

## ЭКСПЕДИЦИЯ NABOS-2021 НА НЭС «АКАДЕМИК ТРЁШНИКОВ»

Экспедиция NABOS-2021 (Nansen and Amundsen Basins Observational System) была организована Международным центром арктических исследований (IARC) Университета Аляски в Фэрбенксе (UAF) во взаимодействии с Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом (ААНИИ). Помимо них в экспедиции также участвовали представители Океанографического института Вудсхола (WHOI), Университета Роуэна (Rowan University), Норвежского полярного института (NPI), Датского технического университета (DTU), Токийского университета (University Tokyo), Технологического института Китами (KIT), Японского агентства по морским и наземным научным исследованиям и технологиям (JAMSTEC), а также Ист-Лейденской средней школы.

NABOS-2021 — 12-я экспедиция проекта NABOS, который ведет свою историю с 2002 года. Исследования включали в себя океанографические, гидрохимические, ледовые, метеорологические работы, выполнявшиеся с борта научно-экспедиционного судна (НЭС) «Академик Трёшников», а также комплексные работы на станциях с дрейфующего льда.

Общее количество участников экспедиции — 26 человек. Экипаж судна НЭС «Академик Трёшников» — 58 человек.

Основная цель экспедиции заключалась в том, чтобы углубить понимание роли стратификации в управлении переносом тепла и других свойств атлантической воды в верхние слои океана и к нижней поверхности льда. Отличительной особенностью экспедиции стало более широкое (по сравнению с предыдущими экспедициями проекта NABOS) распространение наблюдений с запада на восток с целью лучше понять роль пресных вод в регулировании вертикального перемешивания и переноса тепла из глубин океана к морскому льду в Евразийском суббассейне Северного Ледовитого океана (СЛО), котловине Макарова, на севере морей Лаптевых и Восточно-Сибирского.

Задачами исследований в 2021 году стали:

- выполнение океанографических работ на разрезах в котловинах Нансена, Амундсена и Макарова Арктического бассейна СЛО;
- отбор проб морской воды и проведение лабораторного гидрохимического анализа;
- выполнение наблюдений за состоянием ледяного покрова, визуально, с помощью ТВ-комплекса и путем анализа спутниковой ледовой информации;
- стандартные метеорологические наблюдения;
- попутные измерения скорости и направления течений с помощью

судового акустического доплеровского профилографа течений;

- измерения турбулентности в подледном слое воды во время выполнения ледовых станций;
- попутные наблюдения за крупным дрейфующим мусором.

Экспедиция началась в порту Киркенес 10 сентября 2021 года и закончилась там же 20 октября 2021 года.

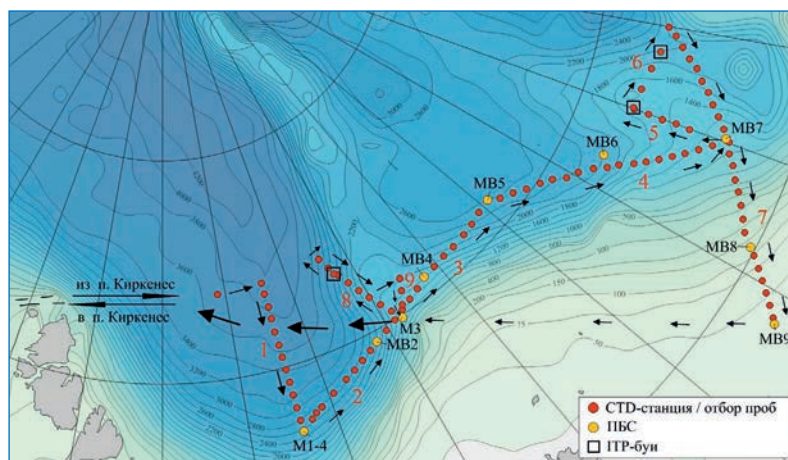
Основным районом исследований являлась северная часть морей Лаптевых и Восточно-Сибирского и примыкающие к ним районы котловин Нансена, Амундсена и Макарова Арктического бассейна СЛО.

Экспедиция проходила по маршруту (см. рис.): Киркенес — Баренцево море — северная часть Карского моря — северная часть моря Лаптевых — океанологический разрез от 82° с. ш. на юг вдоль 126° в. д. до границы исключительной экономической зоны (ИЭЗ) — океанологический разрез в восточном направлении вдоль ИЭЗ до 180° в. д. — океанологический разрез на север вдоль хребта Менделеева до 79° с. ш. — океанологический разрез на восток до 170° з. д. — океанологический разрез на юго-запад поперек континентального склона до ИЭЗ — хребет Ломоносова в районе континентального склона (80° с. ш.) — океанологические разрезы на северо-запад до 82° и северо-восток до 81° с. ш. соответственно — северная часть моря Лаптевых — северная часть Карского моря — Баренцево море — Киркенес. Ввиду тяжелых ледовых условий более северные районы оказались недоступны и ряд второстепенных разрезов был исключен. Целью океанографических работ являлось исследование механизмов трансформации атлантических вод на материковом склоне и примыкающей части океанского ложа и их роли в формировании современных климатических изменений. Для проведения океанологических исследований и отбора проб воды с борта судна использовался зондирующий комплекс SBE 911 plus с двумя датчиками температуры, двумя датчиками электропроводности (солености), двумя датчиками кислорода и по одному мутности и флуоресценции (хлорофилла *a*) в составе розетки SBE32 с двадцатью четырьмя 10-литровыми батометрами.

Всего на 9 океанографических разрезах в котловинах Нансена, Амундсена и Макарова Арктического бассейна СЛО от 125° в. д. на западе до 170° з. д. на востоке было выполнено 116 STD-зондирований (116 записей) на 103 океанографических станциях. На 7 глубоководных станциях отобрано и проанализировано 14 проб на соленость на судовом солемере.

