

## О ПРОВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНОЙ НАУЧНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «ТРАНСАРКТИКА-2019»

### ДОКЛАД В ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ

Наблюдаемое в последние десятилетия увеличение количества и нарастание интенсивности стихийных природных явлений (штормы, смерчи, наводнения, засухи и пр.) ученые связывают с происходящими глобальными изменениями климата планеты. Эта проблема стала одной из важнейших для всего человечества. Глобальные изменения и их последствия перестали быть предметом только научных исследований, они все больше влияют на политику, бизнес, государственное управление.

Темпы потепления в Арктике более чем в два с половиной раза опережают среднемировые значения, и эта тенденция, вероятнее всего, сохранится в ближайшие десятилетия.

Это обстоятельство обуславливает возникновение новых угроз и вызовов устойчивому развитию Арктики, увеличение риска и ущерба от опасных гидрометеорологических и ледовых явлений, техногенных аварий и катастроф, угрозу загрязнения трудновосстанавливаемых арктических экосистем, а также неблагоприятных и/или опасных по степени воздействия на морской транспорт экстремальных природных условий.

Одной из важнейших задач, стоящих перед Росгидрометом, является обеспечение гидрометеорологической информацией деятельности государства в океанах и морях, предупреждение о воздействии опасных природных явлений. К числу приоритетов относится гидрометеорологическое обеспечение безопасности судоходства в Арктике, в том числе мореплавания по Северному морскому пути.

Для противодействия возникающим угрозам, обеспечения хозяйственной деятельности в Арктике необходимо углубленное понимание закономерностей формирования состояния природной среды Арктики и его вероятных изменений в масштабе обозримой временной перспективы.

Необходима дополнительная и качественная информация о состоянии природной среды региона, которая, в том числе, позволит оценить масштаб протекающих изменений, их направленность и интенсивность. Одним из наиболее эффективных инструментов получения такой информации является проведение высокоширотных комплексных экспедиций. Они имеют принципиально важное научное и практическое значение и полностью отвечают национальным интересам государства.

Богатейший опыт таких экспедиций накоплен в ФГБУ «АНИИ» Росгидромета. В 1937–2013 годах институт организовывал дрейфующие станции «Северный полюс», с 1941 по 1993 год — высокоширотные воздушные экспедиции «Север», результаты работы которых составили основу современных представлений о природе Арктики.

Большой интерес к проведению полярных экспедиций проявляют и за рубежом. В сентябре 2019 года стартовала масштабная международная экспедиция MOSAIC, организованная Институтом морских и поляр-

ных исследований им. Альфреда Вегенера (Германия) при участии научных институтов 19 стран, в их числе — ФГБУ «АНИИ».

В 2019 году перед Росгидрометом Правительством страны была поставлена задача реализации масштабного научно-технического проекта — комплексной научной экспедиции «Трансарктика-2019». Ее осуществление полностью соответствует положениям обновленной Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.08.2019 №1930-р) «Основные приоритеты развития морской деятельности Российской Федерации на долгосрочной основе» — в части «проведения регулярных научных экспедиционных исследований морской среды, ресурсов и пространств Мирового океана, Арктики и Антарктики с применением современных средств и технологий».

Целями экспедиции являлись:

- выполнение комплексных научных исследований в высокоширотной Арктике;
- возобновление государственного мониторинга состояния и загрязнения российских арктических морей (Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского);
- организация сезонной дрейфующей станции «Северный полюс» нового типа «судно–лед» на НЭС «Академик Трёшников», проведение на ней научных исследований и наблюдений;
- апробация новых приборов, отработка технологий и методов проведения научно-экспедиционных работ для последующего применения на строящейся на АО «Адмиралтейские верфи» в Санкт-Петербурге ледостойкой самодвижущейся платформе (ЛСП) «Северный полюс»;
- реализация образовательной компоненты программы «Трансарктика-2019» на НИС «Профессор Молчанов».

Экспедиция выполнялась четырьмя судами Росгидромета и включала четыре этапа, на каждом из которых проводились натурные междисциплинарные исследования природной среды Северного Ледовитого океана.

Экспедиция прошла более 31 654 морских миль по морям Северного Ледовитого океана, включая Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, а также через Берингово, Охотское и Японское моря. Общая продолжительность экспедиционных работ составила 239 судовых суток.

