В. Галкин, А.А. Коробченко и В.П. Чубаков. Связь на НИС и с ААНИИ обеспечивали А.В. Тимофеев и А.С. Гребенников.

В сезоне 2016/17 составом пятого зимовочного сезона было продолжено развитие инфраструктуры НИС: закончена обшивка стен строения №15 — дома геофизика и строения № 4 — комплекса ледоисследователей, построена пристройка к теплому гаражу ДЭС (теплый склад), сооружен балок на реке Базовая, отремонтированы балки на реке Без названия и Мушкетова. Ремонтные и строительные работы выполнены в основном силами личного состава НИС с участием бригады строителей из четырех человек. Прибывшие строители большую часть времени были заняты достройкой кабельных эстакад НИС, прокладкой кабелей, сооружением пристройки к ДЭС для установки подвижных НЭС «Академик Трешников» дизель-генераторных установок.

В ходе работ пятого зимовочного сезона программа исследований в целом были выполнены. Проведению работ в полном объеме помешали погодные условия. В 2017 году на о. Большевик было холодное лето и многие объекты были покрыты снегом, сток рек был значительно ослаблен.

Теплая зима с многочисленными проходящими через архипелаг циклонами привела к коррекции планов океаноло-



Ледовая обстановка в районе НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» в 01:02:14 ВСУ (UTC) 16 февраля 2017 года по данным РЛС с синтезированной апертурой в С-диапазоне ИСЗ «Сентинел-1» («Sentinel-1») — исходные данные ЕКА (ESA).

гов — к 16 февраля 2017 года пролив Шокальского не имел сплошного ледяного покрова, и океанологический разрез НИС — м. Афонина, как и постановку ПБС в проливе Шокальского пришлось отменить. С другой стороны, холодное лето способствовало продлению океанологических работ на припайном льду пролива — зондирования с применением профилографа температуры, электропроводности и давления SBE 19plus были окончены только 8 августа 2017 года, за три дня до полного взлома припая.

Активная циклоническая деятельность над архипелагом зимой внесла свои коррективы и в работы аэролога — 25 января 2017 года с эллинга аэрологического комплекса штормовым ветром (до 39 м/с) была сорвана крыша, с дома аэролога (строение 20) были сорваны антенны.

*А.Ю. Ипатов (ААНИИ)*

НИС «Академик Трешников» на рейде НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» во время проведения грузовых операций.  
Фото А.С. Парамзина.



## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ СТАЦИОНАРЕ «ЛЕДОВАЯ БАЗА «МЫС БАРАНОВА»» В ПЕРИОД 2015–2017 гг.

Магнитное поле Земли представляет собой векторную сумму нескольких полей, каждое из которых имеет свои источники, как внутри планеты, так и в верхней атмосфере. Непрерывные и разнообразные изменения во времени магнитного поля Земли (МПЗ) привели к необходимости организации постоянных пунктов по контролю и регистрации этих вариаций.

Основным методом в изучении магнитного поля являются системные наблюдения над его пространственным распределением, вариациями на поверхности и в околоземном пространстве. Для наблюдений за изменениями элементов земного магнетизма служат магнитные обсерватории, в которых осуществляется непрерывная регистрация вариаций, проводятся регулярные абсолютные наблюдения, первичная обработка и проверка достоверности данных.

Геомагнитные исследования в высоких широтах всегда вызывали повышенный интерес, т.к. в зоне аврорального овала существует возможность отследить не только стандартный набор циклических (суточные, вековые) вариаций геомагнитного поля, но и особые явления в магнитосфере и ионосфере.

Геомагнитные наблюдения на научно-исследовательском стационаре (НИС) на м. Баранова были начаты в 2015 году с измерения процессорным оверхаузеровским датчиком модуля индукции магнитного поля Земли, были дополнены в 2016 году данными о динамике трех компонент индукции магнитного поля, получаемыми современной магнитовариационной станцией LEM1-025. Стала возможна оценка вариаций горизонтальной и вертикальной составляющих поля. Тогда же начавшиеся регулярные абсолютные измерения параметров геомагнитного поля позволяют получать данные о динамике величин склонения и наклонения геомагнитного вектора, контролировать работу измерительного оборудования.

За это время (2015–2016 годы) были получены почти непрерывные ряды данных о динамике состояния магнитного поля. Зафиксированы продолжительность и амплитуды геомагнитных возмущений и геомагнитных бурь (рис. 1). Параме-

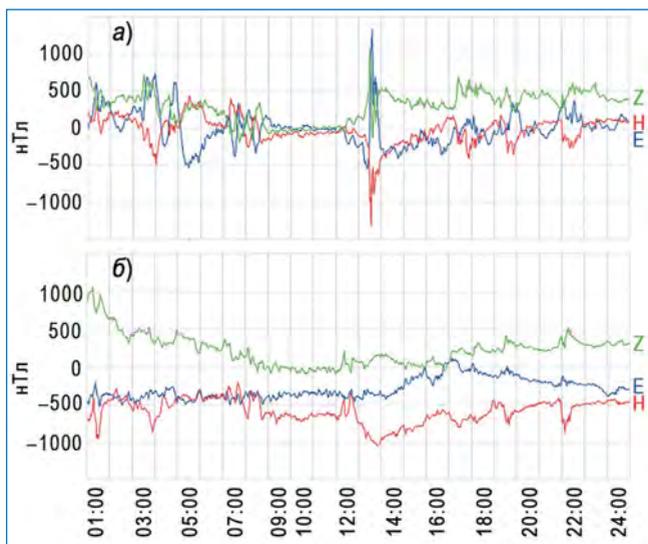


Рис. 1. Фрагмент данных 17 сентября 2017 года с веб-ресурса <http://geophys.aari.ru>, отображающий ход трех компонент (E, H, Z) индукции магнитного поля Земли, от магнитовариационных станций, расположенных на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»», архипелаг Северная Земля, о. Большевик (а) и в Баренцбурге, о. Шпицберген (б).

тры МПЗ, полученные в ходе наблюдений пятого сезона НИС, приведены на рис. 2.

Современная инфраструктура связи стационара позволила всем желающим получать на соответствующем интернет-ресурсе доступ к данным о состоянии магнитного поля, которые обновляются в реальном времени (см. рис. 1). Зафиксирован временной ход амплитуды модуля индукции МПЗ во время одной из самых мощных магнитных бурь, произошедшей 8 сентября 2017 года.

Впервые в Арктике на широте 79° проведены спектральные измерения солнечной УФ-радиации в диапазоне 297–345 nm с помощью специализированного спектрометра AvaSpec 2048. Российские геофизические исследования, проведенные ранее в Антарктике ([http://geophys.aari.ru/uv/data\\_nv\\_ru.html](http://geophys.aari.ru/uv/data_nv_ru.html)) (Shapovalov S.N., Troshichev O.A. Study of Pulsed Signals in UV Spectra Lines of Free Atmosphere above the Antarctic Station Novolazarevskaya: Effect of the Solar Irradiance? // Abstracts of the First VarSITI General Symposium June 6–10, 2016, Albena, Bulgaria), выявили существование энергетических отклонений, многократно превышающих регулярные флуктуации шума самих частот. Установлена связь флуктуаций энергии на исследуемых частотах с флуктуациями энергий на соответствующих внеатмосферных частотах. Обнаружены связи энергетических переходов с вариациями солнечных космических лучей, с временными изменениями общего содержания озона. В этой связи длинные ряды непрерывных измерений за период продолжительного полярного дня, полученные на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»», представляют определенную ценность.

Согласно результатам, полученным на полярной станции Новолазаревская в Антарктиде за период с 2007 по 2015 год, средние за сезон значения светимости в диапазоне 297–

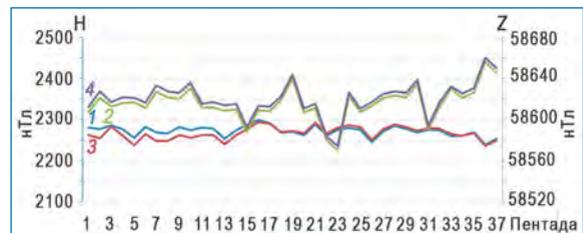


Рис. 2. Графики эволюции горизонтальной (H) и вертикальной (Z) составляющих геомагнитного вектора за период март–сентябрь 2017 года. Базисные величины рассчитаны по данным магнитометров. Абсолютные величины получены прямыми измерениями. 1 – H абсолютная, 2 – H базисная, 3 – Z абсолютная, 4 – Z базисная.

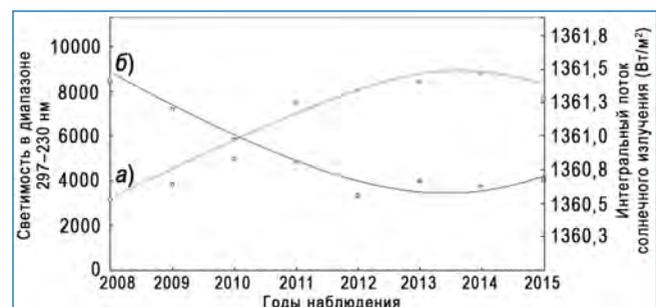


Рис. 3. Распределение средних за сезон значений солнечной светимости в диапазоне 297–330 nm (AvaSpec-2048, п/с Новолазаревская) (а) и значений TSI (<http://lasp.colorado.edu/sorce>) на стадии подъема 24-го цикла солнечной активности (2008–2015 годы) (б).

345 нм имеют противоположный ход со средними за сезон (за тот же интервал) значениям TSI (total solar irradiance — интегральный поток солнечного излучения), что видно из рис. 3.

Основной результат наблюдений солнечной УФ-радиации (UV) по данным п/с Новолазаревская и НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» состоит в следующем. Флуктуации солнечной УФ-радиации в диапазоне 297–330 нм обусловлены воздействием на верхнюю атмосферу различных солнечных факторов с временным диапазоном от минут до периода 11-летнего цикла солнечной активности (СА). В числе этих факторов — TSI, радиоизлучение 245–8800 МГц, потоки СКЛ (на дифференциальном вращении Солнца) и глобальные колебания (*Benevolenskaya E.E.*, *Shapovalov S.N.*, *Kostuchenko I.G.* Solar spectral irradiance and total solar irradiance at a solar minimum // *Geomagnetism and Aeronomy*. 2014. Vol. 54. Is. 7. P. 926–932; *Шаповалов С.Н.* Спектральные исследования флуктуаций UV-радиации в зените атмосферы: связи с показателями верхней атмосферы и солнечными факторами (Антарктида) // Тезисы докладов Восьмой ежегодной конференции «Физика плазмы в Солнечной системе». 4–8 февраля 2013. ИКИ РАН, Москва. С. 150). С одной стороны, важную роль играет энергия UV, трансформирующая компоненту солнечных осцилляций и задающая, соответственно, колебательные процессы в верхней мезосфере. С другой стороны — воздействие радиоизлучения Солнца на молекулярные и атомарные состояния в верхней атмосфере, в т.ч. на общее содержание озона. Воздействие разных радиодиапазонов Солнца на показатели верхней атмосферы, по всей видимости, имеет фундаментальное и еще не изученное значение в солнечно-земных связях.

В августе 2017 года программа геофизических наблюдений пополнилась мониторингом радиопрозрачности ионосферы. Многие годы риометрия является стандартным методом мониторинга состояния ионосферы. Непрерывное измерение поглощения космического радиоизлучения является надежным методом определения ионизации в этом слое. Происходящие в ионосфере процессы оказывают влияние и на магнитосферу, что видно из рис. 4. Измерения проводятся на частоте 30 МГц риометром — радиотехническим прибором, по сути, представляющим собой радиотелескоп. Перспективы внедрения современных сканирующих и отображающих риометров могут вывести качество информации на новый

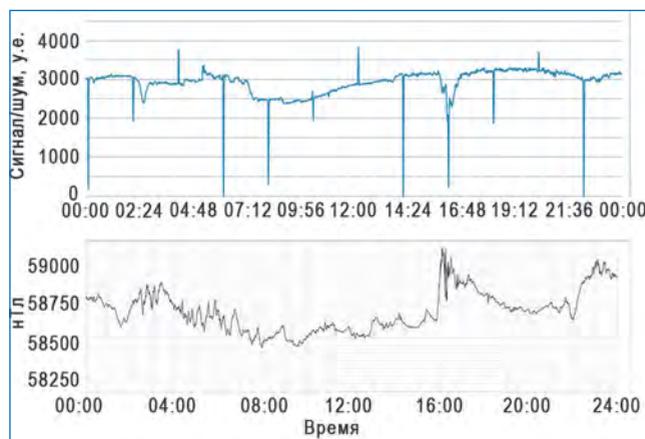


Рис. 4. Поглощение космического радиодиафона — риограмма с периодами «просаживания» на кривой (верхний график), квазисинхронное с возмущениями модуля индукции МПЗ (нижний график) за 19 августа 2017 года.

уровень — сделать возможным определение пространственного распределения уровней поглощения, отследить динамику их перемещений. Данный вид информации используется для прогноза развития областей нарушения длинноволновой радиосвязи, в т.ч. радиосвязи с искусственными спутниками Земли.

В целом в ходе геофизических наблюдений получены следующие данные:

- измерения модуля МПЗ с применением процессорного оверхаузеровского датчика POS-1 (дискретность 3 с) — 480 Мб данных;
- измерения трех компонент вектора индукции МПЗ с помощью магнитовариационной станции — феррозондового магнитометра для 1-секундного стандарта INTERMAGNET LEMI-025 — 21 Гб информации;
- измерение поглощения космического радиоизлучения (риометрия) — риометром R55 La Jolla Sciences через 1 с — 64 Мб данных;
- регистрация энергетических флуктуаций в УФ-спектре зенита атмосферы спектрометром Avaspec-2048 (с 01.08.2017 года) — 804 Мб данных с дискретностью 3 с.

*Б.И. Бакаленко (АНИИ)*

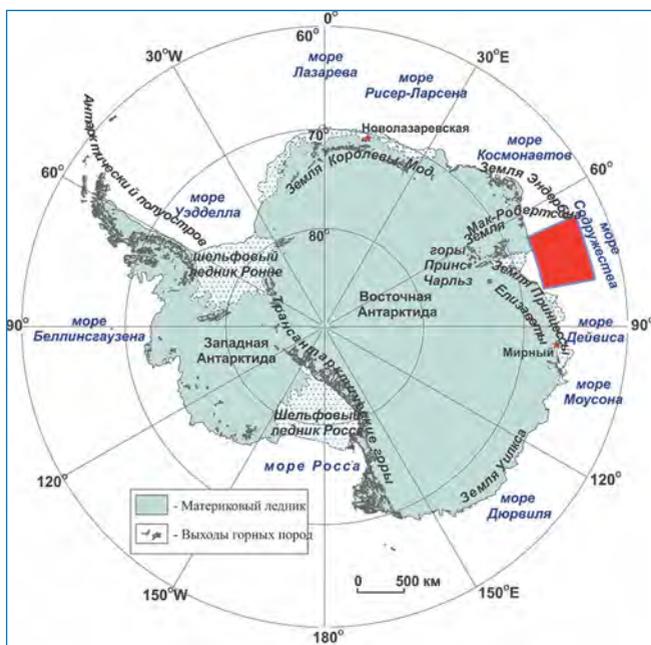
## СЕЗОННЫЕ МОРСКИЕ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПМГРЭ В ПЕРИОД 62-й РОССИЙСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Антарктическим летом 2017 года в сезон 62-й РАЭ АО «Полярная морская геологоразведочная экспедиция» (ПМГРЭ) провела комплексные морские геофизические исследования в море Содружества и континентальные исследования в районе обсерватории Мирный и оазиса Бангера. Целевым назначением работ, как и в предыдущие годы, являлось обеспечение геополитических интересов России в Антарктике в форме систематических региональных геолого-геофизических исследований недр Антарктиды и прилегающего континентального шельфа, представляющих собой потенциальный резерв добычи минерального сырья будущими поколениями человечества.

Морские геолого-геофизические исследования проводились в 47-м рейсе НИС «Академик Александр Карпинский».

Капитан судна — Е.А. Рыбников. В работах на полигоне в период с 3 февраля до 6 марта 2017 года участвовало 23 сотрудника ПМГРЭ под руководством начальника рейса И.В. Ксенофонтова.

Комплекс морских геофизических работ 62-й РАЭ включал в себя сейсморазведку методом общей глубинной точки (МОГТ), гидромагнитные и набортные гравиметрические измерения, сейсмические зондирования методом преломленных волн (МПВ) с автономными донными сейсмическими станциями (АДСС). Научные задачи работ этого рейса были сосредоточены на изучении глубинного строения земной коры моря Содружества и выявлении закономерностей распределения комплексов отложений, составляющих осадочный чехол.



Расположение района морских работ.

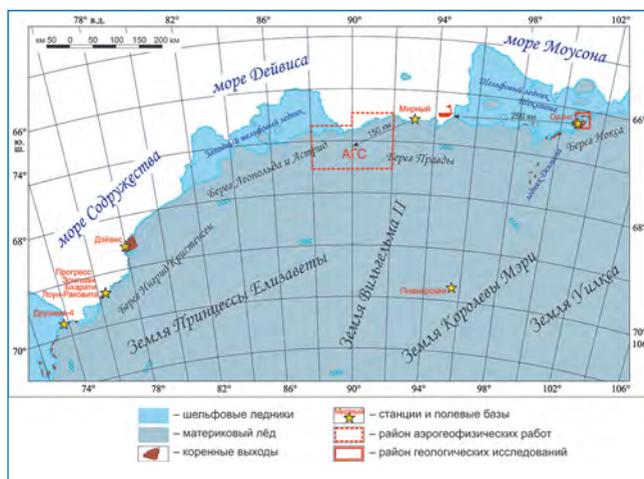
История морских геофизических исследований в море Содружества началась в 1981 году с работ австралийских и японских экспедиций. В 1985 году здесь состоялись первые отечественные геофизические исследования, которые были реализованы силами ПМГРЭ. С середины 1980-х годов до 2012 года за девять полевых сезонов (31–33-й, 35–36-й САЭ и 39–40-й, 52-й и 57-й РАЭ) было выполнено более 20 000 км профилей МОГТ.

В структурно-тектоническом отношении район исследований относится к пассивной невулканической континентальной окраине, приуроченной к области развития докембриско-раннепалеозойского кристаллического щита и ранне-меловой океанической плиты. Интерес к морю Содружества обусловлен наличием здесь обширного осадочного бассейна, приуроченного к зоне сочленения окраинного и внутриконтинентального мезозойских рифтов. По сравнению с другими антарктическими морями, где ледовая обстановка обычно препятствует изучению шельфовых областей, представляющих первостепенный интерес с точки зрения познания истории развития антарктического материка, значительная часть шельфа моря Содружества доступна для изучения.

Несмотря на значительный объем исследований, выполненных в разные годы в бассейне моря Содружества отечественными и зарубежными экспедициями, многие детали



НИС «Академик Александр Карпинский» в Кильском канале на обратном пути из Антарктиды в Санкт-Петербург.  
Фото Юргена Брекера ([www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com))



Расположение районов континентальных работ.

геологического строения и геодинамической эволюции земной коры этого сектора Индийского океана остаются невыясненными. До сих пор открыты вопросы, связанные с особенностями строения осадочных комплексов, слагающих чехол: рифтовых, пострифтовых, ледниковых. Требуют уточнения сейсмостратиграфия и представления о распределении мощности осадочных комплексов шельфовой части бассейна. Это связано с тем, что обильные и мощные кратные волны помехи создают трудности в прослеживании сейсмогоризонтов с шельфа в глубоководную область, где осадочный чехол имеет значительную мощность. На сейсмических записях не всегда хорошо различимы нижние горизонты чехла и поверхность фундамента. Не до конца изучены фациальные особенности сейсмокомплексов. Неоднозначна картина в области перехода континентальной земной коры к океанической, а именно — не везде определена граница между участками различ-

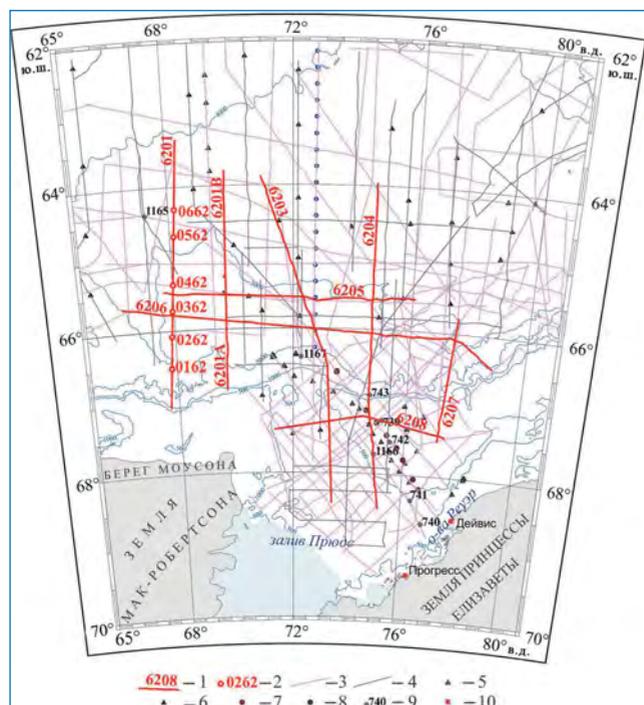


Схема геофизической изученности моря Содружества и положение выполненных наблюдений 62-й РАЭ:

1 — геофизические профили 62-й РАЭ; 2 — сейсмозондирования с донными станциями 62-й РАЭ; геофизические профили предшествующих исследований: 3 — отечественные, 4 — зарубежные; сейсмозондирования с радиобуями: 5 — российские, 6 — зарубежные; сейсмозондирования с донными станциями: 7 — российские, 8 — зарубежные; 9 — скважины и их номера; 10 — антарктические станции.



Перспективный вид с носовой части судна на корму.  
Фото П.И. Лулева.

ной геологической природы. Интерпретация накопленных за десятилетия геофизических материалов нуждается в дополнительном научном обосновании.

Морские геофизические работы 62-й РАЭ отличаются от всех предыдущих. В 2014 году НИС «Академик Александр Карпинский» было модернизировано. В рамках этой кампании судно было оснащено самым современным на тот момент геофизическим оборудованием. Благодаря новейшим аппаратурным комплексам появилась возможность получать геофизические материалы высочайшего качества. Особенно это улучшение касалось сейсмических данных, информативность которых теперь превосходит все предшествующие материалы.

В рамках 62-й РАЭ в море Содружества впервые была использована сейсмическая коса с базой приема 6987,5 м (560 приемных каналов), позволившая получить лучшие сейсмические разрезы в этом районе. При выполнении гидромагнитной съемки также использовалось наиболее современное оборудование — магнитометр-градиентометр SeaSPY-2. Сейсмические зондирования осуществлялись с применением глубоководных автономных донных сейсмических станций на базе регистраторов CM26m. Кроме этого, многие профили, выполненные в период 62-й РАЭ, пересекли участки, где геофизическая информация либо устарела, либо вовсе отсутствовала. Так, в южном секторе моря Содружества, где сложная ледовая обстановка обычно препятствует выполнению морских работ, в этом году сложились достаточно благоприятные условия. Полученные временные разрезы по профилям, продолженным на юг до шельфа, несут в себе уникальную информацию о фундаменте и осадочном чехле в этом районе.

В настоящее время геофизические материалы обрабатываются. Однако на этапе анализа и предварительной интерпретации уже можно с уверенностью сказать, что высокое качество полученных данных позволит решить многие вопросы. На полученных временных разрезах повсеместно прослеживается кровля акустического фундамента (ранее, на участ-

Подъем на борт буксируемой гондолы магнитометра-градиентометра SeaSPY-2.  
Фото П.И. Лулева.



Устройство контроля глубины DigiBIRD на сейсмической косе DigiSTREAMER.  
Фото А.Ю. Казанкова.