Для исследования крупномасштабных течений в Центральной Арктике, а также мезомасштаб-

Маршрут движения НЭС «Академик Трёшников» в экспедиции NABOS-2021



ных явлений, определяющих локальное перемешивание водных масс, выполнялись попутные измерения скорости и направления течений в слое от 20 до 400 м в течение 28 дней с помощью судового акустического доплеровского профилографа течений Ocean Surveyor 75 kHz.

Целью гидрохимических исследований являлось изучение гидрохимической структуры вод Евразийского суббассейна, котловины Макарова и континентального склона в районе Восточно-Сибирского моря, оценка пространственной изменчивости гидрохимических характеристик с акцентом на поверхностный слой, галоклин и водные массы атлантического происхождения. Пробоотбор осуществлялся на стандартных горизонтах, а также на дополнительных горизонтах, выбранных исходя из вертикального профиля температуры и солёности. Всего в ходе рейса был произведен отбор проб со 103 океанографических станций, общее количество горизонтов отбора составило 1671, общее количество определений — 9011. Непосредственно во время рейса в судовой лаборатории были выполнены гидрохимические исследования по определению содержания растворенного кислорода (1123 определения), общей щёлочности и pH (по 399 определений), кремния, нитратного азота и минеральных соединений фосфора (по 1633 определения), нитритного азота (1360 определений) и аммонийного азота (1230 определений).

Целью судовых специальных наблюдений за распределением элементов ледяного покрова, осуществляемых визуально и с использованием цифрового телевизионного комплекса, являлись:

- сбор данных для анализа межгодовой и сезонной изменчивости основных характеристик ледяного покрова;
- валидации данных спутникового зондирования;
- анализа ледовых условий плавания в высоких широтах;
- закономерности распределения характеристик ледяного покрова и их влияние на эксплуатационные аспекты движения судов и ледоколов различных типов для решения ряда важных прикладных задач;
- пополнение базы данных ледовых условий плавания в Арктическом бассейне;
- обеспечение работ экспедиции ледовой информацией.

На пути к и по району плавания визуально оценивались характеристики ледяного покрова, велись наблюдения за толщиной льда и высотой снега с использованием цифрового телевизионного комплекса, фиксировался ряд эксплуатационных показателей, отражающих функционирование системы лед/судно, на протяжении всего рейса непрерывно велись метеорологические наблюдения. Производились прием и обработка спутниковых изображений, построение карт распределения льда по району работ экспедиции, фотографирование ледяных образований. Всего было проведено 530 часов непрерывных наблюдений за ледовой обстановкой, выделено 612 однородных ледовых зон. Объем данных, полученных при помощи телевизионного

комплекса, составил 519 Гб, всего 864000 снимков. Также за период экспедиции было обработано 16 региональных снимков ИСЗ, на их основе были подготовлены два аннотированных снимка, две детализированные ледовые карты и одна общая карта местоположения кромки.

Во время выполнения трех ледовых станций был проведен эксперимент по измерению тонкой структуры температуры верхнего слоя океана непосредственно подо льдом, вертикального и горизонтального перемешивания, а также вертикального распределения температуры и солёности в слое от 0 до 50 м. С помощью CTD-зонда CTD48M совместно с высокочувствительными термисторами Chipod и акустическим доплеровским профилографом течений WHS300 получены вертикальные профили высокодискретных измерений температуры, временные серии высокодискретных измерений температуры, серии высокодискретных профилей течений в слое от 3 до 23 м.

В основные синоптические сроки (00, 06, 12 и 18 часов) проводились стандартные метеорологические наблюдения, как визуально, так и с помощью метеостанции MAWS420, и отправлялись синоптические телеграммы. Также на протяжении всего рейса с дискретностью 30 секунд велась автоматическая регистрация атмосферного давления, относительной влажности, температуры воздуха, скорости и направления ветра, температуры, электропроводности и солёности поверхности воды, дальности видимости, высоты нижней границы облачности, суммарной солнечной радиации.

Материалы наблюдений пополняют фонд данных ААНИИ и будут отправлены в Мировой центр данных ВНИИГМИ-МЦД.

Экспедиционные исследования в рамках проекта NABOS-2021 внесли значительный вклад в изучение роли процессов трансформации атлантических вод на материковом склоне и примыкающей глубоководной части Арктического бассейна в формировании современных климатических изменений. Была получена комплексная информация о состоянии природной системы в глубоководных областях Арктического бассейна СЛО, прилегающих к Лаптевых и Восточно-Сибирскому морям, и в самих этих морях. Полученные результаты будут использованы на следующих этапах выполнения НИР в структуре Росгидромета, а также в фундаментальных и прикладных научно-исследовательских проектах институтов — участников экспедиции. Они позволят получить более надежные оценки пространственно-временной изменчивости основных элементов гидрометеорологического режима СЛО, более глубоко изучить механизмы формирования водных масс СЛО, их влияние на изменение климата высоких широт Арктики. Также они позволят повысить точность прогнозирования и пространственно-временную детализацию рассчитываемых параметров с помощью математических моделей, что улучшит качество гидрометеорологического обеспечения морской деятельности в Арктике, включая акваторию Северного морского пути.

Участники экспедиции NABOS-2021 на ЭС «Академик Трёшников».  
Фото А. Рихман



нения климата высоких широт Арктики. Также они позволят повысить точность прогнозирования и пространственно-временную детализацию рассчитываемых параметров с помощью математических моделей, что улучшит качество гидрометеорологического обеспечения морской деятельности в Арктике, включая акваторию Северного морского пути.

*Н.А. Куссе-Тюс  
(ААНИИ)*