В состав экспедиции входили 210 человек. Это сотрудники ФГБУ «АНИИ», ФГБУ «Северное УГМС», Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н.М. Книповича), ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова» РАН (ФИЦКИА РАН), Правительства Архангельской области, Министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области, Ассоциации плавучих университетов России,

ученые, студенты, магистранты и аспиранты ведущих российских вузов, лабораторий и научно-исследовательских институтов, в том числе студенты и преподаватели Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, МГУ имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ), Центра морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова, НИУ «Высшая школа экономики», АНО «Центр независимых социологических исследований» (Санкт-Петербург). Всего в экспедиции принимали участие сотрудники 46 организаций, включая 10 учреждений Росгидромета, 12 учреждений, подведомственных Российской академии наук, 7 образовательных организаций, 3 иностранные научные организации, 6 средств массовой информации (Фонтанка.ру; канал «Санкт-Петербург»; ВГТРК «Поморье»; Московское информационное агентство «РИА Новости», Московская редакция «Новая Газета», информационный канал «Россия Сегодня»), одна организация Росрыболовства и сотрудники шести общественных объединений.

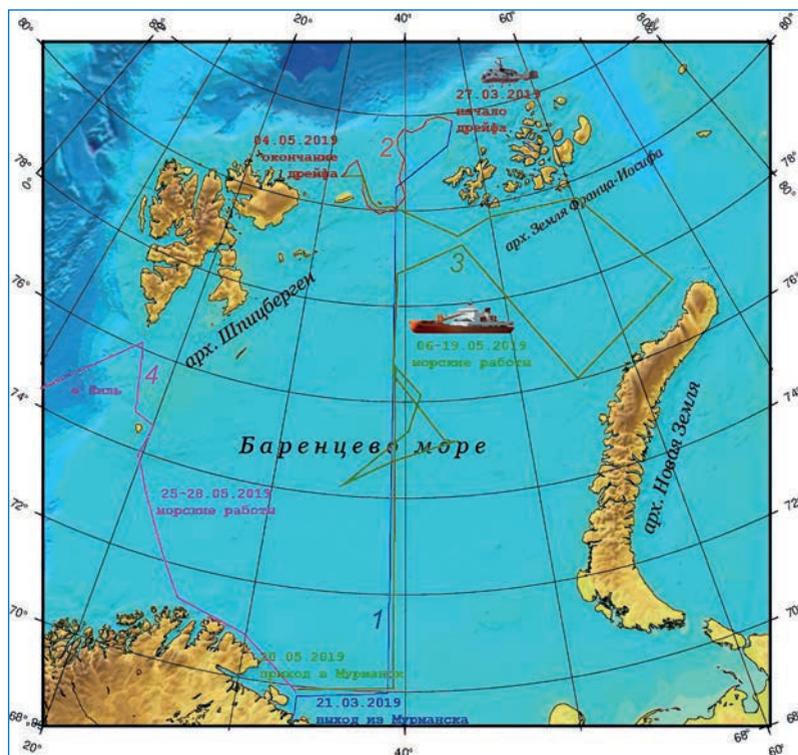
### Первый этап экспедиции

26 февраля – 08 июня 2019 года  
 Исполнитель – ФГБУ «АНИИ» Росгидромета  
 Судно – НЭС «Академик Трёшников»

Основной целью первого этапа экспедиции являлась организация дрейфующей станции нового типа «судно-лед» и выполнение мультидисциплинарных наблюдений со льда и с борта судна с оперативной передачей получаемой информации в приемные центры на берегу.

Представителями 12 российских и иностранных организаций выполнен уникальный цикл скоординированных наблюдений за процессами, протекающими во всех компонентах природной среды: морская вода, лед, снег, морской грунт, атмосфера, ближний космос.

Маршрут НЭС «Академик Трёшников» в экспедиции «Трансарктика-2019», I этап:  
 1 – от Мурманска до пункта начала дрейфа, 2 – дрейф, 3 – от пункта окончания дрейфа до Мурманска, 4 – от Мурманска до м. Сёркапп



Организация ледового научного лагеря на сезонной дрейфующей станции «Северный полюс-2019»



Работа с ледяным керном

Проведен комплексный мониторинг современного состояния и загрязнения окружающей среды в районе дрейфа.