ках, где осадочный чехол достигает значительной мощности, выявление этой границы не всегда было возможно). Это дает возможность уточнить границы областей с различной геологической природой и детализировать представления о структурном плане поверхности фундамента осадочного бассейна. Ниже поверхности фундамента на сейсмических разрезах МОГТ выявлены фрагменты поверхности Мохоровичича, благодаря чему в некоторых областях появилась возможность оценить и рассчитать мощность земной коры. Более точно положение этой границы определится по данным зондирований МПВ, которые сейчас находятся в стадии обработки. Получены характеристики основных параметров стратифицированной части осадочного чехла. Мощность его составляет от нескольких сотен метров на востоке района работ в областях поднятий кристаллического фундамента до почти 10 км в осевой части периконтинентального рифта. В стратифицированном осадочном чехле выявлены и прослежены опорные сейсмометрические границы рифтового и пострифтового структурных этажей, определены их сейсмические параметры и пределы распространения.

Таким образом, в результате проведенных в период 62-й РАЭ комплексных геофизических исследований получены новые материалы, которые не только дополняют и расширяют существующие представления о структуре земной коры моря Содружества, но и обеспечивают новую интерпретацию на современном, более качественном уровне обширных ретроспективных данных, уточняя сейсмостратиграфические и сейсмофациальные характеристики осадочного чехла. Помимо высокой научной значимости, результаты геолого-геофизических работ 62-й РАЭ демонстрируют передовые возможности современного морского геофизического оборудования, открывающие широкие перспективы для дальнейших исследований Антарктики, и явственно показывают необходимость продолжения систематических геофизических исследований на шельфах антарктических морей.

Спуск автономной донной сейсмической станции.  
Фото А.Ю. Казанкова.



Континентальные геолого-геофизические исследования ПМГРЭ в Антарктиде в течение последних 30 лет были сосредоточены в районе Земель Мак-Робертсона и Принцессы Елизаветы в горах Принс-Чарльз и побережья залива Приудс. Работы были выполнены с использованием инфраструктуры станции Прогресс, полевых баз Дружная-4 и Союз. В ходе 62-й РАЭ районы полевых работ были смещены восточнее указанных выше и исследования проводились с использованием обсерватории Мирный и полевой базы Оазис в оазисе Бангера. Исследования включали в себя комплексные аэрогеофизические работы (аэромагнитная съемка и радиолокационное зондирование), а также наземные геологические работы. В работах участвовало 17 сотрудников ПМГРЭ под руководством заместителя начальника 62-й сезонной РАЭ по геолого-геофизическим исследованиям Д.М. Воробьева.

Актуальность проведения аэрогеофизических исследований, ежегодно выполняемых ПМГРЭ на протяжении многих лет, обусловлена тем, что подавляющая часть антарктического материка представляет собой ледовый купол и получить какую-либо информацию о том, что находится под ледником, возможно лишь дистанционными методами, в частности с

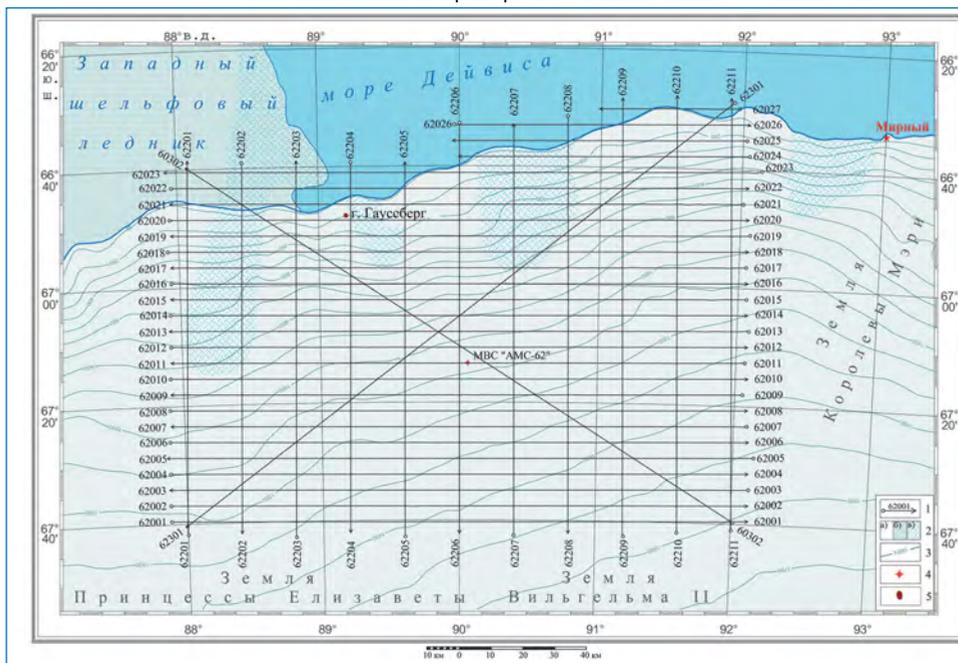


Самолет Ан-2 на ВПП обсерватории Мирный перед вылетом.  
Фото А.В. Киселева.

В сезон 62-й РАЭ комплексная аэрогеофизическая съемка выполнялась в прибрежной зоне к западу от станции Мирный от 88° до 92° в.д. Эта область работ полностью перекрыта ледником (кроме горы Гауссберг на южной границе участка) и практически не изучена. С момента начала планомерных отечественных исследований в Антарктиде (1-я КАЭ, 1956-й год) она была пересечена лишь единичными аэрогеофизическими маршрутами, носившими скорее рекогносцировочный характер. В этот раз нами осуществлялись полеты по сети параллельных маршрутов с межмаршрутным расстоянием 5 км и с высотой полета 1600 м от уровня моря. По опыту предыдущих лет это позволяет надежно и с достаточной степенью детальности картировать основные структурные элементы как аномального магнитного поля, так и подледного рельефа.

Аэрогеофизическое обследование было установлено на самолет Ан-2, который был доставлен в Антарктиду на НЭС «Академик Федоров» и весь период съемочных работ базировался на ледовом аэродроме станции Мирный. Для измерения индукции магнитного поля был задействован жестко закрепленный на выносной штанге за хвостовым оперением самолета датчик CS-L (фирма «Scintrex», Канада).

Схема залетов полигона аэрогеофизической съемки 62-й РАЭ.



помощью аэромагнитных и радиолокационных съемок. Измерения аномального магнитного поля позволяют получить данные о магнитных свойствах (намагниченности) перекрытых ледником горных пород, размерах и форме залегания магнитных объектов и сделать заключения об их природе и истории геологического развития территорий. Посредством радиолокации можно «просветить» ледник и получить данные о его внутреннем строении и толщине ледового слоя, отстроить рельеф подледной поверхности. Эта информация используется для гляциологических и геоморфологических построений, для понимания неотектонических процессов.

Для зондирования ледника использовался специально разработанный и изготовленный по заказу Полярной экспедиции уникальный ледовый локатор РЛК-130 (ООО «СВЧ-Радиосистемы», Санкт-Петербург).

Координирование самолета Ан-2 в полете и планомерно привязка пунктов измерений основывались на спутниковой системе навигации GPS. Погрешность позиционирования самолета на маршруте не превышала  $\pm 6$  м как в плане, так и по высоте. Вся полетная информация регистрировалась в цифровом виде на бортовых компьютерах.

11 января 2017 года НЭС «Академик Федоров» подошло к обсерватории Мирный. Грузовые операции осуществлялись в период с 11 по 14 января. В ходе них была произведена высадка аэрогеофизического отряда ПМГРЭ с необходимым оборудованием, осуществлена сборка на припайном льду самолета Ан-2 и его перелет на ВПП обсерватории Мирный, а также выгружено необходимое авиационное оборудование и топливо.

Основной объем съемочных полетов был выполнен в течение трех недель с 15 января по 6 февраля 2017 года, после чего самолет Ан-2 перелетел на припайный лед к борту НЭС, где был разобран и погружен на судно. Также на борт НЭС были доставлены личный состав аэрогеофизического отряда ПМГРЭ, летно-технический состав, необходимые грузы и оборудование.

За период полевых работ было осуществлено более 20 вылетов Ан-2 и в общей сложности, включая рядовые, увязочные и контрольные, пройден 41 маршрут суммарной протяженностью более 6300 км.

Главным итогом проведенных работ стала кондиционная площадная магнитная и радиолокационная съемка на полигоне размерами 180×35 км (22100 км<sup>2</sup>), по результатам которой был разработан комплект геофизических карт масштаба 1:500000 аномального магнитного поля в графиках и изолиниях, мощности ледового покрова и подледного рельефа. Погрешности построения карты изолиний аномального магнитного поля составила ±5 нТл, карты изогипс подледного рельефа ±15 м.

Предварительный анализ результатов аэромагнитной съемки показывает, что на большей части изученной площади, преимущественно в ее восточной половине, аномальное магнитное поле имеет отрицательные значения, малоградиентно и изменяется в диапазоне от минус 360 до минус 100 нТл. Это характерно для относительно стабильных блоков земной коры. Положительные аномалии с высокими градиентами и со значениями в экстремумах от 800 до 2630 нТл формируют зону субмеридионального и северо-северо-восточного простираения в западной половине района работ. В плане эта зона положительного и более дифференцированного аномального магнитного поля предположительно соответствует восточному борту структуры, известной как «рифтовая система Гауссберг». Составляющие зону локальные аномалии имеют в основном аналогичную северо-северо-восточную или субмеридиональную ориентировку. Наиболее интенсивные положительные локальные аномалии концентрируются вокруг и к югу от горы Гауссберг, где образуют компактный сложно построенный узел. При этом сама гора Гауссберг в магнитном поле на высоте съемки отражения не находит.

По данным радиолокации средняя мощность ледяного покрова на участке работ порядка 1180 м с нарастанием толщины ледника со 100–300 м на севере в прибрежной зоне и в северо-западном углу участка до 1400–2000 м в центре и на юго-востоке.

Преобладающая часть современной подледной поверхности в исследованном районе находится ниже уровня моря

в среднем на глубине 100–200 м. Наиболее выраженные впадины наблюдаются в западной части площади. Глубина вреза впадин и долин составляет здесь от 200 до 950 м при ширине от 5–10 до 15–25 км, и ориентированы они преимущественно в северном и северо-западном направлениях.

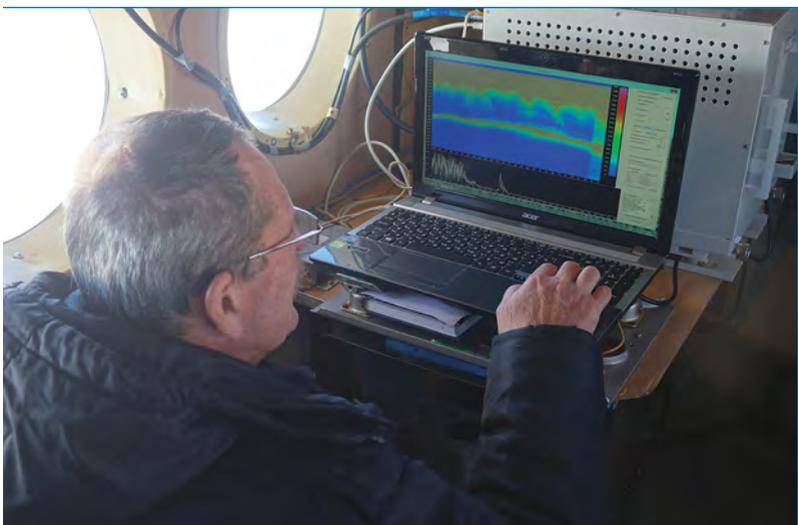
Высотные отметки положительных форм коренного рельефа редко превышают 50 м над уровнем моря (за исключением единственного на всю площадь коренного выхода — горы Гауссберг высотой более 390 м). Практически вся восточная половина исследованной площади представлена слабохолмистой равниной со средним гипсометрическим уровнем, близким к современному уровню моря.

В ходе последующей обработки полученных материалов в камеральный период будут выполнены модельные построения, построены опорные геофизические разрезы и структурно-тектонические схемы с целью дальнейшего анализа и изучения основных особенностей геологического строения и морфологии подледного рельефа, отслеживания пространственного положения и взаимоотношений выявленных структурно-вещественных комплексов и зон тектонической активизации исследованных территорий. Полученные данные будут интегрированы в сводные базы данных и использованы при создании атласа карт Антарктиды в рамках международных проектов ADMAP и BEDMAP.

Геологические исследования 62-й РАЭ проводились в оазисе Бангера, расположенном в Восточной Антарктиде на 66° ю.ш. и 101° в.д. Оазис Бангера впервые был замечен участниками западной партии Австралийской антарктической экспедиции, руководимой Дугласом Моусоном, в 1913 году. В дальнейшем этот регион не посещался до 13 февраля 1947 года, когда гидросамолет, пилотируемый лейтенантом-коммандером Дэвидом Е. Бангером в ходе организованной США экспедиции, известной как «Операция Хайджамп», приводнился в узком морском заливе в центральной части оазиса.

Первое рекогносцировочное геологическое изучение оазиса Бангера и прилегающих скальных выходов было проведено в ходе 1-й КАЭ. Дальнейшее более детальное изучение оазиса Бангера было выполнено геологами 2-й САЭ в 1956–1957 годах. По результатам исследований была составлена геологическая карта оазиса масштаба 1:100000, которая к настоящему времени не отвечает представлениям современной геологии. Позднее изучение геологического строения региона проводилось в 1986 году австралийскими геологами в составе Австралийской национальной антарктической исследовательской экспедиции (ANARE). По результатам работ была составлена геологическая карта масштаба 1:250000 на район холмов Бангер – ледник Денман, изданная в 1995 году. Также были выполнены структурные, изотопно-геохронологические и геохимические исследования, охарактеризовавшие основные черты вещественного состава и истории геологического строения данной территории. Рассчитанные на несколько по-

Геофизик В.М. Кириллов за работой на бортовом комплексе РЛК-130.  
Фото А.В. Киселева.



Полевая база Оазис, сезон 62-й РАЭ.  
Фото Д.М. Воробьева.



левых сезонов исследования были прерваны и более не возобновлялись. Это обуславливает отрывочность и неоднозначность имеющейся на данный момент геологической информации об оазисе Бангера и прилегающей территории.

Советскими и российскими учеными за период с 1957 года до 2008 года в оазисе Бангера были проведены многочисленные исследования в области биологии, гляциологии, геоморфологии, гидрологии и других отраслей знаний, но отечественные геологи его больше не посещали. В 53-й РАЭ сотрудниками ПМГРЭ Н.Л. Алексеевым и С.Р. Борзенковым были проведены кратковременные рекогносцировочные геологические исследования геологического строения оазиса Бангера и ледника Денмана. В ходе исследований были намечены пути дальнейшего многолетнего геологического изучения оазиса и прилегающей территории.

ПМГРЭ смогла приступить к реализации этих планов только в 2016 году в период 62-й сезонной РАЭ. В начальном периоде работ сотрудники ПМГРЭ столкнулись с многочисленными сложностями по организации работ в новом районе. Малая продолжительность сезонных работ потребовала высокой интенсивности выполнения операций по обеспечению работ и проведения самих геолого-геофизических исследований. Рейсовое задание НЭС «Академик Федоров» предусматривало выход судна в район бухт Малыгинцев и Миловзорова к северу от Холмов Бангер, что позволило бы проводить выгрузку оборудования и обеспечение геологических работ на минимальном расстоянии в 90–110 км. В ходе работ рейсовое задание было изменено, и обеспечение работ проводилось из бухты Аврора на расстоянии 250 км от полевой базы Оазис, что негативно сказалось на выполнении плана исследований. Кроме того, в силу технических причин вертолет не мог длительно находиться на полевой базе Оазис, что осложнило выполнение авиасанитарных работ на геологических маршрутах.



Участники экспедиции в геологическом маршруте.  
Фото П.И. Лунева.

Геологические исследования были проведены в центральной части оазиса в период с 15 января по 20 февраля 2016 года. Поскольку район в целом был уже достаточно обследован в геологическом отношении, современные исследования носили более детальный характер. Они были направлены на изучение истории геологического развития этой территории и включали в себя, в частности, подробные структурно-геологические наблюдения и опробование пород с целью изучения их изотопного состава для определения возраста формирования пород и датирования значимых геологических событий.

В ходе работ 62-й РАЭ было установлено, что породы испытали шесть эпизодов деформаций и связанные с ними как минимум три основных эпизода метаморфизма в условиях, варьирующих от гранулитовой фации до средне-низкотемпературной амфиболитовой фации.

В результате исследований четвертичных образований холмов Бангер было выделено 10 генетических типов отложений. В их число входят: ледниково-морские, прибрежно-морские, озерные, пролювиальные, солифлюкционные, нивальные, эоловые, делювиально-коллювиальные и ледниковые отложения краевой и основной морены. Моренные отложения занимают три четверти площади оазиса, перекрывая прерывистым чехлом коренные выходы. На этом фоне выделен ряд как денудационных, так и аккумулятивных форм рельефа. Впервые составлена полевая схематическая карта четвертичных образований с элементами геоморфологических структур. Подтверждены выводы предыдущих исследований о том, что отложения имеют голоценовый и плейстоценовый возраст.

Для изучения оазиса Бангера и прилегающих районов на современном уровне потребуется 5–7 лет. Дальнейшие работы планируется продолжить в западной части оазиса в ходе 63-й РАЭ.

*П.И. Лунев, Д.М. Воробьев, А.В. Киселев  
(АО «ПМГРЭ»)*

## КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МОРЕ АМУНДСЕНА С БОРТА НИС «ПОЛАРШТЕРН» В 62-Й РАЭ

В рамках соглашения по международному обмену научными кадрами мне довелось принять участие в рейсе германского НИС «Поларштерн» PS104, задачей которого было выполнение комплексных исследований в море Амундсена (Западная Антарктика). Экспедиция прошла в феврале–марте 2017 года.

В своем последнем обзоре Межправительственная группа экспертов по изменению климата назвала вклад покровных ледников планеты самым неопределенным элементом при моделировании изменений климата в будущем. В связи с этим встает вопрос о необходимости изучения геологического прошлого двух крупнейших ледников Гренландии и Антарктиды с целью выявления их динамики в изменяющихся условиях окружающей среды. Комплексное изучение районов континентальных окраин

дает необходимый геологический и геофизический материал для разработки моделей развития климата в будущем.

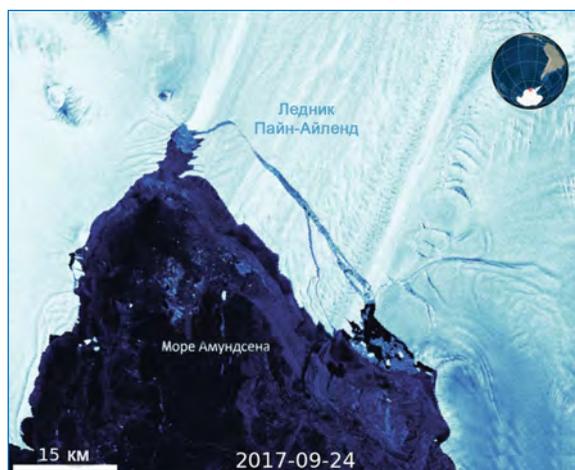
Ледяной покров Западной Антарктики является одним из приоритетных объектов при изучении изменения климата и его последствий. Это обусловлено его высокой активностью и чувствительностью к климатическим изменениям, так как его большая часть лежит ниже современного уровня моря. По различным оценкам, распад и таяние ледяного щита Западной Антарктиды приведет к подъему уровня моря на 3–5 м. Реконструкция динамики ледников Западной Антарктики и оценка сокращения их объема в теплые периоды геологического прошлого дает ключ к пониманию и прогнозу будущих изменений.

Район моря Амундсена в течение последних лет наблюдений показывает значительное увеличение скоростей истончения, потери объемов льда и отступления границы простираения шельфовых ледников. При возможном разрушении Западно-Антарктического ледяного щита, а это ситуация, которую сейчас моделируют для теплых межледниковий в геологическом прошлом (Pollard D., DeConto R.M. Modelling West Antarctic ice sheet growth and collapse through the past five million years // Nature. 2009. Vol. 458 (7236). P. 329–332), огромный объем пресной воды поступит в Мировой океан, что приведет к серьезному повышению его уровня.

За последние три года произошло два откола крупных айсбергов от ледника Пайн-Айленд, последний из которых случился уже после экспедиции. Углубленное понимание процессов, вызывающих значительное и быстрое отступление линии налегания шельфового ледника, позволит улучшить как модели поведения ледяного щита в геологическом прошлом, так и способы предсказания будущих изменений условий окружающей среды.

Основной целью морских работ являлось изучение динамики ледяного покрова моря Амундсена в геологическом прошлом на основе бурения осадочных толщ, залегающих под углом и последовательно обнажающихся на шельфе (дополнительная информация о методике бурения подводной буровой установкой MeBo см. <https://www.marum.de/en/Infrastructure/Sea-floor-drill-rig-MARUM-MeBo70.html>), донного опробования, сейсмопрофилирования и исследований рельефа дна с помощью многолучевого эхолота и профилографа. Дополнительно были проведены работы по измерению тепловых потоков, измерению магнитных аномалий, геологические и геодезические работы на островах. В соответствии с задачами экспедиции были определены следующие рабочие группы: группа, обслуживающая подводную буровую установку MeBo; геологическая группа; геофизическая группа; группа наблюдения за морскими млекопитающими.

В ходе рейса я участвовала в работе геофизической группы. Основной задачей была корреляция данных бурения на основе сейсмического профилирования для выявления стратиграфической модели отложений бассейна моря Амундсена. Крестообразное расположение профи-

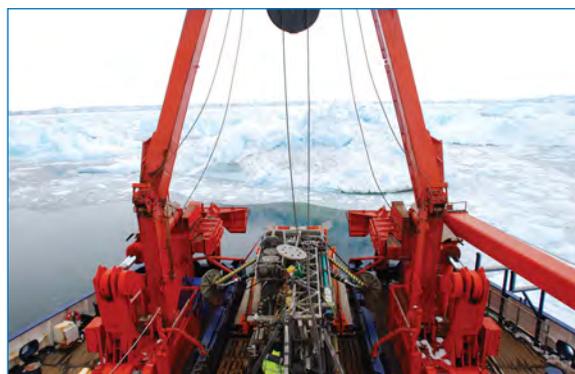


Космический снимок кромки шельфового ледника Пайн-Айленд, где произошел откол крупного айсберга, названного Stef Lhermitte. Снимок сделан спутником "Sentinel1", на котором используется радар с синтезированной апертурой.



Разломы в шельфовом леднике Пайн-Айленд. Фото В.К. Афанасьевой.

Подводная буровая установка MeBo, залив Пайн-Айленд. Фото В.К. Афанасьевой.



лей в местах бурения даст возможность создать трехмерные изображения распространения толщ в районе и проэкстраполировать результаты бурения на весь регион. Датировки отобранного с помощью донной буровой установки материала позволят построить возрастную модель осадконакопления для данного региона.

Было получено 11 колонок из 9 точек общей длиной 57 метров; кроме того, было проведено 45 станций проботбора гравитационной трубкой, дночерпателем, многоцелевым проботборником; было выполнено 33 геофизических профиля общей длиной 737 км (Gohl K. The Expedition PS104 of the Research Vessel

POLARSTERN to the Amundsen Sea in 2017: Berichte zur Polar- und Meeresforschung Reports on polar and marine research, Bremerhaven, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research. 2017. Vol. 712. 100 p.). Кроме того, были заполнены пробелы в батиметрической съемке шельфа моря Амундсена,

и проведены работы по геологическому картированию окрестных островов и описанию геологических обнажений, геодезические работы по измерению скоростей гляциостатического поднятия, магнитометрические работы и работы по измерению тепловых потоков. В результате анализа и интерпретации полученных в ходе экспедиции материалов будет смоделирована история оледенения этого сектора Антарктиды, а также будут продолжены работы по детальной реконструкции отступления ледяного покрова с шельфа моря Амундсена после окончания последнего ледникового максимума около 12 тыс. л.н.

Эта была долгожданная экспедиция для всех участников, т.к. она планировалась еще на сезон 2014/15 года, но из-за поломки судна ее пришлось отложить на целых два года. Проведенные работы являются отличным примером комплексных исследований района, где, несмотря на определенные приоритеты, были задействованы все возможности для получения большего количества разноплановых материалов. Помимо этого, она уникальна первым опытом использования подводной буровой установки MeBo в условиях антарктического шельфа.

Путь из порта Пунта-Аренас до континентального шельфа составил семь дней, работа на полигоне — четыре недели. Как и ожидалось, наиболее сложными с технической точки зрения оказались работы с использованием подводной буровой установки

МеВо. Большую часть работ по бурению пришлось завершить досрочно, основными причинами были погодные условия, ледовая обстановка (приближение айсбергов или ухудшение видимости, что не позволяло оценить возможность приближения айсберга) или технические неполадки. Неожиданно существенным фактором стал сильный стоковый ветер, дующий с ледяной шапки континента. Эти ветра были настолько сильны, что мощности судовых двигателей не хватало для удержания судна на месте — условие, необходимое для проведения донного бурения.

Наблюдая со стороны, можно было оценить, насколько сложно спланировать подобные рейсы, оценить все риски и продумать возможные запасные ходы. Этот сектор Западной Антарктики является одним из самых сложных с точки зрения погодных условий. Только в последнее десятилетие шельф моря Амундсена достаточно освобождается ото льда для проведения комплексных исследований. Строго следовать плану так и не удалось, даже запасные планы не очень помогли. В нашем случае огромную роль сыграло большое количество опытных исследователей на борту, которые координированно принимали совместные решения и делились идеями. Именно это междуна-

родное сотрудничество позволило принимать грамотные решения и получить максимальное количество материала для дальнейшего изучения, учитывая сложившиеся условия.

Несмотря на сложности, возникшие в ходе экспедиции, это был успешный опыт испытания подводной буровой установки в условиях антарктического шельфа. Кроме того, результаты анализа полученных материалов в скором будут опубликованы, и у всего международного научного антарктического сообщества будет возможность ознакомиться с этими работами в преддверии запланированного на 2019 год глубоководного бурения по проекту № 379 IODP в районе шельфа моря Амундсена. Мое участие в этой экспедиции позволило начать работу по совместному проекту между ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Институтом Альфреда Вегенера (Германия) и Британской антарктической службой по изучению позднеголоценовой динамики шельфового ледника Пайн-Айленд (море Амундсена, Западная Антарктика) на основе колонковой пробы донных отложений, а также наладить связи для дальнейшего сотрудничества в Антарктике.

*В.К. Афанасьева  
(ФГБУ «ВНИИОкеангеология»)*

## ПТИЦЫ, ЛЮДИ И ПЛАСТИК

### О РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТ ПО МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ ЭКСПЕДИЦИИ «ОТКРЫТЫЙ ОКЕАН: АРХИПЕЛАГИ АРКТИКИ-2017 – ПО СЛЕДАМ «ДВУХ КАПИТАНОВ»»

В летний сезон 2017 года на островах Баренцева моря состоялась очередная научно-практическая экспедиция, организованная Ассоциацией «Морское наследие: исследуем и сохраним» (Санкт-Петербург) в рамках проекта по изучению и сохранению морского природного и культурного наследия «Открытый океан». В предыдущем номере мы рассказали о выполнении историко-культурной части программы экспедиции «Открытый океан: Архипелаги Арктики-2017» (O2A2-2017), в данном сообщении приведено описание и предварительные результаты естественно-научного блока программы.

Вся экспедиция заняла период с 13 июля по 5 сентября и проходила в два этапа с частичной сменой экипажа в Мурманске. В выполнении естественно-научных работ принимали участие сотрудники Музея Мирового океана, НИИ общей патологии и патофизиологии, ММБИ РАН, при активной поддержке членов экипажа и Ассоциации «Морское наследие».

Задачи и районы проведения программы медико-биологических и экологических работ экспедиции O2A2-2017:

- выполнение работ в рамках международной программы МОТРЭК по изучению миграций морских птиц на Новой Земле;
- фаунистические наблюдения за птицами и млекопитающими по ходу всей экспедиции;
- медико-биологические исследования адаптационных возможностей человека в экстремальных условиях. Выполнены на втором этапе экспедиции во время работ на Земле Франца-Иосифа (ЗФИ);
- сбор биологического материала для вирусологических исследований птиц и млекопитающих. Выполнены на втором этапе экспедиции во время работ на ЗФИ;
- оценка загрязнения прибрежной зоны высокоарктических архипелагов пластиковым и иным мусором. Основные работы выполнены на ЗФИ;

– сбор натуральных и медийных материалов для комплектования фондов Музея Мирового океана, просветительской работы через СМИ и музейные площадки.

*Проект МОТРЭК и фаунистические наблюдения.* На двух пробных площадках Новой Земли продолжены работы по международному проекту МОТРЭК. Ключевые виды проекта на Новой Земле — два наиболее массовых вида морских колониальных птиц Баренцева моря: толстоклювая кайра и моевка. В этом сезоне удалось снять 35 и 6 геолокаторов, установленных ранее на кайр и моевок соответственно. Поставлено еще 46 датчиков на кайр и 25 на моевок. Данные, полученные в новоземельских колониях в прошлые годы, показали важность юго-восточной части Баренцева моря и сопредельного района Карского моря для толстоклювых кайр в течение всего годового цикла. Это первые прямые данные о внегнездовых местообитаниях кайр Новой Земли.

Параллельно с мечением в районах пробных площадок выполнены учеты численности в гнездовых колониях морских птиц. На Новой Земле и ЗФИ проведены общие фаунистические наблюдения за птицами и млекопитающими. Сезон 2017 года на островах, как и на материковом побережье Баренцева моря, был поздним, для ряда видов — малоуспешным. Это нашло отражение в поздних сроках гнездования многих видов птиц. Снижение успеха размножения бургомистров из-за летних снегопадов удалось проследить по попутным данным фотоловушек, установленных в прошлом году на Оранских островах для слежения за морскими млекопитающими. Полностью полученные данные по моржам и белым медведям будут проанализированы специалистами Совета по морским млекопитающим, которым передано демонтированное оборудование. Особое внимание в экспедиции было уделено регистрациям встреч редких и охраняемых видов — белого медведя, гренландского кита, атлантического моржа, белой чайки. Проведены мониторинговые учеты в старейшей



Профессор М.Ю. Карганов проводит исследования функциональных особенностей респираторной системы члена экипажа «Альтер Эго». Фото И.Г. Тимина.

известной колонии белой чайки на ЗФИ, а также учет моржей на лежбищах, в т.ч. при помощи квадрокоптера. Проведено коллектирование биологического материала для фондов Музея Мирового океана и новой экспозиции «Планета Океан».

**Медико-биологические исследования.** В ходе второго этапа экспедиции было проведено изучение адаптации организма к меняющимся климатогеографическим условиям и повышенным физическим нагрузкам. Обследования были проведены с использованием отечественного программно-аппаратного комплекса (ПАК), ранее успешно применявшегося для оценки состояния военнослужащих, работников предприятий ядерно-топливного цикла, спортсменов. ПАК позволяет оценивать адаптационные ресурсы организма с помощью функциональных проб в ходе динамических исследований и выявлять признаки функционального напряжения на стадиях, предшествующих развитию дезрегуляции и возможной патологии.

Отобрано более 50 проб для последующего анализа сдвигов в обмене веществ (методом лазерной корреляционной спектроскопии) и в микробиоте желудочно-кишечного тракта. Для выявления возможных изменений в содержании микроэлементов отобраны пробы волос. Проведено психологическое тестирование для оценки самочувствия, настроения, внимания, концентрации. Проведены измерения параметров сердечно-сосудистой и дыхательной систем в покое и при функциональных пробах (регулируемое дыхание, дозированная физическая нагрузка). Часть членов экспедиции (группа «Опыт») проходила сеансы профилактической фототерапии (разработка Центра лазерной медицины ФМБА России) для выяснения возможного адаптогенного эффекта этого физиотерапевтического воздействия в условиях высокоширотной Арктики. Оставшиеся участники сформировали группу «контроль». Интерпретация первых результатов обработки данных свидетельствует о большом разбросе индивидуальных показателей и их динамики по всем исследованным параметрам. В то же время в целом в группе выявлена выраженная тенденция к улучшению самочувствия и повышению активности к концу экспедиции по сравнению с исходными значениями

Ведущую роль в загрязнении берегов высокоарктических островов принадлежит пластику, связанному с промышленным рыболовством. Фото И.Г. Тимина (слева) и М.В. Гаврило (справа).



Отбор пробы поверхностной воды планктонной сетью Джеди с борта экспедиционного судна «Альтер Эго» ведут Александр Чичаев и Михаил Карганов. Фото И.Г. Тимина.

показателей. В большей степени показатели оценки самочувствия, активности и настроения увеличивались в подгруппе «Опыт», получавшей сеансы фототерапии, хотя различие не достигало уровня статистической значимости.

Впервые подобные исследования были проведены на членах экспедиционной команды, работающих в условиях высокоширотной Арктики в малом замкнутом коллективе и ограниченном пространстве жизнедеятельности.

На ЗФИ были собраны пробы проточной и стоячей воды, почвы, экскрементов и шерсти белого медведя, атлантического моржа, песка, тканей от трупа нерпы (всего более 50 образцов) для вирусологических исследований.

**Оценка загрязнения прибрежной зоны высокоарктических архипелагов.** Загрязнение побережий пластиком — недавно появившаяся и стремительно растущая угроза морским экосистемам высокоширотной Арктики. В 1990-х – начале 2000-х проблема пластикового мусора на островах северо-восточной части Баренцева моря не стояла, на островах Земли Франца-Иосифа, например, пластик морского происхождения не наблюдался. В связи с сокращением площади морских льдов и отступанием ледовой кромки к северу берега высокоарктических островов в XXI веке оказались в зоне непосредственного влияния морских течений и выноса морского мусора.

Работы по оценке пластикового загрязнения в высокоширотных районах Арктики — инициативный проект Ассоциации «Морское наследие: исследуем и сохраним». Впервые были выполнены систематические наблюдения и количественная оценка загрязненности берегов островов пластиковым мусором. Эти работы были начаты Ассоциацией в ходе экспедиции O2A2-2016 в прошлом сезоне. В сезоне 2017 года была использована адаптированная международная методика OSPAR визуального количественного учета макропластика на берегах.

С борта судна, на лодочных и пеших маршрутах проведены визуальные наблюдения с фотофиксацией состояния побережий 12 островов. На всех островах, как и в прошлом году, зафиксирован плавник и различный мусор, особенно много его на экспонированных южных берегах, а также в центре архипелага в местах, где происходят природные процессы аккумуля-



ции. По количеству объектов абсолютно преобладал пластик, кроме него отмечены стекло, керамика, текстиль и металл. На всех обследованных участках берега преобладал мусор, связанный с рыбопромысловой деятельностью: сети, канаты, поплавки, буи и др. Также много пластиковых бутылок и прочей бытовой пластиковой тары. По происхождению мусора выявлен дальний перенос и местные источники. Обнаружена транспортировка на пластиковом субстрате чужеродных донных организмов — моллюсков, в природе не встречающихся на архипелаге.

Впервые в прибрежной зоне российской Арктики взяты пробы грунта (17 образцов) с литорали пяти островов и две концентрированные пробы поверхностной воды для проверки на содержание микропластика. Партнерами из Дальнево-

сточного федерального университета (руководитель работ д-р. тех. наук Я.Ю. Блиновская) получены первые результаты лабораторных анализов, обнаружившие присутствие микропластика во всех проверенных пробах грунта. Полученные результаты свидетельствуют о том, что пластиковое загрязнение следует считать актуальной и растущей угрозой для высокоширотных районов, в т.ч. морской экосистемы особо охраняемой природной территории — национального парка «Русская Арктика».

*М.В. Гаврило*  
(Руководитель комиссии по природному наследию  
Ассоциации «Морское наследие»)

## ARCTICUM INCOGNITA: «АРКТИЧЕСКИЙ ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ВЕРНУЛСЯ ИЗ ВЫСОКИХ ШИРОТ

Летом 2017 года состоялась девятая научно-образовательная экспедиция «Арктический плавучий университет» под тематическим названием «Arcticum Incognita». Эта экспедиция вошла в план основных мероприятий Года экологии в России.

Уникальный проект «Арктический плавучий университет» (АПУ) объединяет молодежь и исследователей с целью изучения арктических территорий, подготовки кадров и развития международного многостороннего диалога и партнерства в сфере совместного научного и образовательного освоения Арктики.

Организаторами проекта с 2012 года выступают Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (САФУ) и Росгидромет, постоянный партнер экспедиции — Русское географическое общество. За шесть лет участниками экспедиции стали 447 человек, из них более 200 — студенты. Исследователи прошли 28 800 морских миль.

В 2017 году в течение 20 дней, с 8 по 28 июля, экспедиция изучала преимущественно экосистемы прибрежной зоны архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) на территории Национального парка «Русская Арктика». Научная программа АПУ-2017 была скоординирована с планами научных и мониторинговых работ на особо охраняемой природной территории, при подготовке программы проводились консультации с научным отделом парка. Ученые и студенты провели комплекс атмосферных, морских и наземных исследований в области гидрометеорологии, гидрологии, биологии, геологии и истории.

Участниками АПУ-2017 стали 58 человек, представляющие семь стран: Россию, Швейцарию, Францию, Болгарию, Кубу, Германию, Нидерланды. Это студенты и сотрудники САФУ, Северного государственного медицинского университета, МГУ имени М.В. Ломоносова, а также сотрудники, представляющие ФГБУ «Северное УГМС», Сочинский государственный университет, Новосибирский государственный университет, Институт географии РАН, Российский институт стратегических исследований, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, Национальный парк «Русская Арктика», АНИИ, Женевский университет, Лозанский университет, Федеральную политехническую школу Лозанны, Зоологический институт Софии.

Экспедиция АПУ-2017 прошла 3400 морских миль по Белому, Баренцеву и Карскому морям, посетив три архипелага

и семь островов: Большой Соловецкий, о. Северный Новой Земли, о-ва Гукера, Алджера, Ферсмана, Хейса, Земля Александры Земли Франца-Иосифа.

Научно-исследовательская программа рейса включала следующие работы:

- изучение трансформации атлантических водных масс в северо-восточном районе Баренцева моря;
- оценку состояния и степени загрязнения локальных островных территорий в местах бывшей хозяйственной деятельности в районах проведения работ по ликвидации накопленного экологического ущерба;
- изучение животного биоразнообразия Земли Франца-Иосифа и прилегающих акваторий в условиях изменения климата;
- комплексное изучение почвенно-растительного покрова арктической тундры переходных зон в условиях изменения климата;

Маршрут экспедиции «Арктический плавучий университет-2017»



- изучение адаптационных механизмов организма человека к условиям высокоширотной Арктики;
- изучение историко-культурного наследия территорий Национального парка «Русская Арктика» в целях развития туризма и просветительской деятельности.

Экспедиционные дни были очень насыщенные. Исследователи сделали восемь высадок на семи островах Новой Земли, Земли Франца-Иосифа и Соловецкого архипелага. Были взяты образцы почв, проведены исследования атмосферы, воды, морских гидробионтов, птиц.

Ученые САФУ провели первые исследования в рамках работы над мегагрантом по разработке методологии мониторинга, оценки прогнозирования и предупреждения рисков, связанных с переносом трофическими путями высокотоксичных загрязняющих веществ, способных накапливаться в пищевых цепях и распространяться в арктических экосистемах. Сотрудники лаборатории экологического биомониторинга САФУ отобрали пробы почвы, водорослей, яиц птиц, печени и мышц рыб (трески и пикши) для последующего метагеномного анализа и определения концентраций экотоксикантов в пищевой цепи.

В рамках метеорологического направления проводились измерения концентрации аэрозолей в атмосфере, а также стандартные метеорологические измерения при помощи автоматического метеорологического комплекса AWS 2710.

В рамках океанографических исследований ААНИИ было собрано 200 проб воды на 46 станциях в двух гидрологических разрезах в Баренцевом море и на отдельных станциях акватории ЗФИ. Учеными после трехлетнего перерыва в наблюдениях снова было зафиксировано наличие флуктуации в циркуляции атлантических водных масс в районе северо-восточного желоба между Новой Землей и ЗФИ, а именно, теплой струи Фрамовской ветки Северо-Восточного Атлантического течения, также было зафиксировано наличие еще одной теплой струи в этом районе.

Параллельно на тех же станциях по программе гидробиологического мониторинга Национального парка «Русская Арктика» было отобрано 37 проб зоопланктона.

В рамках почвенно-экологических исследований учеными ИГ РАН и МГУ заложено и описано 14 почвенных разрезов, отобрано более 100 образцов для лабораторных физико-химических, микробиологических и др. аналитических исследований. На 15 ключевых площадках в интактных и антропогенно-нарушенных ландшафтах ЗФИ выполнены полевые измерения почвенной эмиссии диоксида углерода («дыхание почв») методом закрытых камер с использованием газоанализатора (всего 70 измерений). Проведены полевые определения pH, окислительно-восстановительного потенциала и концентрации солей в грунтовых и поверхностных водах. На мысе Желания (Новая Земля) детально исследованы эндолитные системы, из них отобрано более 20 образцов.

Полевой отряд экспедиции «АПУ-2017». Мыс Желания, Новая Земля.

В ходе геологических изысканий учеными из Новосибирского госуниверситета взято 125 ориентированных образцов для палеомагнитных исследований. При проведении работ на о. Земля Александры обнаружены окаменелости растений, относящихся к юрскому периоду.

По направлению орнитологических исследований сотрудниками ИГ РАН совместно со студентами из САФУ, МГУ и швейцарских вузов проведены учеты морских птиц и млекопитающих на акватории Новой Земли, ЗФИ, а также между двумя архипелагами. Зарегистрированы 21 вид птиц и 12 видов морских млекопитающих. На акватории ЗФИ был зафиксирован ранее не встречавшийся в этом районе чернобрый альбатрос, распространенный циркумполярно в Южном океане и занесенный в Красный список МСОП как вид, состояние которого близко к угрожающему.

В рамках изучения наземной микрофауны арктических архипелагов были собраны пробы для изучения биоразнообразия, распределения и вертикальной пространственной структуры населения почвенных нематод.

Вернувшись на «большую землю», исследователи представили первый отчет о проделанной работе. Данные, полученные в экспедиции АПУ-2017, будут обрабатываться и анализироваться, результаты обсудят на научных конференциях и представят в виде публикаций, статей и специальных сборников.

Для популяризации результатов экспедиции САФУ вместе с заместителем Председателя Государственной Думы, руководителем Экспертного совета по вопросам законодательного обеспечения развития районов Крайнего Севера, приравненных к ним местностей, районов Дальнего Востока, а также территорий, входящих в Арктическую зону РФ, Ольгой Епифановой учредили конкурс «Арктика далекая и близкая: экспедиция САФУ-2017». Конкурс проводится по нескольким номинациям: лучшие фото, лучшее видео об экспедиции, творчество в Арктике (эссе, рассказ, стихотворение об экспедиции и т.д.), также будет определен лучший блогер и лучшее освещение арктической экспедиции в СМИ. Победители получают ценные призы и подарки.

Мы уверены, что участие в научно-образовательных экспедициях дает возможность молодым исследователям получить уникальный опыт, «потрогать науку руками», загореться идеей, найти ответы на волнующие вопросы, совершить открытия и войти в историю. И мы уже готовимся к экспедиции «Арктический плавучий университет-2018».

*К.С. Зайков  
(Северный (Арктический) федеральный университет  
им. М.В. Ломоносова, Архангельск).  
Фото предоставлено автором*



## EASTGRIP — МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ПРОЕКТ В ГРЕНЛАНДИИ

Где-то на белом свете, там, где всегда мороз и трется спиной медведи о земную ось, ученые климатологи и гляциологи бурят ледник и достают ледяные керны с целью изучения прошлых и современных изменений температуры, содержания парниковых газов, условий циркуляции атмосферы и динамики ледникового покрова. Одним из таких мест является сезонный лагерь в северо-восточной Гренландии EastGRIP (East Greenland Ice-core Project; <http://eastgrip.org/>) (75° 38' с.ш., 35° 59' в.д.).

Проект бурения рассчитан на пять лет с 2015 по 2020 год и ставит целью насквозь пробурить гренландский ледник в районе северо-восточного ледяного потока, через который происходит разгрузка существенной части Гренландского ледникового щита. Изучая химические, физические и петрографические свойства льда, ученые надеются лучше понять динамику ледника в этом районе, а также узнать, как и под влиянием каких факторов менялся климат северо-восточной Гренландии в течение позднего четвертичного периода и как эти изменения влияли и будут влиять на положение уровня моря.

Основоположниками этого проекта являются ученые из Центра льда и климата (Институт Нильса Бора, Университет Копенгагена). Датский фонд фундаментальных исследований и ряд европейских стран, а также Япония, Китай и США предоставляют финансирование. Национальный научный фонд США обеспечивает регулярные авиарейсы в лагерь проекта для заброски людей и грузов. Российские фонды в финансировании проекта не участвуют.

Важной отличительной чертой проекта является его открытость для прессы и простых людей. Почти каждый сезон сюда раз в три недели привозят гостей — журналистов, съемочные группы телевидения со всего мира, руководителей научных фондов, глав государств. За буднями лагеря можно следить на его сайте <http://eastgrip.org/> и на страничке в фейсбуке: <https://www.facebook.com/EastGRIP/>.

В центре лагеря находится черное шарообразное сооружение, которое здесь так и называют — "Dome" (Купол),

три этажа вмещают кают-компанию, кухню, комнату отдыха и рубку начальника лагеря. Купол построен по спецпроекту в 2008 году и был использован для проекта бурения NorthGRIP в северо-западной части Гренландии. По окончании этого проекта летом 2014 года он в полностью собранном виде был перетащен тягачами на новое место — в пункт бурения EastGRIP.

Кроме того, в лагере имеются три гаража для техники и складов, мастерские, спальные палатки и тенты, а также ряд подснежных сооружений: буровая, кернохранилище и т.н. «научная траншея».



Лагерь воплотил в себе несколько передовых инженерных идей. Так, для постройки подснежных помещений впервые были использованы внушительные, размером с дирижабль, надувные пластиковые баллоны, которые укладывались на дно выкопанных бульдозером траншей и засыпались сверху свежим снегом. Снег довольно быстро спекается, образуя прочнейший потолок. Баллон затем сдувается и вытаскивается наружу, оставляя за собой пещеру с ровным полом и стенами и сводчатым потолком. Каждый год высота пещер становится несколько меньше за счет уплотнения окружающего снега.

Буровой комплекс EastGRIP по масштабу существенно уступает своему российскому собрату на станции Восток, но при этом так же позволяет бурить ледник на глубину до трех километров. Уменьшение размеров было достигнуто за счет более простой и компактной конструкции снаряда (в котором, например, нет насосного отсека, а циркуляция заливочной жидкости осуществляется вращением шнека в двойной колонковой трубе). Важным фактором является маленький диаметр грузонесущего кабеля, внутри которого всего одна жила (вместо семижильного кабеля на «восточной» буровой), что позволило в несколько раз уменьшить размеры и вес лебедки. В качестве буровой заливочной жидкости здесь используется Estisol, который делает шлам (буровую стружку) жидким и препятствует слипанию частичек шлама. Кроме того, это вещество считается более

Лагерь EastGRIP, июль 2017 года. Фото Д.О. Владимировой.





Подземные конструкции EastGRIP. Верхний ряд: вход; научная траншея, где ведется обработка керна; изучение физических и кристаллографических свойств образцов вновь пробуренного ледяного керна. Нижний ряд: буровая вышка в действии; буровая колонка после извлечения керна; первичная обработка ледяного керна.  
Фото Д.О. Владимировой.