Выполнены комплексные исследования в Баренцевом море и Арктическом бассейне. На специально подобранном ледяном поле была организована сезонная дрейфующая научно-исследовательская станция «Северный полюс-2019» в форме судно-лед. Исследования проводились на борту судна, в ледовом научном лагере, на удаленных точках, куда ученые доставлялись вертолетами Ка-32.

Сотрудниками ФГБУ «ВНИИОкеангеология» проведена детальная съемка донных отложений вдоль линии движения и дрейфа судна. Особое значение имеют работы, проведенные в желобе Франц-Виктория, который представляет собой крупнейшую артерию, соединяющую Баренцево море с Арктическим бассейном.

Специалистами Мурманского морского биологического института выполнена большая программа исследований планктонных и бентосных сообществ, криофауны.

Целью этих исследований являлось изучение распределения зообентоса в северной части Баренцева моря по маршруту дрейфа судна. В частности, была исследована малоизученная северная часть желоба Франц-Виктория, в диапазоне глубин 120–550 м.

Особенно обширной была программа океанографических наблюдений ФГБУ «АНИИ» в ходе этапа: выполнено 285 зондирований водной толщи, включая 59 зондирований в труднодоступных районах материкового склона, 30 постановок регистраторов течений.

Ввиду складывающейся сложной гидрометеорологической обстановки ледяное поле многократно ломалось, лагерь приходилось переносить, начинать работы на новом месте и в конечном счете эвакуировать. Тем не менее программа работ была полностью выполнена.

Важнейшим результатом работ первого этапа экспедиции стала практическая реализация мультисциплинарных наблюдений со льда с оперативной передачей получаемой информации на судно и в приемные центры на берегу.

Комплексная информация о гидрометеорологических процессах в высоких широтах в условиях быстрых климатических изменений необходима для совершенствования моделей прогноза погоды и климата и повышения их точности. Развитие прогностических возможностей в высокоширотной Арктике в настоящее время является важнейшим стратегическим приоритетом, реализация которого необходима для обеспечения безопасного судоходства на акваториях Северного морского пути (СМП). Понимание закономерностей формирования состояния природной среды Арктики и ее вероятных изменений в обозримом будущем имеет принципиально важное научное и практическое значение и полностью отвечает национальным интересам Российской Федерации.

Во время экспедиции были отработаны методы эффективной организации наблюдений на дрейфующей станции нового типа «судно–лед», которые будут учтены при строительстве, оборудовании и эксплуатации ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс».

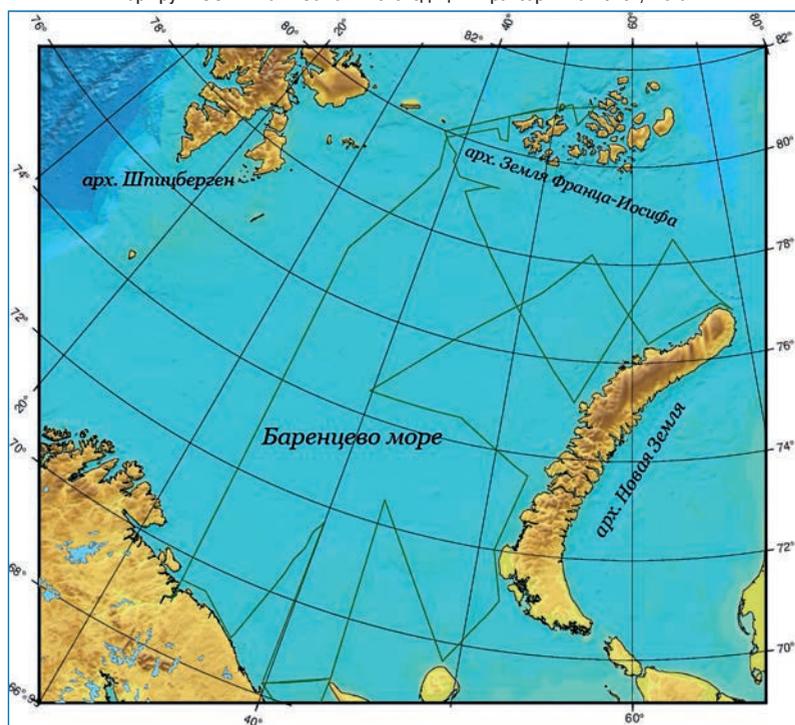
### Второй этап экспедиции

15 апреля – 14 мая 2019 года

Исполнитель – ФГБУ «Северное УГМС» Росгидромета

Судно – НЭС «Михаил Сомов»