экологически чистым по сравнению со смесью керосина и фреона, используемых на Востоке.

«Научная траншея» (подснежный цех по обработке и анализу ледяного керна) — это настоящая мечта гляциолога! В России мало в какой научной лаборатории можно найти такое разнообразие методов и инструментов, как здесь — в пещере на глубине 5 метров в центральной Гренландии. Здесь есть все необходимое оборудование для первичной обработки и хранения кернов, измерения диэлектрической проницаемости льда и электропроводности, сканирования в видимом свете и даже для измерения изотопного состава образцов на лазерном анализаторе последнего поколения. В отличие от Востока, где в среднем на 10 буровиков приходится один-два гляциолога, здесь обработкой керна заняты в два-три раза больше людей, чем бурением.

Быт станции устроен по-спартански. Спят жители лагеря в 4–8-местных палатках, где температура ночью иногда бывает лишь чуть выше нуля, в спальнях мешках на двухъярусных кроватях. Туалет — вполне себе российский деревенского

типа, на улице (правда, щедрое летнее гренландское солнце нагревает туалетную палатку так, что внутри даже жарковато). Душ — раз в неделю, по субботам. Впрочем, мыться можно когда пожелаешь, но тогда изволь дополнительно натаскать снега в снеготаялку. С обработкой канализации и бытовых отходов никто не замораживается — все сливается и захоранивается прямо в снег; вывозится лишь крупный несгораемый мусор.

Но все эти мелкие неудобства с лихвой компенсируются шикарнейшей едой, приготовленной профессиональным поваром! Повар один, но каждый день по графику ему выделяется помощник для готовки и еще один — для мытья посуды.

Каждый сезон стартует с отладки быта и приведения бурового комплекса в рабочее состояние. Затем начинается рутинное бурение и обработка керна, и в этот период в лагере находится больше всего людей — до 40 человек. В конце сезона лагерь подготавливают к зиме и консервируют.

Рабочий день в лагере — с 8 до 19 часов с перерывом на обед в 13 часов. В течение дня можно в любой момент пре-

Заканчивается строительство кернохранилища, май 2017 года.

Фото: <http://eastgrip.org/field-diaries-folder/pictures-2017/2017-05-19.jpg?size=496x170>.



рваться на кофе или согреться чаем, обсудить дальнейший план работ в случае технических неполадок. Сладости и всякие закуски находятся в общем доступе. Многие участники продолжают работать после ужина либо за компьютером, либо в поле. Выходных нет, но в субботу считается нормальным закончить работу в 16 часов, расслабиться, дождаться своего времени записи в душ, переодеться и, если ты в команде поваров-волонтеров в эту неделю, приготовить ужин. Субботние вечера заканчиваются танцами, веселыми разговорами и полевыми байками. Благодаря занавешенным окнам и свечам (центрального освещения в Куполе практически нет), наступает единственная, пусть и искусственная, ночь на несколько часов в неделю. В воскресенье подъем позже обычного. Повар и его дежурный помощник готовят бранч (нечто среднее между завтраком и обедом) к 12 часам, а дальше рабочий день продолжается как всегда в будние дни. Нередко в воскресенье с утра люди ходят кататься на лыжах, бегать вдоль укатанной ВПП, читают книги, иногда бывают экзотические развлечения, например кайтинг (катание на лыжах или санях под парусом).

В лагере EastGRIP не принято акцентировать гендерные различия; квалификация человека имеет гораздо большее значение. Мужчины и женщины работают наравне, в том числе и на тяжелых работах — строят лагерь, устанавливают спальные палатки, бурят ледяные керны, копают снег для водоснабжения и гляциологические шурфы, налаживают оборудование в научной траншее и кернохранилище. В сезоне 2017 года в команде инженеров-буровиков была специалист из Германии. Особенно тяжелые работы по открытию лагеря в начале сезона и его консервации на зиму также выполняют смешанные (по возрасту и полу) коллективы.

В лагере в обязательном порядке всегда находится один врач. К счастью, работы у него немного, поэтому он (или она), как правило, помогает в лагере, обрабатывает керн, участвует в научных походах на снегоходах. В лагере также есть несколько человек технического персонала — механик-водитель, столяр.

Ежевечерний досуг состоит из просмотров фильмов на большом экране, настольных игр, научных семинаров, а один раз здесь даже провели защиту диплома. Высокоскоростной интернет позволяет общаться с родными и близкими.

В лагере достаточно простое отношение к алкоголю. Пиво, вино и крепкие напитки находятся в свободном доступе. Ограничений никаких нет, единственное требование — приличное поведение и своевременный выход на работу.

Лагерь выглядит как маленькая, человек на 30, постоянно действующая международная встреча или конференция. В основном, все разговаривают на английском, добрая половина на датском, отчеты и полевые дневники ведутся на этих двух языках, но кроме того, в зависимости от состава команды, в каждый полевой период можно услышать речь на пяти-семи разных языках.

После возвращения «на берег», т.е. в Кангерлуссуак (поселение в западной Гренландии в коммуна Кекката), всех исследователей ждет несколько дней отдыха. Несмотря на то, что рабочие часы не такие уж напряженные, и психологическая нагрузка, за исключением ответственных за выполнение программ и начальника лагеря, тоже не велика, все равно усталость копится, и по возвращении из лагеря нужен как минимум один день, чтобы отоспаться. А дальше можно взять старенький, но наиболее подходящий для местных песчано-гравийных дорог пикап и помчаться исследовать окрестности, сходить на ледники и полюбоваться бескрайними холмами береговой части Гренландии, сформированными сотнями миллионов лет тектонической активности и ледниковой «шлифовки». Кто-то предпочитает отправиться исследовать более удаленные уголки Гренландии и улетает в ближайшие населенные пункты или отправляется в многодневные походы с палатками.

Но в гренландских поселках, конечно, уже почти не увидишь следов традиционного уклада жизни местного инуитского населения, он сохранился только в легендах и преданиях. Правда, еще сохранились некоторые особенности, например, использование собачьих упряжек и снегоходов зимой в качестве обычного транспорта наравне с автомобилями и велосипедами летом. Сообщение между населенными пунктами затруднено: наземные дороги идут вдоль берега и заканчиваются уже через несколько километров, и между поселениями передвигаться нужно либо на водном, либо на воздушном транспорте. До сих пор в жизни людей велика роль охоты, хоть она и зарегулирована современными нормами охраны окружающей среды. Ремесленники в основном работают на туристический бизнес.

Ссылки на публикации по проекту бурения ледяного керна и не только на <http://www.iceandclimate.nbi.ku.dk/publications/papers/>, больше о научной стороне проекта EastGRIP можно узнать на <http://eastgrip.org/objectives-of-the-east-greenland-ice-core-project/>

*Д.О. Владимиров (АНИИ)*

Окрестности г. Иллиусисат (август 2016 года) и г. Нуук (июль 2017 года).  
Фото Д.О. Владимировой.



## СЕМИНАР В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В АРКТИКЕ»

24 октября 2017 года в конференц-зале Смольнинского комплекса СПбГУ, оборудованном синхронным переводом и прямой видеотрансляцией из Якутска и Надыма, под эгидой Санкт-Петербургского государственного университета и при содействии Государственного научного центра Российской Федерации «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» состоялся семинар «Международное научное сотрудничество в Арктике».

Ежегодный семинар по международному сотрудничеству в Арктике с участием не более 50 человек в СПбГУ проводится с 2000 года. Изначально семинар стал мобильным, выездной и видеотрансляционный характер обеспечил широкий круг ведущих специалистов из дальних уголков российской Арктики и из зарубежных стран. Так, представители естественных и общественных наук пяти арктических государств (Дании, Канады, Норвегии, России и США) впервые собрались на экспертном семинаре в Сингапурском национальном университете в 2010 году, затем собрали конференцию в 2012 году. В 2013 году был издан сборник “Energy Security and Geopolitics in the Arctic: Challenges and Opportunities in the 21st Century”, поддержанный издательством World Scientific, входящий в перечень списка Web of Sciences. С 2012 года берет свое начало ежегодный российско-китайский семинар по сотрудничеству в Арктике, который проводится в Океанологическом университете Китая в Циндао провинции Шаньдунь.

Цель Санкт-Петербургского семинара по международному сотрудничеству в Арктике — поддерживать и оказывать содействие развитию Арктической зоны Российской Федерации посредством налаживания международных связей и путем обсуждения эффективности международного научного и образовательного сотрудничества по изучению российской Арктики.

В этом году ежегодный семинар по сотрудничеству в Арктике был посвящен научному сотрудничеству. Целью совместного публичного научного мероприятия СПбГУ и ААНИИ стала оценка достижений российской науки в политике интернационализации научно-исследовательской и образовательной системы, а также содействие поиску партнеров в научно-исследовательской и образовательной сфере исследований в Арктической зоне Российской Федерации. В семинаре приняли участие 70 человек и выступили 22 докладчика.

Особый интерес к семинару проявили представители генеральных консульств и субъектов АЗРФ. Так, на семинаре с приветствием выступили: В.С. Ягья — профессор СПбГУ, г-н Даг Малмер Халворсен — генеральный консул Королевства Норвегии в Санкт-Петербурге, г-жа Демитра Паппас — заместитель Генерального консула США в Санкт-Петербурге, г-н Себастиан Ганстрём — консул Генерального консульства Финляндии, Ян Рене Ларсен — заместитель исполнительного директора АМАП, секретарь САОН, Александр Сергеевич Марков — директор ААНИИ.

Во вводной части были заслушаны доклады Н.К. Харлампевой об основных характеристиках изменения основ научно-исследовательской и образовательной системы в современных условиях, а также Яна Рене Ларсена о роли АМАП,

Арктического Совета, Сети арктических опорных наблюдений в научном планировании и развитии международного научного сотрудничества в Арктике.

Ян Рене Ларсен в докладе «Основы международного научного сотрудничества в Арктике» рассказал об основах международного взаимодействия в Арктике в условиях изменения климата Арктики, природоохранной системе, совершенствовании системы наблюдений в Арктике и системе наблюдений Земли, а также о базах данных, моделях и прогнозировании. Докладчик обратил внимание на механизмы эффективного научного сотрудничества в Арктике: интеллектуальная собственность; въезд-выезд физических лиц, ввоз-вывоз оборудования и материалов; доступ к исследовательской инфраструктуре и на объекты исследований; доступ в районы проведения исследований; доступ к данным; образование, развитие научной карьеры и возможности повышения квалификации; традиционные и местные знания. Вместе с тем Ян Рене Ларсен ознакомил присутствующих с изменяющейся ситуацией в процессе принятия решений на местном уровне по работе с разными субъектами хозяйственной деятельности и роли в них АМАП и рабочих групп Арктического совета в трех пилотных регионах Арктики: Баренц-регионе, регионе Баффинского залива/пролива Дэвиса, а также регионе Беринга/Чукотки и Бофорта. Кроме того, были приведены примеры научного планирования Международного арктического научного комитета путем созыва Международной конференции.

Докладчиком было сделано заключение о том, что вопросы международного сотрудничества в Арктике стали именно тем направлением, которое привлекает внимание не только стран Арктического совета, но и всего мира. Те научные направления, которые открывают миру Арктику, востребованы всеми заинтересованными сторонами, поэтому необходимость международного научного взаимодействия — веление

Г-н Ян Рене Ларсен, заместитель исполнительного директора Программы арктического мониторинга и оценки (АМАП), секретарь Сети арктических опорных наблюдений (САОН).



времени. Преимущественное внимание к деятельности Сетей арктических опорных наблюдений является ключевым в международном научном планировании, так как поддерживается Арктическим советом и Международным арктическим научным комитетом.

На семинаре была организована работа пяти секций:

1. «Сеть арктических опорных наблюдений»: модераторы — И.М. Ашик (представитель РФ в Сети арктических опорных наблюдений/SAON, заместитель директора ААНИИ по научной работе) и Я. Р. Ларсен.

2. «Научно-исследовательские и образовательные программы по изучению российской Арктики»: модераторы — Н.К. Харлампьева (научный руководитель Ежегодного арктического семинара СПбГУ, доцент СПбГУ и ст. науч. сотр. ААНИИ), В.В. Поважный (руководитель Российско-германской лаборатории полярных и морских исследований им. О.Ю. Шмидта ААНИИ).

3. «Общественные отношения в Арктике»: модераторы — К.Б. Клоков (профессор СПбГУ), М.Л. Лагутина (доцент СПбГУ).

4. «Арктический туризм»: модератор — Д.В. Севастьянов (профессор СПбГУ).

5. «Культура и искусство народов Арктики»: модераторы — В.И. Фокин (профессор СПбГУ и руководитель программы «Международное гуманитарное сотрудничество»), С.С. Игнатьева (ректор Арктического государственного института культуры и искусств).

Во время семинара была организована выставка уникальных книг библиотечного фонда ААНИИ и новых публикаций.

Заслушав доклады и обсудив основные направления международного взаимодействия, участники семинара предложили:

– сформировать международный постоянно действующий оргкомитет семинара и его рабочие группы по направлениям деятельности; считать «бассейновый подход» основным при совершенствовании международного научно-исследовательского и образовательного планирования и организации Региональной инновационной системы Сети арктических опорных наблюдений в Российской Федерации (РИС САОН РФ);

– активно содействовать привлечению к разработке РИС САОН РФ представителей местных общин и руководства муниципальных образований, территорий опережающего развития, опорных экономических зон, научных и образовательных учреждений регионов и др.;

– международному постоянно действующему оргкомитету семинара и его рабочим группам рассмотреть вопрос о целесообразности создания пяти общественно-научных гуманитарных и методических секций семинара: Сеть арктических опорных наблюдений, научно-исследовательские и образовательные. И.М. Ашик – представитель РФ в Сети арктических опорных наблюдений/SAON, заместитель директора ААНИИ по научной работе.

тельные программы по изучению российской Арктики, арктический туризм, общественные отношения в Арктике, культура и искусство народов Арктики.

Было принято решение о том, что деятельность семинара и планируемая работа международного постоянно действующего оргкомитета будут основой подготовки к Всероссийскому конгрессу «Арктика: наука и общество», который планируется провести в 2018 году в СПбГУ.

Руководители и участники пяти секций семинара согласились расширить свой круг компетентных специалистов-участников семинара, и, соответственно, организовать работу предложенных ими секций в рамках конгресса. Было предложено рабочей группе секции «Научно-исследовательские и образовательные программы по изучению российской Арктики» рассмотреть вопрос о разработке магистерской программы СПбГУ «Международное научное сотрудничество в Арктике» и дополнительной образовательной программе «Сеть арктических опорных наблюдений» при активном содействии участников международной программы САОН. Отдельного обсуждения потребовал вопрос участия в Седьмом российско-китайском семинаре по сотрудничеству в Арктике, который состоится в г. Циндао (КНР) в сентябре–октябре 2018 года.

Участники секции «Сеть арктических опорных наблюдений» предложили:

– созвать межведомственное совещание в Санкт-Петербурге, на котором должны быть рассмотрены вопросы определения статуса САОН, позиции России относительно участия в этой международной программе, планов работ российской стороны в рамках Программы, источники финансирования этих работ, создания Национального комитета САОН (НК САОН) и формирования для этого рабочей группы по подготовке учредительных документов Оргкомитета по созданию НК САОН;

– в состав двух Комитетов Совета САОН (Комитет по наблюдениям и сетям и Комитет по обслуживанию информацией и данными) включить российских представителей; разработать предложения для работы по этой международной программе в рамках новой Федеральной целевой программы (на 2018–2020 годы), преемственной по отношению к ФЦП «Мировой океан»;

– создать постоянно действующий Центр арктических опорных наблюдений Северо-Запада Республики Саха (Якутия) совместно с ААНИИ на базе Учебно-научной лаборатории комплексного анализа техногенных нарушений окружающей среды МПТИ (ф) СВФУ;

– организовать совместно с СПбГУ мониторинг условий проживания коренных народов в северо-западных районах Республики Саха (Якутия);

– изучить вопрос о подготовке дополнения и перевыпуска «Атласа Арктики» (1985 год) на русском и английском языках.

Кроме того, был отмечен интерес студентов СПбГУ к прошедшему мероприятию: студенты профессионально оценили сайт САОН <https://www.arcticobserving.org/>, перевели с английского на русский язык Отчет Комитета внешних экспертов по оценке деятельности «Сети арктических опорных наблюдений» и «Глоссарий» для уточнения основных названий, применяемых в документах САОН.

Докладчики получили авторский экземпляр сборника «Международное научное сотрудничество в Арктике», изданный Издательством СПбГУ. Участники семинара высоко оценили научно-методическую и практическую ценность сборника. Возможно, это издание станет ежегодным и будет публиковаться на двух языках.

*Н.К. Харлампьева (СПбГУ, ААНИИ).  
Фото Пресс-службы СПбГУ*



## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЖИВАЯ ПРИРОДА АРКТИКИ: СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ, ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ»

Международная конференция «Живая природа Арктики: сохранение биоразнообразия, оценка состояния экосистем», посвященная Году экологии, прошла с 30 октября по 3 ноября 2017 года в г. Архангельске, в Северном (Арктическом) федеральном университете им. М.В. Ломоносова.

Организаторами конференции стали: Российская академия наук (РАН), Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (Москва), Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова РАН (Архангельск), Зоологический институт РАН (Санкт-Петербург) при участии Научного совета РАН по экологии биологических систем, Научного совета РАН по гидробиологии и ихтиологии, Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия, Териологического общества при РАН и Национального парка «Русская Арктика».

Работа конференции проходила по следующим тематическим направлениям:

1. Видовое разнообразие и степень изученности основных групп организмов в Арктике.

2. Оценка состояния арктических экосистем, в том числе с использованием высокотехнологичных методов.

3. Функционирование арктических экосистем в условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия.

4. Палеоэкологические исследования как основа прогноза возможных изменений арктических экосистем.

5. Научные подходы к регламентации хозяйственной деятельности в Арктике.

6. Роль особо охраняемых природных территорий в охране ключевых видов и экосистем.

7. Подходы к разработке Государственной системы мониторинга биологического разнообразия в Арктической зоне Российской Федерации.

Конференция вызвала большой интерес, в ее работе приняли участие свыше 150 ученых из 23 субъектов Российской Федерации.

Открыл 31 октября первое заседание с докладом «Изучение живой природы Арктики для сохранения биоразнообразия и оценки состояния экосистем» сопредседатель Оргкомитета конференции, директор Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова (ИПЭЭ) РАН Вячеслав Владимирович Рожнов. Главную задачу конференции он определил как объединение усилий исследователей живой природы Арктики для решения экологических и промышленных проблем региона.

«В арктических системах происходят естественные природные изменения: перемена ледовой обстановки, параметров циркуляции воздуха. Все это отражается на жизни животного и растительного мира. Но самое серьезное воздействие оказывает антропогенное влияние, поскольку Арктика активно осваивается: идет добыча нефти, газа, полезных ископаемых, восстанавливается присутствие военных частей, осваивается Северный морской путь. Все это не может не отражаться на жизни животных и растений. К сожалению, такая деятельность зачастую ведет к нарушению экосистемы. Мы должны найти пути решения этих проблем и понять основные задачи, которые стоят перед учеными в этом регионе», — сообщил академик РАН В.В. Рожнов.

В проекте резолюции конференции «Живая природа Арктики» были перечислены многочисленные пункты, на которые следует обратить внимание в исследованиях арктического биоразнообразия в ближайшее время. Среди них:

1. Сформировать государственную программу по изучению современного состояния природной среды архипелага

Новая Земля с целью ее сохранения и разработки мер по оптимизации хозяйственной деятельности. Программа должна иметь целевое финансирование и выполняться специалистами разного профиля высокой квалификации. Организация и руководство Программой должно осуществляться при участии РАН, Минобороны России и Минприроды России.

2. Сделать данные экологических экспертиз, предпроектных, мониторинговых и других биологических исследований, проводимых компаниями нефтегазового комплекса на своих лицензионных участках, доступными широкому научному сообществу.

3. Для успешного и эффективного решения проблем разработать и активно внедрять на государственном, региональном, корпоративном уровнях комплексные, системные и адаптивные подходы к изучению и сохранению биологического разнообразия и управлению биологическими ресурсами российской Арктики.

4. Поддерживать разработанный ИПЭЭ РАН «Паспорт биоразнообразия», призванный создать основу для системы унифицированного мониторинга и сохранения биоразнообразия на объектах хозяйственной деятельности, и рекомендовать его адаптацию для отдельных объектов.

5. Активнее применять имеющиеся и разрабатывать новые функциональные меры охраны морских млекопитающих.

6. Способствовать развитию и применению методов дистанционного зондирования Земли для изучения, мониторинга и прогнозирования изменения биоты Арктики, в том числе:

— использование спутниковых изображений в целях уточнения структуры и мониторинга биотопов растительности и животного мира Арктики;

— использование технологий оценки ледовых местообитаний в пределах акваторий морей Северного Ледовитого океана;

— оценка динамики экосистем различных секторов Арктики, базирующаяся на геоинформационных технологиях.

Конференция обращается к органам власти и научным организациям Минприроды России с просьбой проработать правовые механизмы, позволяющие проводить экспертизы результатов «ведомственных» биологических исследований на основе единых протоколов (особенно важно в случае исследования беспозвоночных животных) специалистами академических институтов. Доступность ведомственных отчетов и экспертных заключений по ним может быть реализована через обязательное опубликование в периодических изданиях и/или на портале Минприроды России.

Конференция поддерживает представленную методику проектирования систем морских охраняемых районов и предлагает учесть выделенные приоритетные для охраны районы морей российской Арктики при разработке планов исследований, мониторинга и хозяйственной деятельности в регионе.

Конференция рекомендует научным организациям:

1. Продолжить усилия по формированию компьютерных баз данных с целью популяризации и упрощения использования информации, собранной предыдущими поколениями исследователей.

2. Активизировать исследования биоразнообразия донных морских экосистем с целью получения новой информации об их динамике в изменяющихся условиях среды обитания и воздействия антропогенного воздействия. Особенно это актуально для морей восточного сектора Арктической зоны России.

3. Разработать предложения по созданию правовой основы, обеспечивающей возможности использования в науч-

ной работе фондовых материалов, собранных отраслевыми и коммерческими организациями.

1 ноября организаторы провели круглый стол о взаимоотношении человека с дикими животными при осуществлении разнообразной деятельности в Арктике — «Человек в Арктике».

В рамках конференции 3 ноября прошла молодежная научная школа «Циркумполярные исследования». Основная

цель школы — расширение знаний молодых исследователей в области эволюции арктических экосистем и ознакомление их с современными методами экологических исследований.

Материалы конференции были опубликованы в сборнике и доступны на интернет-портале Института проблем эволюции и экологии: <http://sevin.000webhostapp.com/wildlifeArctic/>

*И.С. Смирнов (Зоологический институт РАН)*

## ЯКУТСК И САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ОБСУДИЛИ ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ РЕГИОНОВ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

В Государственном Собрании (Ил Тумэн) Республики Саха (Якутия) и в Государственном гидрологическом институте Росгидромета (Санкт-Петербург) 9 ноября 2017 года состоялась телеконференция на тему «Адаптация к изменению климата в регионах России».

Санкт-Петербург на телеконференции представили заведующий отделом исследований изменений климата Государственного гидрологического института, доктор географических наук Олег Анисимов, первый заместитель генерального директора ЗАО «Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры» Светлана Воронцова, заместитель по научной работе Государственного гидрологического института Мария Мамаева, заместитель председателя Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга, кандидат геолого-минералогических наук Иван Серебрицкий, советник при руководстве Арктического и антарктического НИИ Александр Данилов.

В мероприятии от Республики Саха (Якутия) приняли участие председатель постоянного комитета Государственного Собрания (Ил Тумэн) по земельным отношениям, природным ресурсам и экологии Владимир Прокопьев, председатель постоянного комитета Государственного Собрания (Ил Тумэн) по местному самоуправлению Василий Местников, министр архитектуры и строительного комплекса Республики Саха (Якутия) Вера Кузакова, первый заместитель министра ЖКХ и энергетики Республики Саха (Якутия) Николай Дураев, заместитель министра экономики Республики Саха (Якутия) Александра Пахомова, заместитель министра промышленности и геологии Республики Саха (Якутия) Никита Шепелев, заместитель директора Института мерзлотоведения имени П.И. Мельникова СО РАН, доктор геолого-минералогических наук Виктор Шепелев, заведующий лабораторией биогеохимических циклов мерзлотных экосистем Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, доктор биологических наук Трофим Максимов, заведующий кафедрой нормальной и патологической физиологии Медицинского института СВФУ, доктор медицинских наук Пальмира Петрова, главный научный сотрудник Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, доктор биологических наук Роман Десяткин, заведующий лабораторией института мерзлотоведения, кандидат географических наук Александр Федоров, представители министерств и ведомств.

Участники конференции обсудили проблемы адаптации к изменению климата в регионах России, в частности в Республике Саха (Якутия). В декабре 2015 года на Всемирной климатической конференции в Париже были достигнуты договоренности об ограничении глобального потепления на уровне не более +1,5 градуса. Этому предшествовало серьезное изучение последствий изменения климата. Так, в странах Ев-

росоюза были получены оценки ожидаемого ущерба для экономики при различных уровнях потепления, с учетом которых в настоящее время разрабатывается новая климатическая политика, нацеленная на сокращение сжигания ископаемого топлива, выбросов парниковых газов и на уменьшение воздействия человека на климат. В России потепление происходит в 1,5–2 раза быстрее, чем в других странах Европы. В этих условиях важно определить, в каких регионах и для каких отраслей экономики изменение климата представляет угрозу или открывает новые потенциальные возможности.

Модераторами дискуссии выступили В. Прокопьев и О. Анисимов. В. Прокопьев, приветствуя участников телемоста, подчеркнул, что тема обсуждения для Якутии является особо значимой в силу природных особенностей территории республики.

О. Анисимов во вступительном слове отметил, что арктические регионы должны разрабатывать собственные программы по адаптации к изменению климата.

Т. Максимов обратил внимание участников мероприятия на то, что огромная территория республики является экологическим биорезервом и выполняет функции глобального масштаба. За последние годы в Якутии наблюдаются наибольший рост атмосферной температуры, заметная деградация многолетней мерзлоты, высокий сток и выброс парниковых газов. Т. Максимов подробно остановился на опыте международного сотрудничества Якутского научного центра Сибирского отделения РАН для решения проблем влияния глобального потепления на социально-экономические условия проживания местного населения.

П. Петрова рассказала о совместном исследовании Медицинского института СВФУ с Институтом космофизических исследований и аэронавтики Якутского научного Центра СО РАН влияния факторов космической погоды на здоровье человека в условиях Севера и подчеркнула, что результаты доказывают значительное влияние окружающей среды и изменения климата на здоровье человека.

Ученый-мерзлотовед Александр Федоров обратил внимание участников мероприятия на то, что влияние климата на криогенные ландшафты идет значительными темпами, за последние 30 лет деградация вечной мерзлоты стала одной из самых острых проблем в республике, в наиболее густонаселенных равнинных территориях деградировано до 30–40 % участков населенных пунктов. А. Федоров подчеркнул, что Ил Тумэн разработал проект федерального закона «Об охране и рациональном использовании вечной мерзлоты» и ведет последовательную работу по продвижению законопроекта.

И. Серебрицкий отметил, что для Петербурга вопросы изменения климата являются актуальными и это касается не только изменений температурного режима, но и увеличения количества осадков, а также уменьшения срока ледовитости, что приводит к размыву берегов и подтоплению террито-

рий. И. Серебрицкий обратил внимание на то, что в Санкт-Петербурге разработана Стратегия развития адаптационных мероприятий по изменению климата и подготовлена для включения в Стратегию социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2030 года. Он подчеркнул необходимость внесения изменений в действующее законодательство для предотвращения или снижения негативного воздействия процессов, вызванных изменением климата, и призвал якутян поддержать их в разработке и продвижении законодательных инициатив на федеральном уровне.

В. Кузакова предложила включить геотермический мониторинг в раздел обязательных мероприятий для застройщиков и для этого внести поправки в федеральное законодательство.

М. Мамаева подняла вопрос подготовки кадров, владеющих компетенциями в области изменения климата, прежде всего специалистов по формированию и предоставлению обоснованной информации для пользователей.

С. Воронцова рассказала о совместной разработке с Министерством транспорта РФ, Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ методики расчета и оценки ущерба от климатических изменений. С. Воронцова предложила предусмотреть возможность участия Якутии в качестве пилотного региона в апробации результатов разработки.

А. Миронов остановился на проблемах влияния изменения климата на дорожно-транспортное хозяйство Якутии и путях их решения.

В. Шепелев подчеркнул, что проведение таких мероприятий способствует установлению контактов между представителями науки и власти регионов для решения общих актуальных проблем.

А. Данилов отметил, что для некоторых регионов ситуация с изменениями климата и возможность адаптироваться к ним особенно важны. В частности, для Ямала, где сейчас строится порт Сабетта. Необходимо, чтобы в проектировании и в строительстве в Арктической зоне РФ учитывался фактор климатических изменений.

О. Анисимов отметил, что принятие региональных программ адаптации к меняющемуся климату позволит внедрить новые технологии для повышения качества жизни.

В. Прокопьев, подчеркнув роль науки в обосновании направлений адаптации к изменению климата с учетом особенностей регионов, призвал представителей Санкт-Петербурга поддержать законодательную инициативу парламента Якутии «Об охране и рациональном использовании вечной мерзлоты» и принять участие в продвижении законопроекта на федеральном уровне. В. Прокопьев поблагодарил участников телемоста за конструктивный диалог и выразил уверенность в продолжении совместной работы.

*По материалам пресс-службы Ил Тумэна  
и редакции «ФедералПресс»*

## **ИТОГИ 5-й СЕССИИ СОВМЕСТНОЙ КОМИССИИ ВМО-МОК ПО ОКЕАНОГРАФИИ И МОРСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ (СКОММ)**

25–29 октября 2017 года в Секретариате ВМО в г. Женеве состоялась Пятая сессия Совместной комиссии ВМО-МОК по океанографии и морской метеорологии (СКОММ). Сессии предшествовали Семинар по лидерству женщин в морских исследованиях (21–22 октября 2017 года) и Морская техническая конференция (23–24 октября 2017 года). Участниками сессии стали эксперты из 48 стран – членов СКОММ и приглашенные эксперты международных организаций, выполняющих исследования или обслуживание на море. Российскую Федерацию на сессии представляли В.М. Смоляницкий (руководитель делегации, ФГБУ «АНИИ») и С.В. Белов (ФГБУ «ВНИИГМИ – МЦД»).

Сессия была открыта сопresidentами СКОММ Йоханом Стандером (ЮАР) и Надей Пинарди (Италия). Участников сессии приветствовали Генеральный секретарь ВМО доктор П. Таалас и Исполнительный секретарь МОК ЮНЕСКО доктор В.Э. Рябинин. В рамках открытия сессии ретроспективный доклад о морских исследованиях в мире был представлен известнейшим экспертом ВМО и СКОММ доктором Питером Декстером (сопрезидент СКОММ до 2012 года).

В течение пяти дней насыщенной программы участниками сессии рассмотрен широкий круг вопросов морской метеорологии и океанографии по трем Программным областям СКОММ: наблюдения за океаном, системы управления морскими данными, морское обслуживание и предотвращение чрезвычайных ситуаций на море. Сессией сформулирован ряд рекомендаций, имеющих практическое значение для морской деятельности Росгидромета, касающихся вклада СКОММ в Интегрированную глобальную систему наблюдений ВМО (ИГСНВ), Сендайскую конвенцию и предоставления

морских данных в Глобальную систему телесвязи и Информационную систему ВМО. Также были приняты новые издания Руководства и Пособия ВМО по морскому метеорологическому обслуживанию (ВМОН № 558 и ВМОН № 471), стратегия СКОММ на следующие 10 лет.

Сессия единогласно переизбрала сопresidentов СКОММ Й. Стандера и Н. Пинарди на следующий межсессионный период и утвердила новый состав Комитета Управления СКОММ, координаторов Программных областей комиссии и председателей групп экспертов. Члены российской делегации избраны на руководящие должности СКОММ — С.В. Белов на должность координатора программной области управления данными, В.М. Смоляницкий на должность председателя Группы экспертов по морскому льду.

В заключение работы сессии сопresidentы СКОММ совместно с секретарем МОК ЮНЕСКО доктором В. Рябининым и заместителем генерального секретаря ВМО доктором Е. Манаенковой наградили национальных экспертов стран – членов СКОММ сертификатами СКОММ за лидерство, инновации и заслуги в области морской метеорологии. От Российской Федерации сертификатом награждены А.В. Фролов (Росгидромет), Н.Н. Михайлов (ФГБУ «ВНИИГМИ – МЦД») и Ю.А. Симонов (ФГБУ «Гидрометцентр России»).

Местом проведения очередной сессии СКОММ по лубезному предложению метеослужбы Республики Индонезия определен г. Денпасар, о. Бали.

*Росгидромет  
<http://www.meteorf.ru/press/news/15229/>*

## ПОЛЫНЯ УЭДДЕЛЛА В 2017 ГОДУ

В октябре 1981 года, в период максимального развития морских антарктических льдов, в море Уэдделла была проведена советско-американская экспедиция «Уэдделл-ПОЛЭКС-81». На борту научно-экспедиционного судна ААНИИ «Михаил Сомов» находились 13 советских специалистов из ААНИИ и ВНИРО и 13 специалистов из США. Что заставило ученых двух стран в период холодной войны рисковать, пробиваясь сквозь тяжелые льды далекой Антарктики?

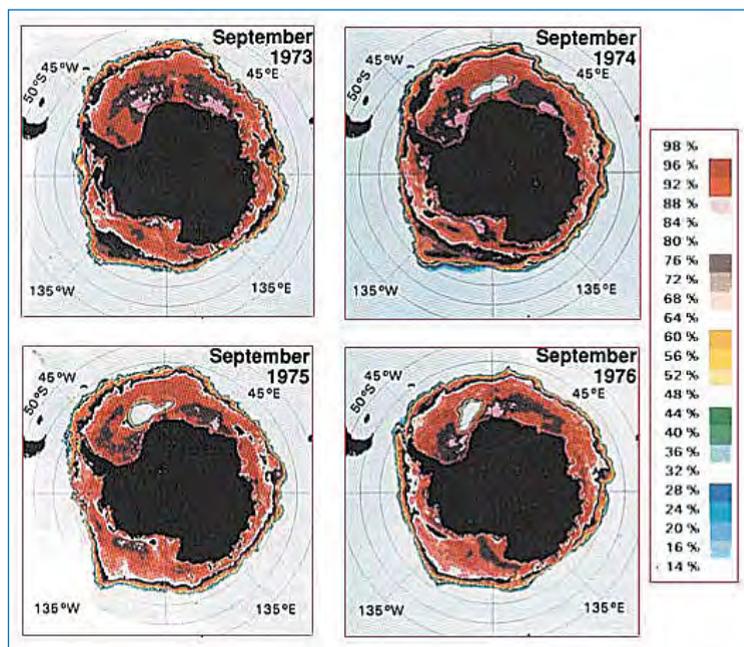
Регулярные американские спутниковые наблюдения за антарктическими морскими льдами обнаружили в зимний период 1974–1976 годов в районе нулевого меридиана обширную зону чистой воды или тонкого молодого льда площадью более 100 тыс. км<sup>2</sup>, окруженную сплоченными дрейфующими льдами, получившую название полыньи Уэдделла.

Учитывая уникальность данного явления, в рамках Межправительственного соглашения о сотрудничестве СССР и США в области исследований Мирового океана в указанный район была направлена советско-американская экспедиция на борту НЭС «Михаил Сомов». Только наша страна располагала новым научным судном, способным работать в зимней Антарктике. Экспедицию возглавляли сотрудник ААНИИ Э.И. Саруханян и известный американский океанограф А. Гордон.

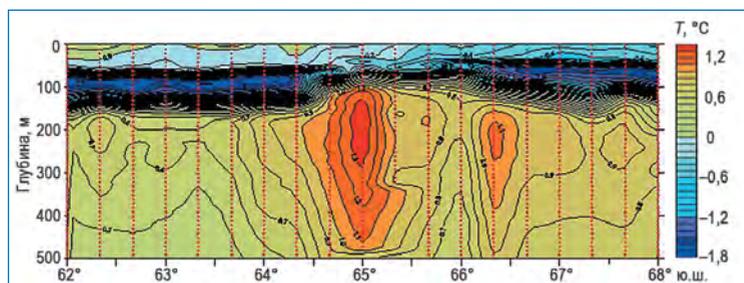
Как было установлено позже, формирование полыньи Уэдделла связано с теплом, поступающим из глубинных слоев океана к его поверхности, покрытой льдом. Степень такого океанического подогрева определяется интенсивностью направленного вверх вертикального движения воды (апвеллинг), которое складывается из нескольких составляющих. Апвеллинг, обусловленный циклоническим характером циркуляции вод (круговорот Уэдделла), усиленный топографическим апвеллингом около подводного поднятия Мод в этом районе, и очень важная добавка — это апвеллинг за счет компактных вихрей в глубинных слоях океана. Именно такие структуры были обнаружены в районе поднятия Мод экспедицией «Уэдделл-ПОЛЭКС-81».

Важную роль в передаче тепла непосредственно к поверхности играет процесс конвективного перемешивания, когда вследствие зимнего охлаждения и осолонения более плотные воды от поверхности опускаются вниз, достигая глубинных слоев, более теплая вода которых поднимается к поверхности.

В последующие годы в круговороте Уэдделла было осуществлено еще несколько экспедиций. Его северная и восточная границы, а также район поднятия Мод исследовались на НИС «Профессор Визе» летом 1984 года и НИС «Профессор Зубов» в 1987 году (руководитель экспедиций Н.В. Багрянцев), на НИС «Профессор Зубов» и «Профессор Визе» летом 1988 года (руководитель экспедиции А.И. Данилов). Значительный вклад в исследование зимнего состояния круговорота Уэдделла внесла экспедиция, организованная ААНИИ совместно с Институтом полярных и морских исследований Альфреда Вегенера (ФРГ) на научно-исследо-

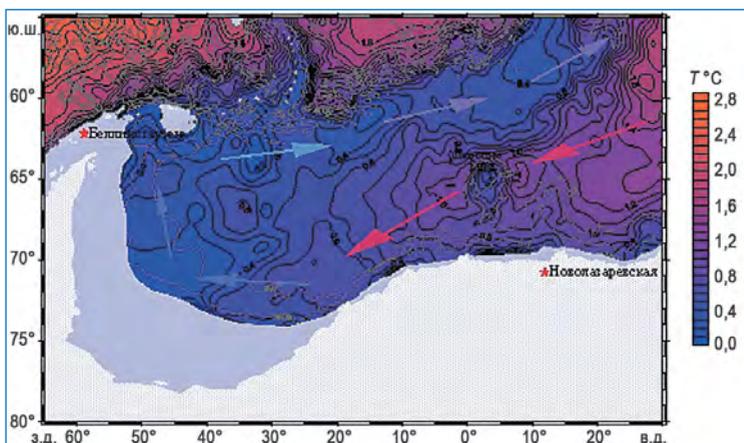


Появление полыньи Уэдделла в Южном океане в середине 1970-х годов, выявленное пассивными микроволновыми спутниковыми данными [http://www.atmos.physics.utoronto.ca/ANTARCTIC/weddell\\_polynya.html](http://www.atmos.physics.utoronto.ca/ANTARCTIC/weddell_polynya.html)



Теплые вихри западнее поднятия Мод (по данным наблюдений отрывными батитермографами с борта НЭС «Академик Федоров» в период 54-й РАЭ (2009 год).

Температура слоя максимальных температур глубинных вод в круговороте Уэдделла (стрелками схематично показана крупномасштабная динамика вод).



вательских судах «Академик Федоров» и «Поларштерн» в сентябре–ноябре 1989 года (руководитель экспедиции Н.В. Багрянцев) в период максимального развития ледяного покрова, с целью исследования крупномасштабной океанической структуры круговорота, определения вертикальных потоков тепла и соли в системе «океан–лед–атмосфера».

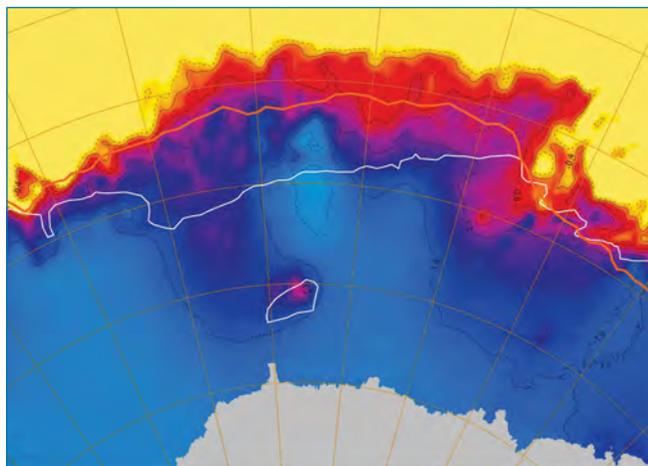
Эти исследования позволили определить крупномасштабную структуру циклонического круговорота Уэдделла и установить область, механизмы и пути поступления более теплых вод от Антарктического циркумполярного течения к району образования польны, а также механизмы передачи тепла к поверхности океана. Теплая глубинная вода вовлекается в циклоническое движение с южной периферии АЦТ в районе 30 меридиана восточной долготы и распространяется к поднятию Мод, где динамика вод определяется вихрями различных масштабов.

Именно в этой области антарктический лед образуется позднее, а таять начинает раньше, образуя своеобразный «залив» в ледяном покрове. Иногда такое таяние начинается внутри ледяного массива, около поднятия Мод, образуя область тонкого разреженного льда, которая идентифицируется как польнья Уэдделла. Важно отметить, что в области поднятия Мод, как правило, наблюдаются более разреженные льды по сравнению с окружающими районами. Главная интрига — в нерегулярности ярко выраженного (как большой польньи!) проявления этой особенности. Можно указать два основных фактора. Это интенсивность и характер атмосферной циркуляции, во многом определяющей интенсивность поступления теплых вод от АЦТ к поднятию Мод, и сплоченность льда в этом районе, а также термический режим антарктической атмосферы (холодная или теплая зима).

И вот в последних числах августа 2017 года обозначились первые признаки образования хорошо выраженной польньи Уэдделла. 4 сентября 2017 года в районе подводной возвышенности Мод в сплоченном поясе дрейфующих 10-балльных льдов появилась уже небольшая зона чистой воды, площадь которой составила 1780 км<sup>2</sup>. Наибольшая скорость развития польньи наблюдалась в период с 11 по 14 сентября. К 25 сентября площадь чистой воды увеличилась уже до 34 380 км<sup>2</sup>. Далее площадь польньи продолжала возрастать, ее очертания менялись, она незначительно расширялась в восточном направлении. 8–10 октября площадь чистой воды достигла размеров в 45 800 км<sup>2</sup>. На 5 ноября положение польньи сохранилось, ее площадь составила 54 800 км<sup>2</sup>.

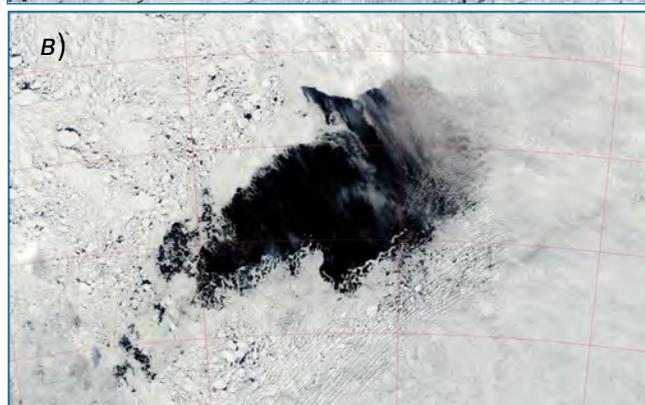
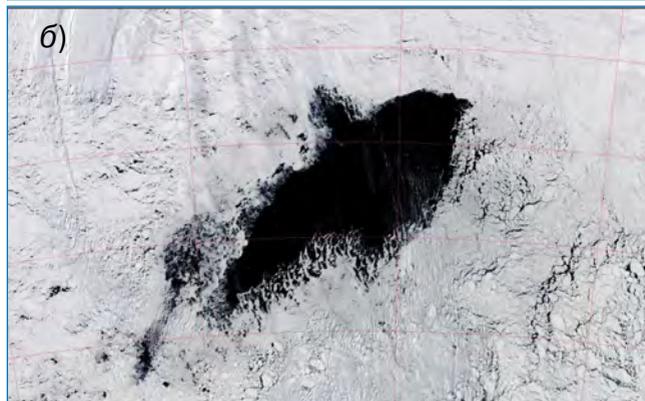
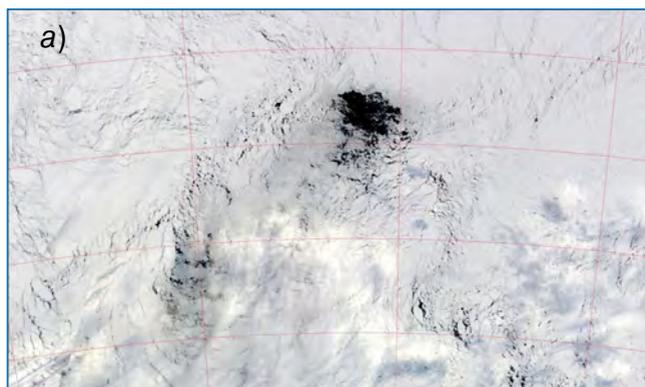
Распределение поверхностной температуры позволяет предположить, что на южной периферии круговорота развиваются процессы разрушения льда, наиболее заметно выраженные в районе между 30 и 40° в.д., в зоне ответвления Теплого противотечения Уэдделла (ТПУ) от АЦТ. Обращает внимание область повышенных температур между нулевым и десятиградусным меридианами западной долготы, от южной периферии АЦТ к поднятию Мод. Характер крупномасштабного восточнонаправленного переноса глубинных вод в этом районе исключает устойчивую адвекцию тепла от АЦТ во внутреннюю часть круговорота. Возможно, эта особенность связана с меандрированием потока АЦТ над хребтом Уэдделла и передача тепла обусловлена нестационарными структурами (волны, меандры, вихри). Необходимо также учитывать характер ледяного покрова, образовавшегося в зимний период после лета 2017 года, когда площадь дрейфующих льдов Антарктики достигла минимума за последние десятилетия, что способствовало прогреву поверхностных вод и повлияло на последующее льдообразование. Положение самой польньи в целом соответствует зоне апвеллинга теплой глубинной воды, что выражено в «климатических» параметрах слоев минимальных (зимняя вода) и максимальных (глубинная вода) температур. Здесь теплая глубинная вода расположена ближе всего к поверхности океана и оказывает обогревающее влияние на верхний слой и ледяной покров.

*А.И. Данилов, В.И. Бессонов, Н.Н. Антипов (ААНИИ)*



Поверхностная температура, положение кромки льда на 5.11.2017 (белая линия) и среднее за 1981–2010 годы (красная линия).  
Данные ЦЛГМИ ААНИИ и Национального центра снега и льда США.

Ледовая обстановка в районе подводной возвышенности Мод по многоканальным данным с ИСЗ Terra на 4 сентября (а), 25 сентября (б), 6 октября (в) 2017 года.