Маршрут НЭС «Михаил Сомов» в экспедиции «Трансарктика-2019», II этап



Опускание дночерпателя

Вторым этапом данной программы стало выполнение комплексного государственного мониторинга состояния и загрязнения акватории Баренцева моря на вековых океанографических разрезах, организация расширенного комплекса научно-исследовательских работ на НЭС «Михаил Сомов» и их оперативное применение в прогностических центрах.

Подробная океанографическая съемка акватории включала 121 станцию, расположенную на вековых разрезах. По маршруту движения судна проведены гидрометеорологические и гидробиологические наблюдения, мониторинг ледовой обстановки, в том числе с использованием авиаразведки, наблюдения видового разнообразия и количественных характеристик биологических сообществ, уязвимых в условиях потепления климата, проведены высадки на острова архипелагов Земля Франца-Иосифа и Новая Земля с целью проведения наблюдений в прибрежной зоне.

Получен большой массив актуальных данных об океанографических процессах и текущем экологическом состоянии Белого и Баренцева морей.

Выполнено 39 аэрологических зондирований атмосферы.

### Третий этап экспедиции

16 июля – 2 августа 2019 года

Исполнитель – ФГБУ «Северное УГМС»

Росгидромета

Судно – НИС «Профессор Молчанов»

Основной целью третьего этапа экспедиции являлась популяризация полярных исследований среди молодежи в рамках программы «Трансарктика-2019». Подготовка студентов, магистрантов и аспирантов российских учебных заведений по специальностям арктической направленности в ходе выполнения мониторинга состояния акваторий, морских и прибрежных экосистем арктических морей в связи с глобальным изменением климата и развитие долгосрочного образовательного проекта «Арктический плавучий университет» на борту научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов», выполняемого специалистами Росгидромета и Северного (Арктического) федерального университета.

Программой работ этапа были предусмотрены два направления: научно-исследовательское, которое включало про-



Схема III этапа экспедиции «Трансарктика-2019»

ведение комплексных экспедиционных исследований экосистем Баренцева, Белого и Печорского морей, и образовательное, в рамках инновационного научно-образовательного проекта «Арктический плавучий университет» Росгидромета и Северного (Арктического) федерального университета для студентов российских вузов.

Основу экспедиционного состава составили студенты, магистранты и аспиранты (всего 27 чел.), а курировали работы и руководили ими преподаватели вузов, ведущие ученые, сотрудники Росгидромета.



Высадка на берег



Работа в лаборатории

В ходе рейса выполнены отбор проб и исследования морской воды, донных отложений, атмосферного воздуха, растительности и почвы по ряду показателей. При высадках на арктическое побережье выполнено обследование 28 объектов историко-культурного наследия.

Образовательная программа включала проведение лекций, семинаров, практических занятий в области наук о Земле. Половину запланированного учебного времени составила учебная практика, что позволило студентам получить навыки проведения наблюдений и работы с приборами в условиях Арктики. По итогам экспедиционных исследований была проведена отчетная научно-практическая конференция (отчетная сессия) студентов, магистрантов и аспирантов — участников третьего этапа «Трансарктика-2019», где они представили результаты индивидуальных и групповых исследований, а также подготовлен отчет по результатам экспедиции.

Осуществление комплексных научно-практических исследований территорий арктических островов и акваторий морей по программе «Арктический плавучий университет» в рамках третьего этапа «Трансарктика-2019» сочетали обучение на борту и работы в полевых условиях, что является значительным вкладом в подготовку высококвалифицированных кадров для работы в высокоширотной Арктике, а также в мониторинге природных и антропогенных процессов и явлений.