## УНИКАЛЬНОЕ ЛЕДНИКОВОЕ СОБЫТИЕ НА АРХИПЕЛАГЕ СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ

Летом 2016 года на Северной Земле произошла очередная подвижка ледников. После сильного сокращения шельфового ледника Матусевича в одноименном фьорде острова Октябрьской Революции в 2011–2012 годах [3], выдвигения в море ледниковой лопасти ледника Вавилова на том же острове в 2013–2017 годах, на о. Большевик во фьорде Спартак от выводного ледника с ледникового купола Семенова-Тян-Шанского в результате повышения уровня воды в приледниковом озере откололась значительная его часть. Многочисленные айсберги осели на склонах и дне долины озера Спартакское после сработки уровня воды, создав хаотическое нагромождение ледяных образований, не позволивших гляциологическому отряду пробраться к ледниковому полигону на куполе Семенова-Тян-Шанского.

Событие имеет циклический характер и вызывается многими факторами, изучение которых и является задачей гляциологического отряда НИС АНИИ «Ледовая база «Мыс Баранова»».

Событие произошло в конце августа 2016 года. При этом наблюдались следующие явления: быстрый подъем уровня воды в приледниковом озере, всплытие части выводного ледника, вынос большого количества айсбергов и их обломков в озеро, катастрофический сброс воды из озера в море вдоль и под выводным ледником, а также оседание айсбергов на склонах и бровке озерной котловины.

Приледниковое озеро Спартакское расположено в северо-западной части острова Большевик и представляет

собой восточную часть морского фьорда, перегороженного выводным ледником, спускающимся на север с ледникового купола Семенова-Тян-Шанского (рис. 1). Озеро имеет длину около 5 км и ширину до 900 м. Глубина озера у плотины перегораживающего ледника — до 100 м (при отметке уровня воды в озере около 90 м над уровнем моря). Колебания уровня воды в озере в прошлом были отмечены при более ранних исследованиях [1]. Однако тогда казалось, что эти колебания происходили несколько столетий назад.

Для организации наблюдений за колебаниями уровня этого водоема в 2016 году на южном склоне котловины озера были установлены два скальных репера долговременного типа заложения (см. рис. 1).

3 мая 2016 года уровень воды в озере оказался на 13 м ниже озерного репера, что соответствовало превышению в 120 м над уровнем моря (с точностью определения высоты в пределах 2–3 м) в Балтийской системе высот. Высотная привязка репера к геодезическому пункту в местной системе высот выполнялась с применением спутникового геодезического двухчастотного ГЛОНАСС/GPS оборудования. Для контроля измеряемых данных высотная привязка выполнялась методом статического двукратного измерения с изменением высоты приемников. Карта масштаба 1:200000 издания 1982 года указывает на то, что уровень озера был тогда на высоте 89,0 м над уровнем моря. Таким образом, уже эти данные показывают, что уровень приледникового озера Спартакское может колебаться в значительных пределах.

Рис. 1. Схема выполнения гляциологических и гидрологических работ в районе озера Спартакское.

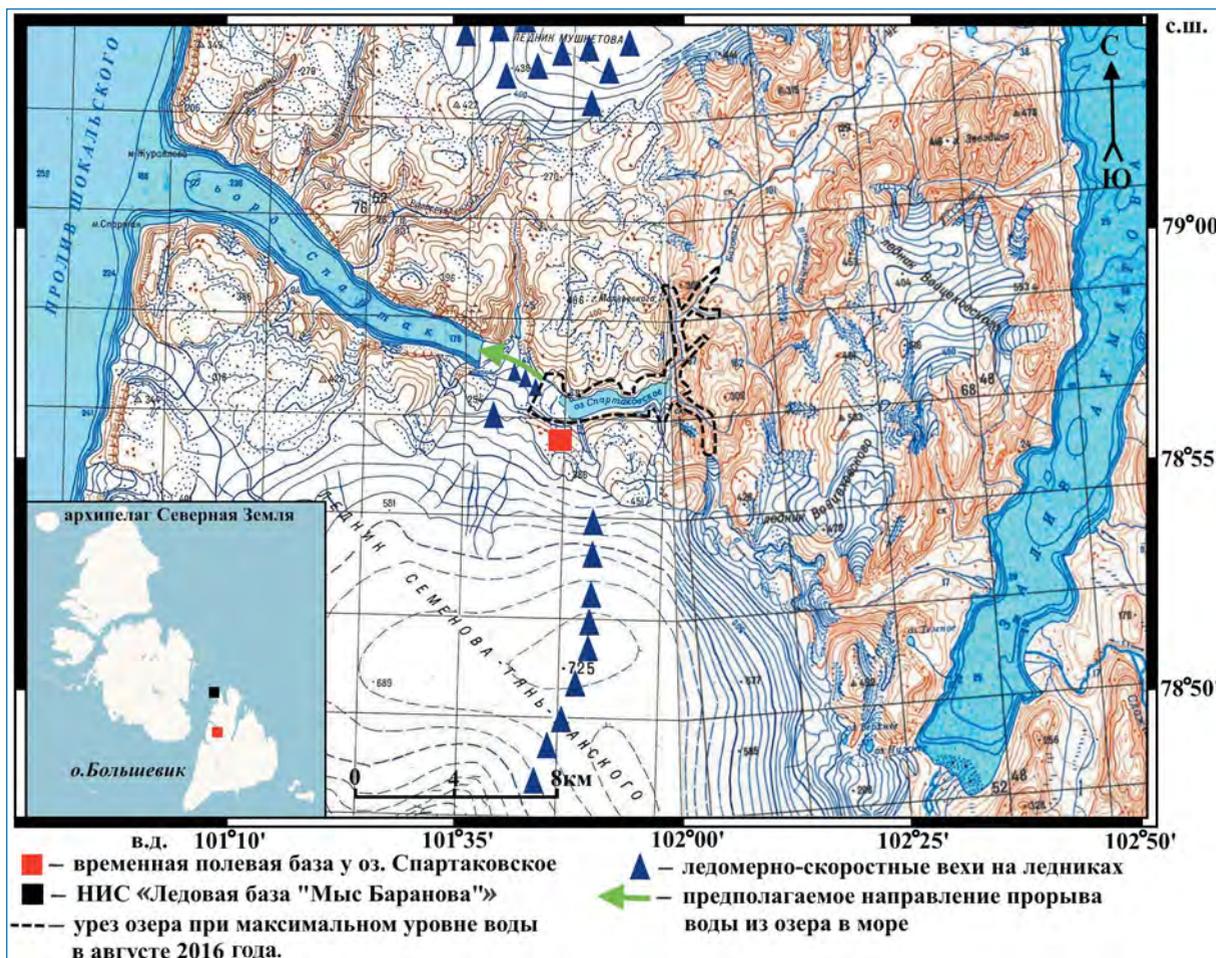




Рис. 2. Ледяной хаос из айсбергов, опустившихся на дно озера в ходе катастрофического падения уровня воды.  
Фото А.С. Парамзина

Вышеописанные события 2016 года обнаружили лишь весной 2017 года, когда гляциологический отряд, пытавшийся по суше достигнуть ледникового полигона на куполе Семенова-Тян-Шанского, уперся в непроходимый ледяной барьер, состоявший из обломков айсбергов, лежащих на дне озера и закинутых местами на бровку котловины озера (рис. 2). К сожалению, гляциологические работы на этом леднике не удалось провести и летом 2017 года из-за той же проблемы.

Последовательность событий пришлось восстанавливать по космическим снимкам, а также по впечатлениям, полученным при посещениях нашей исследовательской группой 16 августа 2016 года и 6 июня 2017 года кутовой части озера, куда и было снесено большинство ледяных обломков, а также при рекогносцировочном пролете вертолета над озером Спартаковское и фьордом Спартак 14 июля 2017 года.

К 16 августа 2016 года уровень озера поднялся до отметки 135–140 м над уровнем моря, в результате чего стал возможен перелив озерной воды через водораздел в долину реки Базовой, текущей к северо-востоку в залив Ахматова (см. рис. 1).

Последующие события зафиксированы на единичных космических снимках, имеющихся в открытых источниках в сети интернет (снимки со спутника Sentinel-2A от 27 августа 2016 года). К этому моменту уровень озера сильно снизился, что видно по легшим на дно и склоны долины айсбергам и береговым линиям на склонах котловины (рис. 3). Снимок от 25 августа (более плохой по качеству из-за обильной облачности) все же позволяет сделать вывод о том, что уровень озера был еще достаточно высок, и в водоеме наблюдалось очень много айсбергов. Значит, катастрофические события, связанные с резким всплытием восточной части выводного ледника, отколлами огромного числа айсбергов и их дрейфом под действием западного ветра в восточную часть озера, а также с мощным сбросом воды из озера по открывшимся каналам вдоль северного края выводного ледника и под ним, произошли в течение двух суток. При этом уровень воды в озере снизился не менее чем на 100 м по сравнению с наивысшим, что показывают фотоснимки, выполненные с вертолета 14 июля 2017 года (рис. 4), когда уровень озера уже несколько поднялся за счет талой воды. На склонах озерной котловины из-за снижения уровня воды образовались четкие береговые линии, и даже снежники на южном склоне котловины оказались обрезанными в результате высокого подъема уровня воды (см. рис. 5).

Рис. 4. Низкий уровень озера на фазе его роста 14 июля 2017 года с береговыми линиями и айсбергами на склонах озерной котловины.  
Фото А.Н. Рачковой.



Рис. 3. Отметки уровней воды на оголившихся склонах озера по состоянию на июль 2017 года. На дальнем плане хаотическое скопление айсбергов в долинах притоков. На ближнем плане черные айсберги.  
Фото А.Н. Рачковой.

Западный сектор выводного ледника испытал при этом лишь небольшое выдвигание лопасти в морской фьорд, от которой откололись несколько мелких айсбергов. Т.е. выброс льда стал возможен в результате отрыва края ледника от линии налегания на дно озера при значительном подъеме воды в водоеме и возможности всплытия крайних блоков льда.

Интересно еще одно явление. На рис. 6 видно, что перед блоками льда выводного ледника разбросано достаточно много сильно загрязненных осадками айсбергов. Они были вынесены в озеро из боковой долины, в которой в течение многих лет накапливались склоновые отложения на поверхности ледника (погребенный ледник, который также частично всплыл и раскололся на обломки в результате подъема уровня в озере). Такие склоновые отложения называются коллювием. Загрязненные айсберги были принесены также и в отдаленные бухты в восточной части озера. Это означает, что «грязные», или черные, айсберги могут быть результатом взаимодействия масс накопленного ледникового льда и засыпающего его обломочного материала со склонов. Т.е. мнение о том, что природа черных айсбергов объясняется только механическим воздействием на субстрат, по которому движутся ледники, не совсем верно или совсем неверно. На рис. 6 видно, что лед, откалывающийся от чистого выводного ледника, не несет никаких следов содержания в нем обломочного материала, а черные айсберги откололись от погребенного ледника боковой долины.

Таким образом, событие, зафиксированное в озере Спартаковское, является чрезвычайно важным с точки зрения изучения динамики ледников. Выдвигание ледниковых лопастей, появление большого количества айсбергов может быть доказательством происходящих сегодня интереснейших динамических процессов, вызванных накоплением массы ледниками, колебанием уровня приемных водоемов, всплыванием ледников.

В следующем летнем сезоне 2018 года запланированы наземные исследования, будет точно определена высота подъема воды в озере по сохранившимся береговым линиям и лежащим на них обломкам айсбергов, а также выяснены причины быстрого подъема воды именно летом 2016 года, которое, кстати, не отличалось значительными положительными температурами воздуха и аномальным стоком воды с ледников.

Рис. 5. Береговые линии на северных склонах (справа) обмелевшего озера и срезанные водой снежники на южной стороне озерной котловины.  
Фото А.С. Парамзина.



Силами гляциологического отряда НИС ААНИИ «Ледовая база «Мыс Баранова»» в месте произошедших ледниковых событий устроен гляциологический полигон, проведение исследовательских работ на котором позволит определить не только балансовые характеристики ледника, но и скорости движения льда в ледниковом куполе и выводном леднике.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Большаянов Д.Ю., Макеев В.М.* Архипелаг Северная Земля: оледенение, история развития природной среды. СПб.: Гидрометеиздат, 1995. 217 с.
2. *Большаянов Д.Ю., Соколов В.Т., Ёжиков И.С., Булатов Р.К., Рачкова А.Н., Федоров Г.Б., Парамзин А.С.* Условия питания и изменчивость ледников архипелага Северная Земля по результатам наблюдений 2014–2015 гг. // *Лед и снег*. 2016. Т. 56. № 3. С. 358–368.
3. *Sharov A., Nikol'skiy D., Troshko K., Zaprudnova Z.* Interferometric control for mapping and quantifying the 2012 breakup of Matusevich Ice Shelf, Severnaya Zemlya // *Proceedings of the International Workshop FRINGE2015, ESRIN, Frascati, ESA SP731*. 2015. 9 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.2444.9121.

*А.С. Парамзин, И.С. Ёжиков, А.Н. Рачкова, Д.Ю. Большаянов (ААНИИ)*



Рис. 6. На заднем плане погребенный коллювием ледник в долине притока озера, давший большое количество черных айсбергов, образовавшихся в результате всплывания ледника и его разрушения. Фото А.Н. Рачковой.

## БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОГО ЛЕДОКОЛЬНОГО ФЛОТА: «ИВАН ПАПАНИН» И «СИБИРЬ»

19 апреля 2017 года в Санкт-Петербурге на АО «Адмиралтейские верфи» (входит в состав АО «Объединенная судостроительная корпорация») состоялась закладка многофункционального патрульного корабля ледового класса «Иван Папанин» проекта 23550 для Военно-морского флота РФ.

В торжественном мероприятии приняли участие Главнокомандующий ВМФ России адмирал В.И. Королев, заместитель генерального директора АО «Адмиралтейские верфи» А.В. Быстров, председатель Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга М.С. Мейксин, главный советник президента ОСК В.В. Чирков, генеральный директор АО «ЦМКБ «Алмаз»» А.В. Шляхтенко.

«Сегодня мы присутствуем при знаменательном событии — закладке новейшего патрульного корабля ледового класса, — обратился к участникам церемонии заместитель генерального директора АО «Адмиралтейские верфи» Андрей Быстров. — Адмиралтейские верфи всегда были площадкой для строительства высокотехнологичных наукоемких кораблей нового типа, и сегодняшняя закладка является наглядным продолжением этой традиции. И у нас нет сомнений, что новый корабль «Иван Папанин» будет построен в контрактные сроки и с высоким качеством».

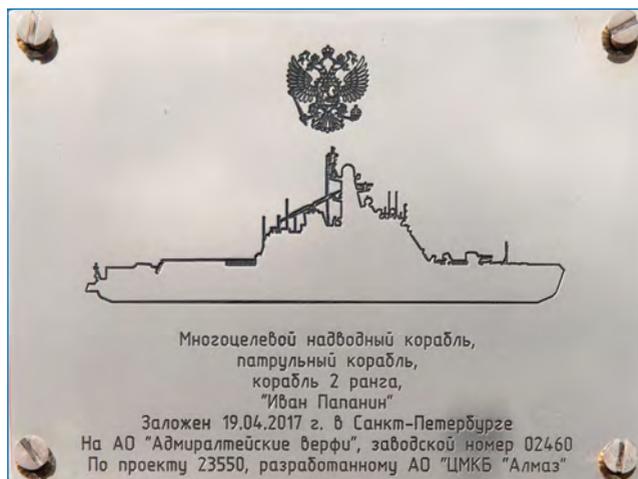
Важным событием в истории Военно-морского флота и военного кораблестроения назвал закладку нового ледокола Главнокомандующий ВМФ России адмирал Владимир Королев: «Я хотел бы подчеркнуть, что этот корабль действительно нам необходим. Вы знаете, какое масштабное строительство развернуто сегодня Министерством обороны в Арктике. И нам необходим сегодня тот надводный боевой корабль, который сможет действовать в Арктике самостоятельно, в составе сбалансированной группировки. Корабль необычный, многофункциональный. Он будет решать как задачи боевого патрульного корабля, так и задачи ледокола в системе проводки наших кораблей по Северному морскому пути, на арктических направлениях, в системе поисково-спасательного обеспечения, и, конечно же, этот корабль

будет решать задачи исследовательские. Славное имя контр-адмирала, выдающегося полярника, доктора географических наук Ивана Папанина будет обязывать экипаж служить нашей великой России верой и правдой. В этом году исполняется ровно 80 лет организации первой дрейфующей станции «Северный полюс», и строительство нового патрульного корабля ледового класса, без сомнения, станет новым этапом в этом направлении».

Универсальный патрульный корабль ледового класса проекта 23550 (шифр «Арктика») спроектирован в АО «Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз»» (Санкт-Петербург). В нем совмещены качества патрульного корабля, ледокола и буксира, способного преодолевать лед толщиной до 1,5 м.

Контракт на строительство серии из двух патрульных ледоколов подписан 25 апреля 2016 года, строительство головного корабля началось в сентябре 2016 года. «Иван Папанин» будет передан в состав ВМФ России после 2020 года.

Закладная доска и модель патрульного корабля «Иван Папанин».





Модель патрульного корабля «Иван Папанин».

Корабль предназначен для охраны и мониторинга арктических водных ресурсов; конвоирования и буксировки в порт задержанных судов; сопровождения и поддержки судов обеспечения; участия в спасательных операциях; перевозки специальных грузов; кроме того, для самостоятельного нанесения артиллерийских ударов по морским, береговым и воздушным целям. Он способен выполнять задачи в Арктической зоне как самостоятельно, так и в составе группировок (отрядов) боевых кораблей, а также осуществлять эскортные функции на арктических коммуникациях.

Основные тактико-технические характеристики судна (ориентировочные): водоизмещение — 8500 т; длина — 110 м; ширина — 20 м, осадка — 6,0 м; скорость — 16 узлов; экипаж/дополнительный экипаж — до 60/50 человек; автономность плавания — 60 суток. Район плавания — неограниченный.

Корабль будет вооружен 76-миллиметровой автоматической артиллерийской установкой АК-176МА и оборудован вертолетной площадкой и вертолетным ангаром для базирования вертолета и беспилотных летательных аппаратов. Для преследования нарушителей могут использоваться десантно-штурмовая лодка и катер на воздушной подушке.

Второй патрульный ледокол проекта 23550 также будет носить имя полярного исследователя — контр-адмирала Николая Зубова. По словам В.И. Королева, корабль предположительно будет заложен в конце 2017 — начале 2018 года.

22 сентября 2017 года со стапеля ООО «Балтийский завод – Судостроение» (входит в состав АО «Объединенная судостроительная корпорация») был спущен на воду первый серийный атомный ледокол «Сибирь» проекта 22220. Новый атомоход и его «старший брат», головной атомный ледокол «Арктика», станут самыми большими и мощными ледоколами в мире.

Спуск на воду нового атомохода смогли увидеть не только работники завода, почетные гости и пресса. Администрация

Корпус атомного ледокола «Сибирь» на стапеле.



Балтийского завода предоставила возможность сделать это всем желающим — вход на территорию предприятия был свободным. Учителя нескольких школ района привели своих учеников, среди зрителей были даже воспитанники детского сада.

На торжественной церемонии выступили Полномочный представитель Президента РФ в Северо-Западном федеральном округе Н.Н. Цуканов, зачитавший обращение Президента России В.В. Путина к коллективу Балтийского завода, председатель Счетной палаты РФ Т.А. Голикова, генеральный директор Госкорпорации «Росатом» А.Е. Лихачев, глава Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга М.С. Мейксин, заместитель председателя Коллегии Военно-промышленной комиссии РФ Ю.М. Михайлов, президент Объединенной судостроительной корпорации А.Л. Рахманов, генеральный директор ООО «Балтийский завод – Судостроение» А.В. Кадилов.

Затем протоиерей Богдан Сойко, настоятель Николо-Богоявленского морского собора Санкт-Петербурга, провел церемонию освящения судна. Татьяна Голикова стала «крестной матерью» ледокола «Сибирь»: она перерезала ленточку, разбив тем самым о борт атомохода бутылку крымского шампанского. По команде главного строителя судна Алексея Британова рабочие разрезали задержник, и корпус атомного ледокола «Сибирь» весом в 16 тыс. т сошел со стапеля в воды Невы.

Универсальные атомные ледоколы проекта 22220 предназначены для самостоятельной проводки судов (в том числе крупнотоннажных); круглогодичной проводки караванов; ледокольной проводки судов в Обской губе и на Енисее; буксировки судов и других плавучих сооружений в ледовых условиях и на чистой воде; оказания помощи судам и выполнения спасательных работ в ледовых условиях и на чистой воде. Возможность работать как на глубокой воде, так и на небольших глубинах в устьях рек и на арктическом шельфе обеспечена за счет двухосадочной конструкции судна.

Ледоколы проекта 22220 будут оснащены новейшими реакторными установками для ледокольного флота РИТМ-200, разработанными в нижегородском АО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова». Установка с двумя реакторами тепловой мощностью 175 МВт в 1,5 раза компактнее и на 25 МВт мощнее используемых в настоящее время реакторных установок для ледокольного флота типа КЛТ.

Основные характеристики проекта 22220: длина — 173,3 м; ширина — 34 м; осадка по конструктивной ватерлинии — 10,5 м; минимальная рабочая осадка — 8,55 м; полное водоизмещение — 33540 т; мощность на валах — 60 МВт; скорость хода по чистой воде — 22 узла; экипаж — 75 человек; назначенный срок службы — 40 лет. Предельная толщина сплошного ровного припайного льда, преодолеваемого ледоколом непрерывным ходом со скоростью 1,2–2 узла при полной мощности, на глубокой воде, составляет 2,8 м.

В истории Балтийского завода ледокол проекта 22220 стал третьим судном, носящим имя «Сибирь». 23 октября 1935 года здесь был заложен паровой ледокол «И. Сталин» — первый советский линейный ледокол. В 1961 году он был переименован в «Сибирь». Выведен из эксплуатации в 1973 году.

28 сентября 1974 года на Балтийском заводе был спущен на воду атомный ледокол «Сибирь» класса «Арктика» (проект 10520). Он был принят в эксплуатацию в конце 1977 года, завершил работу в 1992 году. Имел водоизмещение 23000 т, мощность главной установки 54 МВт, скорость 20,8 узлов, ледопробиваемость 2,0 м. «Сибирь» — второе надводное судно в истории, которое в активном плавании достигло Северного полюса (25 мая 1987 года).

По плану новый атомоход «Сибирь» должен быть сдан заказчику в ноябре 2020 года.

*В.Ю. Замятин (ААНИИ).  
Фото автора*

## 60 ЛЕТ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ ВОСТОК

16 декабря 2017 года исполняется 60 лет со дня открытия советской (российской) антарктической внутриконтинентальной станции Восток, деятельность которой стала одним из главных символов работы международного антарктического сообщества и отечественных полярников. Ее созданию предшествовал ряд важных исторических событий. В 1951 году Международный Совет научных союзов (МСНС) принял решение о проведении в период максимальной солнечной активности, приходившейся на 1957–1958 годы, Международного геофизического года (МГГ). С 30 сентября по 4 октября 1954 года МСНС провел в г. Париже расширенное заседание Специального международного комитета по проведению МГГ. Наибольшее внимание к выполнению геофизических, метеорологических, океанографических, гляциологических, геологических и биологических исследований по программе МГГ уделялось антарктическому региону. Периодом проведения этой международной программы был выбран интервал с 1 июля 1957 года по 31 декабря 1958 года. Руководитель советской делегации на этом заседании, член-корреспондент АН СССР Владимир Владимирович Белоусов при обсуждении вопросов распределения национальной научной активности на шестом континенте по программе МГГ предложил от имени Правительства Советского Союза проект создания научной станции на Южном географическом полюсе. Однако руководство совещания предпочло этому проекту аналогичное предложение США, которые в 1956 году открыли в этой географической точке свою станцию Амундсен Скотт. В результате В.В. Белоусов внес предложение о создании советских научных антарктических станций на Южном геомагнитном полюсе и Полюсе относительной недоступности Антарктиды. Эти предложения были включены в общую программу МГГ.