#### Четвертый этап экспедиции

25 июля — 23 октября 2019

Исполнитель — ФГБУ «ДВНИГМИ»

Судно — НИС «Профессор Мультановский»

Целью четвертого этапа экспедиции являлось получение комплексной информации о состоянии природной системы морей Чукотского, Восточно-Сибирского, Лаптевых, Карского, Баренцева в условиях меняющегося климата. В Охотском и Японском морях выполнена планктонная съемка для оценки качества морской среды в связи с интенсивной экономической эксплуатацией дальневосточных морей.

Проведены уникальные по географическому размаху работы по мониторингу состояния и загрязнения природной среды в условиях меняющегося климата всех окраинных арктических морей России, выполнены ис-



Карусельное пробоотборное устройство

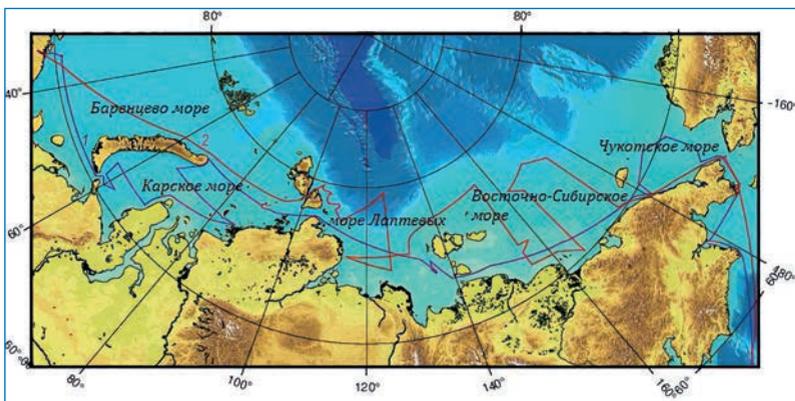


Рис. Маршрут НИС «Профессор Мультиановский» в экспедиции «Трансарктика-2019», IV этап.  
1 – от Владивостока в Мурманск, 2 – от Мурманска во Владивосток

следования участков Японского и Охотского морей для оценки их кормовой базы. Маршрут судна пролегал от Владивостока до Мурманска и обратно.

Комплексные работы проведены в области океанографии, метеорологии, гидробиологии, геохимии, экологии.

Впервые на столь обширной акватории проведена оценка загрязненности вод макро- и микропластиком, проблема накопления которого в Мировом океане считается одной из самых актуальных.

Масштабные исследования были проведены международным геологическим отрядом в Восточно-Сибирском море, наименее изученном с точки зрения палеоокеанологии из всех арктических морей Сибири.

В ходе первого и четвертого этапа экспедиции в разных районах были установлены 18 дрейфующих метеорологических буев, передающих информацию о метеопараметрах в режиме реального времени. Данная постановка была выполнена в рамках международного проекта «Год полярного прогнозирования», осуществляемого под эгидой Всемирной метеорологической

организации (ВМО). Передаваемая с буев информация существенно улучшила прогностические возможности для Арктики.

Экспедиция «Трансарктика-2019» завершена, однако в научно-исследовательских институтах продолжается анализ и усвоение полученных данных, проводятся модельные расчеты, готовятся научные публикации и доклады. Но уже первые результаты свидетельствуют об успехе экспедиции и значительном вкладе, который сделан в полярную науку и научно-техническое обеспечение освоения Арктики.

Большой массив океанографической информации, который удалось получить со всех морей Российской Арктики в течение одного сезона, позволил оценить тенденции изменения температуры воды, ключевого фактора и индикатора глобальных процессов.