Согласно существовавшим в 1950-е годы теоретическим представлениям, Южный геомагнитный полюс находился в точке с координатами 78° 30' ю. ш., 107° 00' в. д. Задача создания станции в этом районе Антарктики была возложена на Вторую Комплексную антарктическую экспедицию АН СССР под руководством заместителя директора Арктического НИИ Героя Социалистического Труда Алексея Федоровича Трёшникова.

Станция Восток была открыта с помощью целой серии внутриконтинентальных санно-гусеничных походов (СГП), заключительный из которых возглавил от станции Комсомольская А.Ф. Трёшников. Новая советская антарктическая станция, названная Восток по имени флагманского шлюпа Русской Южно-Полярной экспедиции 1819–1821 годов, была создана на Антарктическом плато в точке с координатами 78° 28' ю.ш., 106° 48' в.д. на высоте 3488 м над уровнем моря. От главной береговой базы советских антарктических исследований — станции Мирный — она находилась на удалении 1410 км. Первым начальником Востока стал гляциолог АНИИ Вячеслав Григорьевич Аверьянов.

С 1957 по 2017 год на станции Восток работала 61 смена советских и российских полярников, общей численностью 1386 человек. Примерно половина из них работала на Востоке многократно. Наибольшее количество зимовок на станции Восток провел инженер-механик Федор Николаевич Львов (9, 12, 15, 18, 22, 25, 28, 31-я САЭ). Из современных полярни-

ков наиболее близко к этому показателю подошли повар Михаил Леонардович Казунин (47, 51, 53, 55, 57, 59, 62-я РАЭ) и начальник станции Алексей Викторович Туркеев (49, 51, 54, 56, 59, 62-я РАЭ). Наибольшее число экспедиций на Востоке провел лидер отечественных проектов по глубокому бурению ледников, профессор Санкт-Петербургского горного университета Николай Иванович Васильев (34-я САЭ, 39, 40, 42, 43, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62-я РАЭ), по четыре раза станцию Восток возглавляли Василий Семенович Сидоров (3, 5-я КАЭ, 8, 15-я САЭ), Олег Николаевич Струин (13, 19, 24, 31-я САЭ), Алексей Викторович Туркеев (54, 56, 59, 62-я РАЭ).

12 апреля 1983 года (27-я САЭ) в результате пожара на Востоке сгорела дизель-электростанция. В ее помещении погиб начальник ДЭС Алексей Илларионович Карпенко. Коллектив станции из 20 человек во главе с начальником Петром Георгиевичем Астаховым остался без электричества и отопления перед самым началом антарктической зимы, когда температура воздуха уже давно опустилась ниже  $-55^{\circ}\text{C}$ . Это означало, что никакие отечественные и зарубежные авиационные и наземные гусеничные средства не могли прибыть на Восток, чтобы оказать помощь или эвакуировать наших полярников. Огромное профессиональное мастерство и большой экспедиционный опыт позволили старшему научному сотруднику-буровику Ленинградского горного института Борису Сергеевичу Моисееву восстановить и запустить небольшой дизель-генератор мощностью 16 кВт, чтобы обеспечить станцию радиосвязью и освещением. Несмотря на тяжелейшие условия жизни и работы метеоролог Велло Виллемович Парк по собственной инициативе выполнил всю запланированную программу метеонаблюдений, хотя руководство экспедиции отменило выполнение всех научных программ на Востоке до прибытия СГП. Весь личный состав станции Восток, переживший 8 трудных месяцев, был награжден орденами Трудового Красного Знамени.

Материально-техническое снабжение станции Восток все эти годы осуществляется с помощью санно-гусеничных походов. В 1957–2007 годах эти операции осуществлялись со станции Мирный, а начиная с 2008 года — со станции Прогресс. С этого же года изменился транспортный парк наших

Пожар на станции Восток (27-я САЭ).

Фото из архива В.И. Стругацкого.





Поход пришел на станцию Восток.



Конец полярной ночи.

СГП. На смену тяжелым тягачам АТТ, СТТ, МТТ и транспортерам ДТ-30 отечественного производства пришли германские транспортеры «Карлсборер пистен буле полар 300», которые значительно превосходили образцы советской военной техники по скорости движения, расходу гсм и моторесурсу двигателя и ходовой части, хотя и проигрывали по тоннажу перевозимого груза. В результате современный СГП по трассе Прогресс – Восток доходит до нашей внутриконтинентальной станции за 2 вместо 6–8 недель, как это было на трассе Мирный – Восток с использованием отечественной транспортной техники. Специалисты РАЭ за один летний сезон выполняют два СГП по трассе Прогресс – Восток – Прогресс в ноябре–декабре и январе–феврале, вместо одного СГП, как это было в 1990-е годы. Именно из-за технических проблем транспортной техники, когда на Восток не был доставлен необходимый объем топлива для зимовки, эта станция трижды (1962 год, 7-я САЭ; 1984 год, 29-я САЭ; 2003 год, 48-я РАЭ) закрывалась на зимний сезон.

За 60 лет работы на станции Восток практически ежегодно проводились научные исследования по метеорологии и актинометрии, аэрологии (1957–1991 годы), геомагнетизму, вертикальному зондированию ионосферы, озоносфере, гляциологии и медико-биологическим проблемам.

Расположение станции в районе в непосредственной близости к Южному геомагнитному полюсу позволяло организовать постоянные наблюдения в одной из двух особых точек околоземного межпланетного магнитного поля (Северный и Южный геомагнитные полюса) за характеристиками временной изменчивости геомагнетизма. Дело в том,

Антенны над домом радио.



что в точках Северного и Южного геомагнитных полюсов сходятся силовые линии магнитосферы Земли, по которым непосредственно к поверхности нашей планеты направляются высокоэнергетичные частицы «солнечного ветра». Это обстоятельство и привлекало советских исследователей для организации постоянного мониторинга за состоянием возмущенности геомагнитного поля. Кроме наших соотечественников, большой интерес к этим работам проявили наши американские коллеги, которые много лет проводили на Востоке совместные с нашими специалистами исследования и доставляли на советскую станцию самую современную геофизическую аппаратуру.

В 90-е годы XX века специалистами ААНИИ был разработан цифровой индекс состояния напряженности геомагнитного поля в «полярных шапках» нашей планеты по данным оперативных геомагнитных наблюдений в районе геомагнитных полюсов. Он используется для прогнозирования явлений «космической погоды». Наблюдения за этим параметром на станции Восток помогают отечественным специалистам эффективно предсказывать возникновение магнитных бурь и других

возмущений межпланетного магнитного поля, оказывающих существенное влияние на работоспособность навигационных и связанных спутниковых средств, радиосвязи, аварийность линий электропередач и трубопроводов, а также физиологическое состояние человека.

Уникальное высокоширотное и высотное положение станции Восток создает условия для возможности регистрации экстремальных значений метеопараметров на нашей планете.

Станционный столб Восток.



Схема походов на станцию Восток.

23 июля 1983 года на станции Восток был зарегистрирован абсолютный минимум приземной температуры воздуха на Земле —  $-89,2^{\circ}\text{C}$ , что позволило назвать станцию Восток полюсом холода. Абсолютный максимум температуры воздуха был зафиксирован на этой станции 11 января 2002 года. Он составил  $-12,3^{\circ}\text{C}$ . С 25 февраля по 12 ноября на станции Восток наблюдаются температуры воздуха ниже  $-55^{\circ}\text{C}$ , что делает невозможным осуществлять любые транспортные операции (авиационные и наземные) на эту станцию.

Среднегодовое атмосферное давление на станции Восток составляет 466,2 мм рт. ст., при этом минимальное среднемесячное атмосферное давление наблюдается в августе (455, 4 мм рт. ст.), а максимальное — 483,6 мм рт. ст. — в декабре. Напомним, что у людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, ухудшение самочувствия отмечается при падении атмосферного давления ниже 740 мм рт. ст.

Относительная влажность воздуха на станции Восток предельно низка и в среднем за год составляет 70,6 %. При этом с апреля по сентябрь она не превышает 69 %, а максимальное значение (73 %) регистрируется в январе, ноябре и декабре.

Антициклональный характер атмосферной циркуляции в центральных районах Антарктиды предопределяет невысокие значения средних скоростей ветра в районе станции Восток. Так, среднегодовая скорость ветра составляет 5,0 м/с, минимальная среднемесячная скорость (4,6 м/с) наблюдается в августе, а максимальная (5,3 м/с) — в июне и октябре.

Начиная с середины 60-х годов XX века большой интерес к работам на станции Восток стали проявлять гляциологи, которые стремились изучить историю палеоклиматических изменений в Антарктиде по данным вертикального строения снежного и ледяного покровов. В 1970 году к этим работам подключились специалисты кафедры бурения скважин Ленинградского горного института (ныне Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»), которые разработали и применили на практике технологию и инженерные средства глубокого бурения ледников. Анализ характеристик, полученных с помощью технологии ледяных кернов, позволил к середине 90-х годов построить временную изменчивость температуры воздуха, концентраций углекислого газа и метана за последние 420 тыс. лет, которые выражались в четырех полных климатических циклах — от потепления до оледенения с периодом около 100 тыс. лет каждый. Эти данные стали классическим примером во всех наиболее известных монографиях, посвященных изменению климата на Земле.

Примечательно, что станция Восток была открыта над глубоководной частью подледникового озера Восток, о существовании которого в 1957 году никто в мире не имел даже гипотетических соображений. Остановивсь СГП 2-й КАЭ за 10 км до или за 14 км после заключительной точки своего движения, коллективу нашей станции не суждено было осуществить в начале XXI века выдающееся географическое открытие и технологическое достижение — экологически чистое вскрытие этого подледникового озера.

В 1994 году отечественным географом Андреем Петровичем Капицей на открытой конференции Научного комитета антарктических исследований в г. Риме впервые было сделано публичное сообщение о наличии под ледяным щитом в районе станции Восток огромного озера, которому по инициативе автора доклада было присвоено название Восток. В сезоне 1995/96 года российскими специалистами были начаты систематические исследования характеристик этого подледникового водоема (толщины ледника, водного слоя и донных отложений, а также определение конфигурации береговой черты и площади водного зеркала) с помощью методов сейсмического профилирования и радиолокационного зондирования. В 2008 году специалистами Полярной морской геологоразведочной экспедиции Роснедр были построены и опубликованы географические карты этого крупнейшего подледникового водоема на планете с площадью водного зеркала 15,5 тыс. км<sup>2</sup>, соответствующей площади зеркала Ладожского озера.

Одновременно продолжались и буровые работы в глубокой ледяной скважине, которые в январе 1998 года достигли отметки глубины 3623 м. В том же году международное научное сообщество потребовало от России прекращения буровых операций в этой скважине до разработки и согласования экологически чистой технологии проникновения в реликтовые воды озера через существующую скважину.

Незадолго до этого сотрудниками Петербургского института ядерной физики РАН (ПИЯФ) в нижних слоях ледяного керна были обнаружены молекулы ДНК бактерий-термофилов, средой обитания которых являются природные воды с температурой выше  $+60^{\circ}\text{C}$ , например гейзеры Йеллоустонского национального парка в США. Это открытие свидетельствует о возможном существовании на дне озера гидротер-

мальных источников, что создает предпосылки для различных подходов к гипотезам образования этого водоема и возможности существования в его водной толще стратифицированных слоев.

В 1999–2000 годах специалистами Национального минерально-сырьевого университета «Горный» и ААНИИ была разработана экологически чистая технология проникновения в озеро, и в 2001 году она была представлена для обсуждения на XXIV Консультативном совещании по Договору об Антарктике в Санкт-Петербурге. Затем потребовалось еще 10 лет ежегодной кропотливой научной и дипломатической работы на международных форумах, чтобы данная отечественная технология получила необходимое признание.

5 февраля 2012 года состоялось долгожданное событие, когда наши соотечественники смогли впервые вскрыть уникальный реликтовый подледниковый водоем на глубине ледника 3769 м. Озерная вода поднялась вверх по стволу скважины на высоту 380 м. Все участники этого уникального научно-технического проекта были удостоены высоких государственных наград Российской Федерации. Повторно эта сложная операция была выполнена 25 января 2015 года. На



5 февраля 2012 года, станция Восток.

этот раз буровики уже овладели процессом управления подъема озерной воды вверх по стволу скважины, ограничив его 70 м от границы «лед–вода». Все эти научные открытия и достижения позволили нашей стране вернуть лидирующие позиции в международном антарктическом сообществе.

Дальнейшее развитие отечественного и зарубежного изучения Антарктики в значительной степени связано с внедрением новых направлений исследований, инженерных и технологических решений по их обеспечению, для которых станция Восток является уникальным исследовательским полигоном. 25–27 сентября 2015 года ПИЯФ и ААНИИ провели в Санкт-Петербурге научную конференцию «Биогеохимические, биофизические и астробиологические исследования на российской станции Восток в Антарктиде: заделы и перспективы». В ходе конференции обсуждались перспективные методы новых и развитие существующих научных проектов на станции Восток. Среди новых предложений большое внимание уделено вопросам организации астрометрических и астрофизических наблюдений, испытаний приборных и инженерных средств, разрабатываемых для космических экспедиций на другие объекты Солнечной системы по поиску присутствия там живых организмов. Природные условия станции Восток хорошо согласуются с ожидаемыми характеристиками окружающей среды на Марсе и одном из спутников Юпитера — Европе, а также спутнике Сатурна — Энцеладе — наиболее перспективных объектах Солнечной системы по поиску внеземных форм жизни. Дальнейшим необходимым шагом в исследовании подледникового озера Восток станет применение контактных методов изучения водной толщи озера и его донных отложений. Многие из докладов, представленных на конференции, были посвящены оценке достигнутых результатов гляциологических, геохимических и микробиологических исследований ледяных кернов, образованных из «свежеза-

мороженной» воды озера и принятых новых технологических подходов глубокого бурения ледника. Были рассмотрены и новые конструкторские предложения по дальнейшему совершенствованию экологически чистых средств доставки измерительных инструментов к водной толще озера через буровую жидкость скважины.

Участники конференции согласились с необходимостью подготовки специальной программы расширенных научных исследований на станции Восток, в которой будут учтены выдвинутые предложения. Данная программа не будет дублировать подготовленный проект ФЦП «Мировой океан», а призвана дополнить его новыми направлениями исследований и работ.

В последние годы появились реальные перспективы строительства нового зимовочного комплекса на станции Восток как с использованием бюджетного, так и внебюджетного финансирования. Как известно, существующие на Востоке служебно-жилые помещения были построены в конце 70-х — начале 80-х годов прошлого века. По принятым в международном антарктическом сообществе временным нормативам эксплуатации капитальных сооружений в Антарктиде их предельный срок не должен превышать 25 лет, в то же время на станции Восток этот реальный показатель приближается уже к 40 годам. В связи с этим администрация Росгидромета и ААНИИ предприняли серьезные усилия по решению этой инженерно-сложной и финансово-емкой проблеме.

60 лет — это не только время подведения итогов, но и основание для разработки планов развития. У Востока они есть, и мы надеемся, что в ближайшее время они будут реализованы.

*В.В. Лукин (РАЭ).  
Фото из архива РАЭ*

## К 50-ЛЕТИЮ ОТКРЫТИЯ ПОЛЮСА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ НЕДОСТУПНОСТИ

Первые годы работы отечественных ученых и специалистов в Антарктике были отмечены целым рядом исключительных достижений. Начав свою деятельность созданием первой отечественной станции Мирный, участники экспедиций в 1957–1958 годах открыли последовательно внутриконтинентальные станции Пионерская, Восток-1, Комсомольская, Восток, Советская и таким образом заложили целую сеть внутриконтинентальных станций для изучения Центральной Антарктиды.

В последующие годы на базе этой сети станций и сезонных баз были выполнены уникальные санно-гусеничные походы:

1964 год: ст. Восток — район Купола А — Полюс относительной недоступности — точка 79° ю.ш., 20° в.д. — ст. Молодежная.

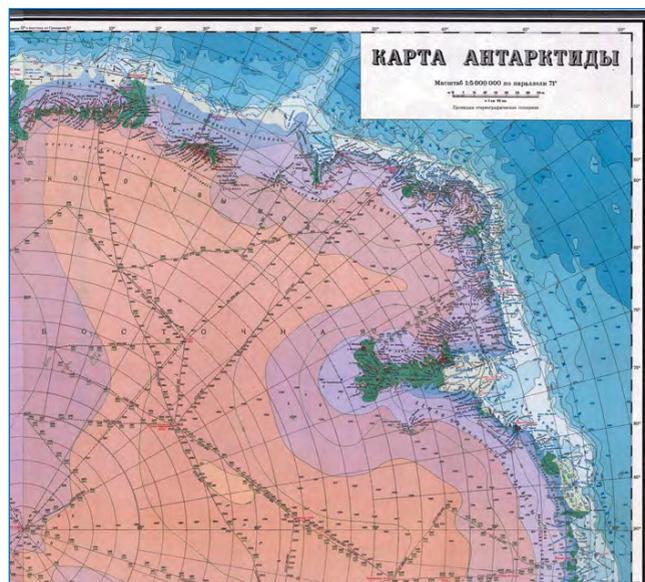
1967 год: Молодежная — Полюс относительной недоступности — Новолазаревская.

Эти походы и выполненные в них метеорологические, геофизические, гляциологические, геологические и другие измерения позволили уже к 1961 году завершить первый, самый тяжелый этап изучения Антарктики, итогом которого стало издание «Атласа Антарктики».

Свидетелей этих славных дел, к сожалению, не осталось, поэтому в память о 50-летию открытия уникальной антарктической станции Полюс относительной недоступности мы решили обратиться к книге участника и руководителя этих

работ, начальника Третьей Комплексной антарктической экспедиции, Героя Советского Союза Е.И. Толстикова «На полюсах Антарктиды» (Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 160 с.). Ниже

Фрагмент карты Антарктиды с маршрутами санно-гусеничных походов.



приводим с незначительными сокращениями главу из этой книги, которая так и называется «К Полюсу относительной недоступности».

Еще до отъезда в Антарктиду я задался целью во что бы то ни стало достичь Полюса относительной недоступности и создать там базу. К решению этой трудной задачи мы готовились всю зиму. Наш транспортный отряд тщательно ремонтировал каждый тягач, а затем выводили его на улицы и ставили в ряд с другими машинами, блестящими новой краской. К весне в Мирном стояла готовая к походу шеренга тягачей и вездеходов. В сентябре начали готовить поезд. Подбирали личный состав, укомплектовывали оборудование.

23 октября 1958 года поезд из шести тяжелых тягачей, одного вездехода «Пингвин» и семи саней вышел из Мирного в глубь Антарктиды. На них было погружено около 270 тонн снаряжения и продовольствия. Личный состав состоял из 21 человека. Начальником поезда я назначил А.Ф. Николаева.

Поскольку неотложные дела не позволяли мне на долгое время отлучаться из Мирного, я решил принять участие в походе только на последнем этапе — от станции Советская до Полюса относительной недоступности.

Первые 50 километров шли по свежеснеженному снегу. Глубоко уходили в снег гусеницы и полозья. С трудом преодолели крутой подъем на 75-м километре от Мирного. Здесь забрали ранее завезенное топливо и отправились дальше, в глубь континента. Как и прежде, на участке до станции Пионерская наиболее неприятным препятствием были не морозы, а заструги. Тряска была столь сильной, что отдыхавшие водители не могли спать на своих койках.

28 октября поезд прибыл на станцию Пионерская и через два дня двинулся дальше.

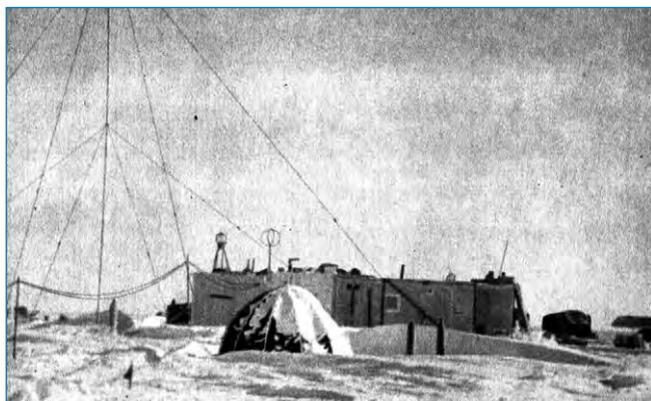
В пути участники похода выполняли метеорологические, магнитные, гравиметрические, гляциологические и сейсмические исследования. Проведение научных работ требовало длительных остановок. Но нас занимали не спортивные рекорды, а научные открытия.

12 ноября поезд прибыл на станцию Комсомольская. Здесь поезд переформировали. Для доставки груза на станцию Восток намечено было направить три вездехода и один тягач, а к станции Советская и к Полюсу относительной недоступности — пять тягачей и один сопровождающий вездеход с горючим.

Через восемь дней, 20 ноября, поезд вышел со станции Комсомольская по направлению к полюсу. Снег был очень рыхлый, глубина колеи достигала 50–60 сантиметров, тягачи часто буксовали, приходилось идти сцепом по две-три машины. Часто ломались пальцы траков гусениц. Сменять стальные пальцы с помощью кувалды было очень трудно. Даже видавшие виды водители ощущали высоту и кислородную недостаточность. В 230 километрах от Комсомольской, после заправки тягачей горючим, вездеход повернул обратно. На нем пришлось отправить двух водителей, заболевших горной болезнью.

29 ноября поезд прибыл на станцию Советская, где в течение нескольких дней проводились исследовательские работы по ши-

Станция Комсомольская.



рокой программе, а тягачи готовили к последнему этапу похода. 30 ноября я вылетел из Мирного на Советскую. Я вез с собой бюст В.И. Ленина, решив установить его в центре Антарктиды.

Прибыв на станцию Советская, я прежде всего поинтересовался у врача Советской В.Г. Константинова состоянием здоровья участников похода. (Здесь надо сказать, что Константинов оказался столь же хорошим поваром, сколь и врачом, в чем я мог убедиться, отведав приготовленный им обед. А на полярной станции, да еще на внутриконтинентальной, хороший повар — это уже залог здоровья.) Результаты были неутешительные. Пришлось отправить самолетом в Мирный еще троих — механика-водителя и двух взрывников. Это ставило нас в трудное положение, но и рисковать здоровьем участников экспедиции я не желал и не имел права. Опыт показал, что не каждый организм выдерживает большие выходы и особенно напряженную работу в разреженном воздухе высокогорья. Поэтому я решил поначалу не форсировать дела, а привыкнуть к здешним условиям. В.К. Бабарыкин уступил мне койку, и первый день я провел преимущественно в лежачем положении. К счастью, я хорошо переношу высоту и быстро адаптируюсь.

На следующий день я уже знакомился с сотрудниками станции и ее сооружениями. У меня складывалось самое благоприятное впечатление. Нельзя было не восхищаться этими людьми. В тяжелых условиях коллектив станции под руководством В.К. Бабарыкина сделал все для того, чтобы здесь, в глубине континента, можно было нормально жить и работать. Программа научных работ выполнялась четко, без малейших срывов. Бабарыкина я забрал с собой как начальника станции Полюса относительной недоступности, предполагая возложить на него ее организацию и производство метеорологических наблюдений.

3 декабря 1958 года поезд из четырех тягачей, каждый из которых имел на прицепе одни сани, вышел со станции Советская по направлению к Полюсу относительной недоступности. Личный состав поезда включал 18 человек: кроме меня в составе поезда были — начальник поезда А.Ф. Николаев, В.К. Бабарыкин, штурман Ю.Н. Авсюк, начальник гляциологического поезда Х.Я. Закиев, сейсмозазвездчики О.Г. Сорохтин и В.И. Коптев, врач-повар С.П. Шлейфер, механик-бурильщик С.В. Ромакин, радист Е.Г. Ветров, механики-водители В.Д. Якимчук, Л.Д. Донин, А.П. Ерохин, В.Ф. Задворников, А.Ф. Паршин, А.Н. Степаненко, А.Ф. Иванов и В.И. Гуменюк.

Дальнейшее движение поезда было сопряжено с большими трудностями. Местами тягачи увязали в глубоком снегу. Приходилось передвигаться челночно сцепом по два тягача на одни сани. Пальцы траков ломались. Гусеницы тягачей приходилось ремонтировать на высоте более 3400 метров над уровнем моря и при 50-градусных морозах. Чтобы выбить поломанный палец из трака при кислородной недостаточности, надо было прилагать огромные физические усилия. Иногда казалось, что поставленная задача ввиду позднего времени невыполнима. Однако мы упорствовали и настойчиво продвигались вперед. Обнадеживало то, что труднопроходимые участки сменялись более твердым настом и тогда тягачи шли значительно легче.

Пройдя более 100 километров от Советской, мы остановились на отдых, чтобы пообедать, заняться ремонтом тягачей и производством очередных научных наблюдений. Водители, как обычно, стали выбивать кувалдой пальцы траков. И вдруг мы услышали гул Антарктиды. Оглушительный звук, напоминающий звук от удара по пустой деревянной бочке, но в несколько тысяч раз сильнее. Буквально Антарктида гудела. После первого удара мы еще несколько раз ударили кувалдой по гусеницам — результат тот же. Антарктида гудела. Все мы живые люди, конечно, и от таких звуков нам стало не по себе. Очевидно, где-то пустота. Но где? Стали осматривать местность — кругом белая пустыня. Я влез на самый высокий балок. Все тот же снег, ничего более. Тем не менее я счел, что дальнейшее продвижение без разведки рискованно. Дал указание В.М. Перову вылететь из Мирного к нам и разведать рельеф по нашему предстоящему маршруту. Вскоре самолет был над нами.

После детальной разведки В.М. Перов сообщил по радио, что кроме снега кругом и по маршруту ничего нет. Конечно, снежные мосты над пропастями с воздуха не заметишь.

Я принял решение продолжить движение. К счастью, все обошлось благополучно. Если и были по пути снежные мосты через трещины и пропасти, то они оказались достаточно прочными, чтобы выдержать наш поезд. Кстати, измерения толщины льда и снега показали, что в это время мы находились над подледной горой высотой до 3500 метров, толщина снега в этих местах была 500 метров. Это в месте измерения. Очевидно, где-то эта толщина могла быть и меньше. Возможно, в районе нашего маршрута были и подснежные пустоты, которые и определили этот странный гул.

На 160-м километре от Советской поверхность ледника неожиданно начала отлого повышаться. Затем встретилось еще два больших подъема протяженностью по 4–5 километров. Как оказалось впоследствии, это было самое высокое место на всем маршруте — около 4000 метров над уровнем моря. Мы назвали этот район — плато Советское.

Чем ниже падал спирт в термометре, тем больше становились высоты и тем острее ощущали мы нехватку воздуха.

От холода нас спасала хорошая экипировка. Участники похода были одеты в ватно-пуховые костюмы, кожаные костюмы на меху, меховые брюки, унты, меховые шапки. Большое значение имело хорошее и регулярное питание. Пища готовилась в электрокамбузе на ходу поезда, так чтобы на остановках мы могли подкрепить себя обедом или ужином.

Опыт первых походов показал, что мясо и крупа на высоте развариваются очень медленно и плохо, поэтому обеды готовили из полуфабрикатов (пельмени, куры, котлеты и т. д.), которые в замороженном виде заготавливались в Мирном.

Я ехал в головном тягаче, где была радиостанция. В этом же балке располагались А.Ф. Николаев и радист. Спали на двухэтажных нарах в спальных мешках, отапливались углем (чугунной печкой). Туалет был в тамбуре балка. Обедали в балке-камбузе.

14 декабря 1958 года поезд достиг Полюса относительной недоступности, Ю. Н. Авсюк определил координаты — 82°06' ю.ш., 54°58' в.д. Это точка, расположенная на самом большом удалении от всех берегов Антарктиды, то есть геометрический центр Антарктиды. Точка, где еще никогда не был человек.

В первый же день установили радиомачту, жилой балок и оборудовали постоянную радиостанцию. Разбили метеоплощадку, приступили к наблюдениям. Была пробурена скважина глубиной 60 метров.

Вблизи станции подобрали место для взлетной полосы и в течение двух суток во главе с механиком-водителем Л.Д. Дониным укатывали снег для посадки самолета Ли-2 на лыжах.

Вскоре на мачте взвился флаг нашей Родины, а на жилом балке, на высоком постаменте был установлен бюст Ленина. Его взор обращен к Москве. До сих пор в центре Антарктиды развевается флаг нашей Родины и стоит бюст В.И. Ленина.

Итак, еще одна победа — Полюс недоступности Антарктиды взят советскими полярниками.

В тот же день я отправил телеграмму в Москву, в Главсевморпути:

*«Доклаживаю: 14 декабря 14.45 мск поезд тягачей прибыл на Полюс недоступности Антарктиды, пройдя от Мирного рас-*

Полюс относительной недоступности достигнут.



*стояние около 2200 км по сыпучим снегам на высоте до 4000 м. Личный состав здоров. Точке 82°06' юг 55°00' восток, на высоте 3710 м над уровнем моря создана станция Полюс недоступности для эпизодических научных наблюдений и база внутриконтинентальных походов. Дом-балок на 4 человека с радиостанцией, полевой РСОН, с двигателем, метеостанцией, индекс 89555, электрокамбузом, запасом продовольствия и горючего 2–3 месяца. На станции имеется скважина глубиной 60 м. В настоящее время на станции Полюс недоступности проводятся метеорологические, актинометрические, магнитные, гляциологические и сейсмические работы. Готовится аэродром для лыжных самолетов. На мачте поднят государственный флаг СССР, на возвышении дома-балка установлен бюст Ленина. Толстиков».*

Дел в Мирном накопилось много. Нужно срочно было возвращаться. Опыт работы нашей экспедиции показал, что при большом объеме работ в экспедиции нельзя руководителю надолго отвлекаться на выполнение частных задач. Пусть эти частные задачи и интересные, и почетные, но во имя выполнения основных целей экспедиции нужно жертвовать собственными интересами.

18 декабря из Мирного прилетел и сел на Полюсе недоступности самолет Ли-2 (пилот Н.А. Школьников). Этот самолет доставил различный груз, и самое главное — пальцы для тягачей, которые чертовски ломались. Доставленные пальцы были выбиты из находившихся в Мирном тягачей. Запасных уже не было.

В тот же день я вылетел в Мирный. Со мной на борту были Х.Я. Закиев, закончивший работы, С.В. Ромакин и С.П. Шлейфер. Следует сказать, что наш самолет с трудом оторвался от укатанной полосы и перед самым взлетом немного пробежал по целине. Я даже испугался за исход взлета и одновременно удивился. Ведь полетный вес самолета мы подсчитали точно и не допускали перегрузки. Стал выяснять, в чем дело. Оказалось, что один пассажир, не желая оставить какие-то инструменты и железяки, потихоньку набил ими самолет, что, естественно, повлекло за собой перегрузку самолета. Так легкомыслие чуть не привело к несчастью и срыву операции.

Полет прошел благополучно, и мы в этот же день прибыли в Мирный. Поезд на Полюсе недоступности находился до 26 декабря. Были выполнены большой комплекс научных работ и регулярные метеорологические наблюдения. Полюс недоступности находился на высоте 3720 метров над уровнем моря. Толщина льда в этом месте равна 2950 метрам, высота коренных пород подо льдом — 770 метрам.

14 декабря на станции Полюс относительной недоступности были начаты стационарные метеорологические наблюдения. В 30 метрах от жилого дома была разбита метеоплощадка — психометрическая будка с комплектом термометров и волосным гигрометром, актинометрическая стойка, термометры на поверхности снега, датчики дистанционной метеорологической станции (ДМС) на стандартной 6-метровой мачте и три снегомерные рейки. На метеостанции выполнялись метеорологические и актинометрические наблюдения 4 раза в сутки: в 3, 9, 15 и 21 часов мск (0, 6, 12 и 18 часов гринвичского).

На двух профилях проводились сейсмические наблюдения, включавшие определение толщины и структуры ледникового щита и ультразвуковой многоканальный каротаж снежно-фирновой толщ. По программе гляциологических наблюдений выполнено определение плотности и твердости снежного покрова, описаны его рельеф и структура, взяты поверхностные и коренные (до глубины 10–15 метров) пробы снега, измерена его температура на различных глубинах (до 50 метров).

Выполнена учащенная серия наблюдений по определению горизонтальной и вертикальной составляющих магнитного поля Земли. Проведено несколько серий гравиметрических наблюдений.

21 декабря была проведена консервация станции. Полярники оставили запас продовольствия на 4–5 месяцев для четырех человек и записку с просьбой, если в том будет необходимость, пользоваться продуктами.

Следует сказать, что после нашего похода на станции были еще три экспедиции, в том числе одна американская. Все они отметили, что станция находится в отличном состоянии, и с бла-



Панорама станции Полюс относительной недоступности. 2015 год.



Бюст В.И. Ленина в центре Антарктиды. 2015 год.

годарностью обращались к первооткрывателям (их имена значились на доске, прикрепленной к балку).

Важно, что в результате этого похода мы установили, что под льдом Антарктиды находится не океан, а твердые породы. По маршруту мы прошли огромный подледный хребет высотой до 3500 метров. Следует также сказать, что по пути следования было установлено двадцать два наземных знака (бочки, вехи, гурии и т. д.).

Обратный путь от станции Полюс недоступности до Советской прошли по старой колее. 3 января 1959 года поезд прибыл на Советскую. Чтобы вывезти отсюда все тягачи, самолетом были доставлены пять механиков-водителей. Этим же самолетом зимовавшие здесь сотрудники были вывезены в Мирный.

Поезд, теперь уже из семи тягачей, вышел к станции Комсомольская. Из-за сильной пурги поезд двигался с трудом. Одну сильно потрепанную машину пришлось оставить на полпути. 10 января поезд прибыл на Комсомольскую и на следующий день двинулся дальше.

14 января была законсервирована станция Пионерская, а зимовщики вывезены самолетом. 18 января поезд прибыл в Мирный. Итак, поезд пробыл в пути 88 суток и за это время прошел 4300 километров.

Станция Полюс относительной недоступности после 1967 года не посещалась долгое время. В январе 2007 года трое

англичан (Рори Суит, Руперт Лонгстон и Генри Куксон), а также канадец Пол Лэндри впервые в истории достигли Полюса относительной недоступности на лыжах, используя тягу воздушных змеев. Пол Лэндри к тому времени совершил четыре перехода через Антарктику и три перехода через Арктику. Участники перехода преодолели расстояние 1756 км от станции Новолазаревская до Полюса недоступности за 49 дней. Именно эта экспедиция увидела бюст Ленина на фоне бескрайней снежной пустыни, который стоял на крыше станции. Однако внутрь станции путешественники не попали — дверь оказалась на замке.

27 декабря 2011 года еще одна экспедиция дошла на лыжах от станции Новолазаревская до Полюса относительной недоступности. В состав этой группы вошли американский фотограф и путешественник Себастиан Коупленд и сын Пола Лэндри — Эрик Мак-Нейр Лэндри.

Именно эта экспедиция опубликовала фотографии бюста Ленина в центре Антарктиды и тем самым возбудила интерес к этой точке. В последние годы сюда залетали самолеты с туристическими группами.

*В.Л. Мартянов, А.Б. Даньяров (ААНИИ).  
Фото из фондов РАЭ*

## 50 ЛЕТ ФЛОТУ ААНИИ

Шел декабрь 1967 года. Начальник Главного управления гидрометслужбы СССР Е.К. Федоров на борту НИС «Профессор Визе» прибыл на станцию Мирный, где встретился с директором ААНИИ А.Ф. Трёшниковым, который в это время был начальником 13-й сезонной САЭ.

Вот как описывает эту встречу А.Ф. Трёшников в своей книге «Их именами названы корабли науки» (Л.: Гидрометеоиздат, 1990): «План ознакомления Е.К. Федорова со всеми антарктическими станциями был выполнен в короткий срок: с утра 22-го до вечера 25 декабря. Мы пробыли в воздухе 45 часов. По возвращении в Мирный нам сообщили, что «Обь» и «Профессор Визе» готовы к выходу в море. Проведя совещание с руководителями групп и отрядов новой смены Мирного, мы на вездеходах по припаю вернулись на суда. Перед отходом мы с Федоровым уединились в его каюте на борту «Профессор Визе». Евгений Константинович поставил вопрос о передаче судна Арктическому и антарктическому институту. Он сказал, что Северо-Западное управление Гидрометслужбы, к которому приписан «Визе», не справляется с его эксплуатацией и управлением. Я ответил, что надо подумать, создать в институте соответствующее подразделение по управлению флотом, подобрать людей».



А.Ф. Трёшников и Е.К. Федоров.  
Фото из архива ААНИИ.

Но времени на раздумья Москва не давала. Далее А.Ф. Трёшников пишет: «Вскоре я получил от своего заместителя из Арктического и антарктического института радиogramму следующего содержания: “Федоров подписал приказ о срочной передаче НИС “Профессор Визе” институту”. “Что тут поделаешь, приказ есть приказ”, — подумал я и дал указание, чтобы при институте занялись созданием дополнительного подразделения — базы по управлению флотом. Так институт стал владельцем большого научно-исследовательского судна. Через год институт получил второе судно, построенное, так же как и “Профессор Визе”, на судовой верфи Германской Демократической Республики. Оно было названо “Профессор Зубов”. Теперь уже институт имел свой флот».

15 марта 1968 года был издан приказ № 35 начальника Главного управления гидрометслужбы СССР Е.К. Федорова о создании с 1 апреля 1968 года базы экспедиционного флота при Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте.

Именно эти люди стояли у истоков создания базы флота ААНИИ, и по справедливости и заслуженно их имена носят два замечательных судна НЭС «Академик Федоров» и НЭС «Академик Трёшников».

Научно-исследовательский флот ААНИИ продолжал развиваться. В 1975 году вступает в строй НЭС «Михаил Сомов», построенное на верфи города Херсон. В 1978 году ААНИИ получает новое судно, построенное в г. Хабаровске, — НИС «Рудольф Самойлович». В 1982–1983 годах было получено еще два судна — НИС «Академик Шулейкин» и НИС «Профессор Мультановский». Судна были построены на верфи г. Турку (Финляндия) и были предназначены для работы в Северо-Европейском бассейне по программе исследования взаимодействия океана и атмосферы. В 1987 году для института в Финляндии было построено научно-экспедиционное судно «Академик Федоров». Это уникальное по своим возможностям и оборудованию судно предназначалось для решения всего комплекса задач, связанных с обеспечением полярных экспедиций и исследований океана.

Таким образом, к 1987 году институт стал владельцем семи научно-исследовательских и экспедиционных судов общим водоизмещением около 50000 тонн.

Суда ААНИИ принимали участие во многих глобальных экспериментах: «ПОЛЭКС-Север», «ПОЛЭКС-Юг», «ТРОПЭКС», «Балтика». Два судна — «Профессор Визе» и «Профессор Зубов» — были оснащены комплексами для запуска метеорологических ракет. Всего за период с 1968 года по 1991 год на этих судах было осуществлено 25 ракетных рейсов и успешно запущено 378 метеорологических ракет.

С 1989 года, в связи с экономическими трудностями в стране, вектор развития поменял направление на обратное: научный флот сокращался, из состава флота ААНИИ были выведены суда «Рудольф Самойлович», «Профессор Визе», «Профессор Зубов», «Академик Шулейкин», «Михаил Сомов».

Руководство работой научно-исследовательского флота Росгидромета на местах было поручено заместителям директоров организаций-судовладельцев.

Первым заместителем директора — руководителем флота ААНИИ (1969–1976 годы) был известный полярник, кандидат географических наук, участник Великой Отечественной войны Николай Иванович Тябин. Потом, на протяжении почти 18 лет, постоянно растущий флот ААНИИ возглавлял участник и руководитель многих арктических, антарктических и морских экспедиций, кандидат географических наук, Герой Социалистического Труда Николай Александрович Корнилов.

С 1994 года и по настоящее время флотом руководит Аркадий Михайлович Сошников. Это были самые трудные для флота годы. Отсутствие стабильного финансирования не позволяло своевременно выходить судам в море и качественно выполнять ремонтные работы. Но и эти трудности были

преодолены. В 2012 году флот ААНИИ пополнился новым судном, построенным на Адмиралтейских верфях в Санкт-Петербурге, — НЭС «Академик Трёшников».

Рабочим аппаратом руководителя флота ААНИИ стали база экспедиционного флота (БЭФ) и отдел морских экспедиций (ОМЭ). Коллектив БЭФ решал все вопросы деятельности флота — от организации межрейсового перестоя судов в порту, их снабжения водой, топливом, продовольствием, материалами, запчастями до организации заходов в иностранные порты, организации регулярных ремонтов, докования и освидетельствования судов, обеспечения безопасности мореплавания, подготовки экипажей к борьбе за живучесть и военно-морской подготовки. Коллектив ОМЭ решал вопросы комплектования научно-технической службы, разработки научных программ рейсов, организации системы проверки, оценки, сдачи и рассылки материалов экспедиционных наблюдений и рейсовых отчетов в установленные адреса.

Базой экспедиционного флота с 1968 года по 1982 год руководил Е.И. Михайлов, а с 1983 года по 1994 год — Б.А. Михайлов. Отдел морских экспедиций возглавляли О.К. Седов (1968–1975 годы), Н.И. Блинов (1975–1977 годы), А.А. Романов (1977–1986 годы) а с 1986 по 1996 год — В.С. Папченко.

С 1995 года в связи с реорганизацией ААНИИ, вызванной сложной экономической ситуацией в стране, БЭФ была преобразована в отдел флота. Начальником отдела флота с 1995 года по 2007 год был В.С. Папченко. С 2007 года по 2016 год отделом флота руководил В.Н. Зайцев.

С 2016 года в связи с увеличением объема работ, вызванных вводом в строй НЭС «Академик Трёшников», было принято решение восстановить на основе отдела флота базу экспедиционного флота, которую возглавил А.М. Сошников.

Отделы БЭФ и ОМЭ были укомплектованы квалифицированными специалистами, имеющими опыт работы на судах. Среди них В.Н. Кренев, В.И. Петров, Ю.И. Дундур, С.С. Куракин, В.И. Овсянников, Д.И. Солостянский, С.С. Ковтанюк, К.Ф. Улитенок, Н.В. Федорова, Б.В. Сухоцкий, Б.Г. Борисов, Е.М. Колтышев, А.Ю. Грибанов и другие.

В настоящее время в состав БЭФ влились новые опытные специалисты: А.Н. Разгуляев, В.В. Смирнов, С.Р. Молдаванов, А.А. Петров, В.А. Логинов.

Особо следует отметить роль капитанов судов, знание и опыт которых делает пребывание экипажа и научного состава на судне безопасным и комфортным. Именно такими капитанами были О.В. Андржеевский, В.И. Узолин, М.Е. Михайлов, В.Ф. Родченко, М.С. Калошин, В.А. Викторов.

В составе флота ААНИИ ходили в море замечательные асы судоводительского дела: Э.Н. Троицкий, Ю.Д. Ковалев, Ю.Г. Бурмистров, А.В. Токарский, В.В. Кох, В.И. Петров, А.Н. Разгуляев. «Механиками от бога» были Н.Н. Банатов, С.Н. Манцырев, А.В. Гайсенко, А.П. Петров, В.А. Овсянников, В.В. Смирнов, Ю.А. Тихонов. Отлично работали СЭМы В.В. Рыжов, Л.А. Веселов, В.С. Ёлкин, В.А. Кудрявцев, А.Л. Башкиров, С.Р. Молдаванов. Обеспечивали связь судов с внешним миром радисты Н.А. Кулинич, Г.В. Охрименко, Р.Г. Минин, А.И. Мозгалев, А.Н. Смирнов и другие. Следили за здоровьем моряков врачи А.А. Ионов, В.Ф. Козак, М.П. Кочанов, О.Б. Медведев, В.И. Нозик, М.П. Позднев, В.Н. Пономарев, В.Н. Шаповальников, Л.П. Шмерев. Научно-технической службой руководили замечательные специалисты И.Д. Зыков, Ю.А. Меньшов, В.Э. Годвод, Б.Г. Борисов, Ю.Н. Хромов, С.Б. Лесенков, В.Н. Зайцев, Е.М. Колтышев.

База флота и поныне успешно решает поставленные перед ней задачи по обеспечению снабжения полярных станций и исследований в Арктике и Антарктике. И благодаря этой работе живы имена двух замечательных полярников Е.К. Федорова и А.Ф. Трёшникова.

*В.С. Папченко (ААНИИ)*

## ТРАУРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В БАРЕНЦБУРГЕ

26 октября 2017 года в ходе авиационной транспортной операции в рамках текущей деятельности постоянно действующей Российской научной арктической экспедиции на архипелаге Шпицберген (РАЭ-Ш) произошел несчастный случай. В 16.10 мск исчезла связь с вертолетом Ми-8 Государственного треста «Арктиуголь», выполнявшим полет по маршруту пос. Пирамида — пос. Баренцбург.

На борту воздушного судна, упавшего в воду, было пятеро членов экипажа и трое научных сотрудников ФГБУ «АНИИ» Росгидромета:

**Евгений Леонидович Баранов**  
(1974 г.р., командир)

**Владимир Николаевич Фролов**  
(1978 г.р., второй пилот)

**Алексей Владимирович Королев**  
(1964 г.р., инженер)

**Алексей Александрович Паулаускас**  
(1978 г.р., бортмеханик)

**Марк Эрнестович Михтаров**  
(1985 г.р., техник)

**Олег Федорович Голованов**  
(1973 г.р., заместитель начальника сезонной экспедиции «Шпицберген-2017»)

**Максим Валерьевич Каулио**  
(1992 г.р., инженер I категории сезонной экспедиции «Шпицберген -2017»)

**Николай Николаевич Фатеев**  
(1989 г.р., руководитель химико-аналитической лаборатории РАЭ-Ш)

Научная группа возвращалась из поселка Пирамида, расположенного в 78 км от конечного пункта полета — пос. Баренцбург, после выполнения плановых гидрологических наблюдений и отбора проб в рамках программы экологических исследований.

В результате масштабных поисковых работ норвежских и российских спасателей были обнаружены и подняты на поверхность вертолет и тело Максима Каулио.

8 ноября 2017 года в доме культуры пос. Баренцбург состоялись траурные мероприятия в память о погибших и пропавших без вести при крушении вертолета в водах архипелага Шпицберген.

Проводились церковная и гражданская панихиды, а также поминальная трапеза согласно православной традиции. Церковную панихиду в домовом храме ДК проводил священник Русской православной церкви прихода Святой Княгини Ольги в Осло отец Павел. Он же открыл и гражданскую панихиду.

На панихидах присутствовали и выступили с поминальным словом губернатор Свальбарда Керстин Аскхольд, начальник отдела полиции конторы губернатора Улеякоб Мальмо, представители администрации Лонгйирбуена, Спасательной службы Норвегии, Красного Креста, Генеральный консул РФ на Шпицбергене В.Г. Николаев, директор рудника «Баренцбург» В.В. Киселев, представитель МЧС РФ, священник норвежской церкви Карл Ингве, представители Норвежского полярного института, Университета Свальбарда (UNIS) и начальник зимовочного состава РАЭ-Ш А.Л. Новиков.

Были сказаны прощальные слова погибшим, выражены глубокие соболезнования их родным, близким и коллегам. Высказана благодарность норвежским властям, лично госпоже губернатору за всестороннюю помощь, оказанную в проведении поисково-спасательных мероприятий, их отличную организацию, а также работникам Спасательной службы Норвегии, Красного Креста, служащим МЧС РФ и добровольцам, принимавшим участие в поисковых работах. Было подчеркнуто, что спасение людей — дело первейшей важности, объединяющее народы и стирающее национальные различия.

Максим Каулио похоронен 20 ноября на Городском Петергофском кладбище.

*Пресс-служба АНИИ*

Траурные мероприятия в доме культуры пос. Баренцбург.  
Фото Д.А. Щербы.