### Баренцево море

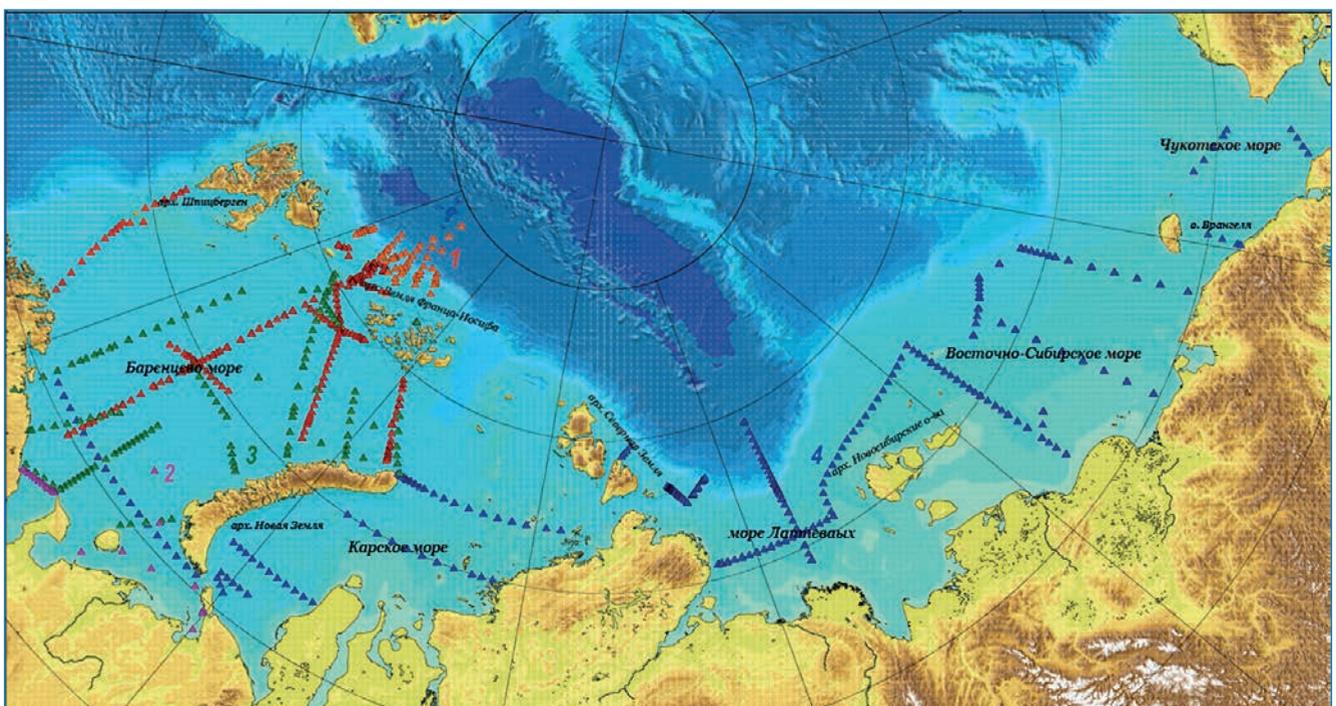
Поверхностная температура воды (4,1 °С) превысила климатическое среднее на 1,4 °С.

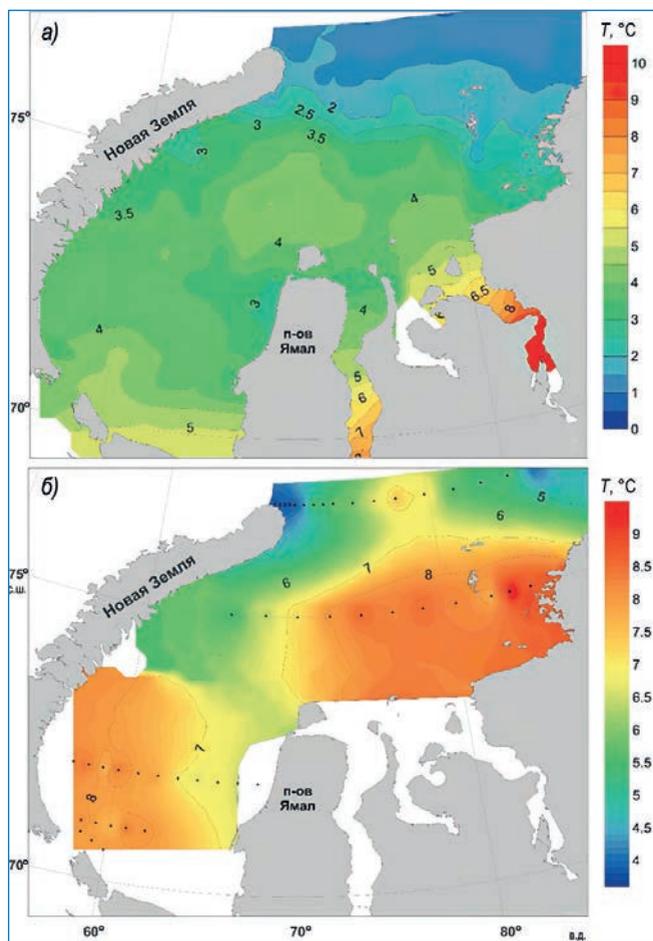
Положительная аномалия температуры наблюдалась на всем профиле глубин. Максимальная положительная аномалия температуры воды в значении 1,6 °С зарегистрирована в слое атлантической водной массы на глубине 40 м.

### Карское море

Поверхностная температура воды (6,4 °С) превысила климатическое среднее почти на 4 °С. Максимальная положительная аномалия температуры воды была зафиксирована на глубине 15–20 м и составила 6,5 °С. В глубоководной части моря от глубин 70 м и ниже также наблюдалась положительная температурная аномалия (1,5 °С).

Океанографическая съемка в экспедиции «Трансарктика-2019»: 1 – НЭС «Академик Трёшников» (I этап), 2 – НЭС «Михаил Сомов» (II этап), 3 – НИС «Профессор Молчанов» (III этап), 4 – НИС «Профессор Мультиановский» (IV этап)





Осредненные значения поверхностной температуры воды в Карском море, рассчитанные для летнего периода с 1947 по 1994 год (а) и восстановленные по данным экспедиции «Трансарктика-2019», IV этап (б)

### Море Лаптевых

Поверхностная температура воды (1,1 °C) превысила климатическое среднее на 1,5 °C. Положительная аномалия температуры наблюдалась на всем профиле глубин.

### Восточно-Сибирское море

Поверхностная температура воды (0,2 °C) превысила климатическое среднее на 1,4 °C. Положительная аномалия температуры наблюдалась на всем профиле глубин.

### Чукотское море

Температура воды поверхностного слоя составила 9,8 °C, что превышает климатическую норму на 4,1 °C. Максимальная положительная аномалия температуры воды была зафиксирована на глубине 25 м и составила 5,2 °C.

Таким образом, во всех морях наблюдаются значительные положительные аномалии температуры воды от поверхности до дна, что объективно подтверждает тенденцию к потеплению Арктики. Ледовые наблюдения также показали продолжающееся сокращение площади и толщины ледяного покрова. Признаком очень раннего развития весенних процессов в Арктике явилось формирование традиционной польны к югу от западной части архипелага ЗФИ на месяц ранее среднемноголетних сроков и превышение почти вдвое ее среднемноголетней ширины к концу мая. Все эти факторы в конечном

счете свидетельствуют о признаках изменения глобальной атмосферной и океанической циркуляции.

Экспедиционные исследования внесли значительный вклад в изучение роли трансформации атлантических вод на материковом склоне и примыкающей глубоководной части Арктического бассейна в изменившихся климатических условиях, позволили выработать новое представление о механизме формирования уплотненных шельфовых вод в Баренцевом море и их вкладе в процессы обновления водных масс.

В первом и четвертом этапах выполнялось крайне редкое для высоких широт аэрологическое зондирование атмосферы, которое позволило получить ценный материал о вертикальном распределении метеопараметров.

Большой вклад внесла экспедиция в развитие геологических исследований полярной области. Детальное изучение донных отложений, отобранных в пределах Баренцевоморской континентальной окраины и шельфа Восточно-Сибирского моря, позволило реконструировать седиментологические и палеоокеанологические процессы, которые чрезвычайно важны для понимания общей эволюции климата в четвертичное время.

Биологами выполнены круглосуточные наблюдения птиц и млекопитающих в Белом и Баренцевом морях. Зарегистрировано 32 вида птиц и 12 видов млекопитающих. Существенных изменений в видовом составе и распространении птиц Баренцева моря по сравнению с полученными ранее данными не зарегистрировано. Не вышло за пределы выявленных ранее параметров и пространственно-временное распределение зоопланктона в морях Арктики. Это может косвенно свидетельствовать, что глобальных изменений в экосистеме пока не произошло.

Пионерские работы проведены по изучению вертикального распределения бентоса в толще морского грунта. Публикации по данной тематике редки, а по Арктике до настоящего времени их не было вообще.

Получен уникальный опыт эксплуатации аппаратуры для измерения уровня космического радиоизлучения (риометр) в условиях ледового лагеря. Данные о поглощении в районе дрейфа имеют большое значение для исследования динамики эффектов в ионосфере, вызванных разными факторами — высыпавшимися из магнитосферы заряженными частицами различных энергий (электроны и протоны). Интенсивность их высыпания связана с геомагнитными возмущениями. Эти эффекты особенно часто будут проявляться в условиях увеличения солнечной активности, которое будет наблюдаться в ближайшие годы.

В ходе экспедиции были выполнены масштабные работы по определению загрязненности воды, воздуха, грунтов, биоты региона. Полученные данные позволили оценить современное состояние и уровни антропогенного воздействия на арктические экосистемы, выработать рекомендации по совершенствованию системы мониторинга, оценить объемы транспорта загрязняющих веществ, выявить влияние местных источников и трансграничного переноса. Результаты определения радиоактивных изотопов в морской воде показали, что существенных концентраций радиоактивных изотопов не обнаружено. Выполняемые при каждом отборе проб дозиметрические исследования не показали повышенных значений мощности дозы гамма-излучения и суммарной бета-активности. К основным эмитентам радиоизотопов, формирующим общий фон и локальные особенности загрязнения, следует причислить потоки радионуклидов с атлантическими водами.

В целом основным итогом экспедиции «Трансарктика-2019» является успешное проведение впервые за почти три десятилетия мониторинга состояния природной среды всех морей Российской Арктики и, частично, глубоководного Арктического бассейна. Уникальные данные позволили ученым оценить закономерности формирования состояния природной среды Арктики и ее вероятных изменений в условиях современного глобального потепления. Эти исследования способствуют совершенствованию моделей прогноза погоды и климата, необходимых для обеспечения безопасного судоходства на акватории Северного морского пути, реализации иных хозяйственных проектов.

Высокую эффективность показало использование дрейфующей станции типа «судно–лед» как структурного элемента распределенного механизма мониторинга системы «атмосфера — морской ледяной покров — океан — биосфера» в реальном масштабе времени. Отработанные в ходе экспедиции методы организации наблюдений на дрейфующей станции будут учтены при оборудовании и эксплуатации не имеющей аналогов в мировой практике ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс», строительство которой в настоящее время ведется на АО «Адмиралтейские верфи». С вводом в эксплуатацию ЛСП отечественные и зарубежные ученые получают научную базу, дрейфующую в арктических льдах, которая позволит вывести исследования природной среды высоких широт Северного Ледовитого океана на качественно новый уровень, расширить спектр научных исследований и экспериментов, районы наблюдений.

Результаты анализа данных могут быть использованы при подготовке оценочных докладов в комиссиях Арктического совета (в частности, АМАП), председателем в котором Россия будет в 2022–1923 годах.

Проведенная комплексная экспедиция показала готовность Росгидромета к организации в предельно сжатые сроки и успешному проведению масштабных морских экспедиций в Арктике.

Принимая во внимание важность отмеченных экспедиционных исследований для обеспечения морской деятельности Российской Федерации, решения народнохозяйственных вопросов и оборонных задач в Арктическом регионе, представляется крайне необходимым разработать и принять национальную программу проведения ежегодного мониторинга состояния природной среды арктических морей и Арктического бассейна с соответствующим финансированием.

Такие работы могут проводиться действующими судами Росгидромета, однако, учитывая предельный срок эксплуатации (средний возраст 35,5 лет), для восполнения выбывающих судов и восстановления оптимального состава научного флота необходимо проектирование и строительство новых научно-исследовательских/экспедиционных судов.

Реализация программы проведения ежегодного мониторинга состояния природной среды арктических морей и Арктического бассейна, а также осуществление проектирования и строительства новых научно-исследовательских/экспедиционных судов возможно только при государственной поддержке и выделении Росгидромету необходимых бюджетных средств.

Государственная поддержка позволит возобновить регулярные экспедиционные исследования в окраинных морях России, наиболее важных районах Мирового океана, Арктики с целью практического применения результатов в интересах экономики, решения оборонных задач, развития науки и информационного обеспечения морской деятельности Российской Федерации.