

группа. В первом полете это были Т.В.Петровский и А.Н.Павлов, в последующих полетах – А.В.Юлин и А.Н.Павлов. Обследование первой группы полей не принесло положительных результатов, все поля были сильно разрушены летними процессами и не подходили для организации станции. 10 октября ледокол вышел в новый плановый район, где находились 2-е и 3-е поля, первое из которых, по результатам ледовой авиационной разведки и экспесс-тестирования, оказалось пригодным. В этой ледовой разведке принимал участие А.Н.Чилингаров. Обследованное поле было в координатах: 76° 00' с.ш., 175° 32' з.д., его размеры составляли 8×12 км, а толщина пакового льда составляла 2–3 и более метров.

11 октября в 3 ч 20 мин по московскому времени ледокол врубился в ледяное поле на удалении 1,5 км от выбранной площадки для организации станции.

В 6 ч 00 мин по завершении швартовых операций начались круглосуточные работы по развешиванию лагерь станции и выгрузке ее оборудования.

В светлое время суток для переброски грузов и топлива в бочках в район расположения станции использовался вертолет. 15 октября, в 9 ч 30 мин по московскому времени, на дрейфующей станции «Северный полюс-38» был поднят Государственный флаг России. Станция была открыта.

В 15 ч по московскому времени а/л «Россия» отошел от ледового поля курсом на Певек, куда подошел к 2 ч 17 октября. Из Певека 10 человек во главе с руководителем экспедиции А.Н.Чилингаровым уехали в Москву. После чего а/л «Россия» взял курс на Мурманск, куда прибыл в 18 ч 30 мин 24 октября 2010 г. по московскому времени с основным составом экспедиции «Арктика-2010» на борту.

Успешно закончив исследования по программе «Арктика-2010» и выполнив работы по организации дрейфующей научно-исследовательской станции «Северный полюс-38» судно ошвартовалось у причала порта Мурманск.

В.Т.Соколов (ААНИИ)

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ЭКСПЕДИЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ И ОБОСНОВАНИЮ ВНЕШНЕЙ ГРАНИЦЫ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ В 2010 Г.

Основными целями экспедиции по определению и обоснованию внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане (СЛО) (экспедиция «Шельф-2010»), проводившейся в 2010 г. на борту НЭС «Академик Федоров», были:

- получение дополнительных гидрографических данных для определения зоны юрисдикции Российской Федерации в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г.;
- формирование на основе съемки рельефа дна открытой цифровой базы батиметрических данных для предоставления в Комиссию ООН по континентальному шельфу.

Головной организацией, осуществлявшей организацию и проведение экспедиции, являлось ОАО «ГНИНГИ», вместе с которым в экспедиции приняли участие представители ЗАО «Гидро-Си», ФГУП «ВНИИОкеангеология», ОАО «Севернефтегаз». Из сотрудников ААНИИ, а также представителей ГУ «ВНИРО» был сформирован Морской отряд экспедиции, главные задачи которого состояли в получении новых данных:

- о гидрометеорологических процессах в климатически активных районах Арктического бассейна СЛО, их взаимодействии с Северо-Европейским бассейном СЛО, Атлантическим и Тихим океанами;
- о метеорологических, гидрологических и гидрохимических условиях, сложившихся в Арктическом бассейне СЛО в начале XXI века;

- о радиационных процессах в системе «атмосфера–морской лед–верхний слой моря»;
- о структуре и динамике ледяного покрова Арктического бассейна СЛО;

а также выполнение работ по обеспечению руководства экспедиции фактической и прогнозистической метеорологической, ледовой и гидрологической информацией и рекомендациями, необходимыми для принятия стратегических и тактических решений.

27 июля 2010 г. члены Морского отряда экспедиции прибыли в г. Архангельск на борт НЭС «Академик Федоров», и вечером 28 июля судно вышло в море. 29 июля в точке с координатами 70° 00' с.ш., 45° 00' в.д. состоялась встреча НЭС «Академик Федоров» с а/л «Ямал». Далее на протяжении всего времени пребывания НЭС в районе работ судно находилось под проводкой а/л «Ямал».

Первый этап экспедиции соответствовал переходу судна от порта Архангельск в район работ, при этом на борту была развернута аппаратура, позволяющая производить попутные метеорологические и ледовые наблюдения. Во время перехода проводилась пробная съемка рельефа дна с целью проверки работоспособности гидрографического комплекса на основе многолучевого эхолота EM122 (МЛЭ EM122). При этом от пролива Карские Ворота до пролива Вилькицкого выполнялось регулярное ХСТД-зондирование, позволившее получить представление об основных

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

параметрах водных масс вдоль всего материкового побережья Карского моря.

Кроме этого оценивалась величина проседания судна на различных ходах для учета поправки за проседание. На ходу также отрабатывались:

- взаимодействие со штурманским составом судна;
- тренировка управления судном по монитору рулевого;
- маневрирование судна для обеспечения выхода на галс и удержания на галсе.

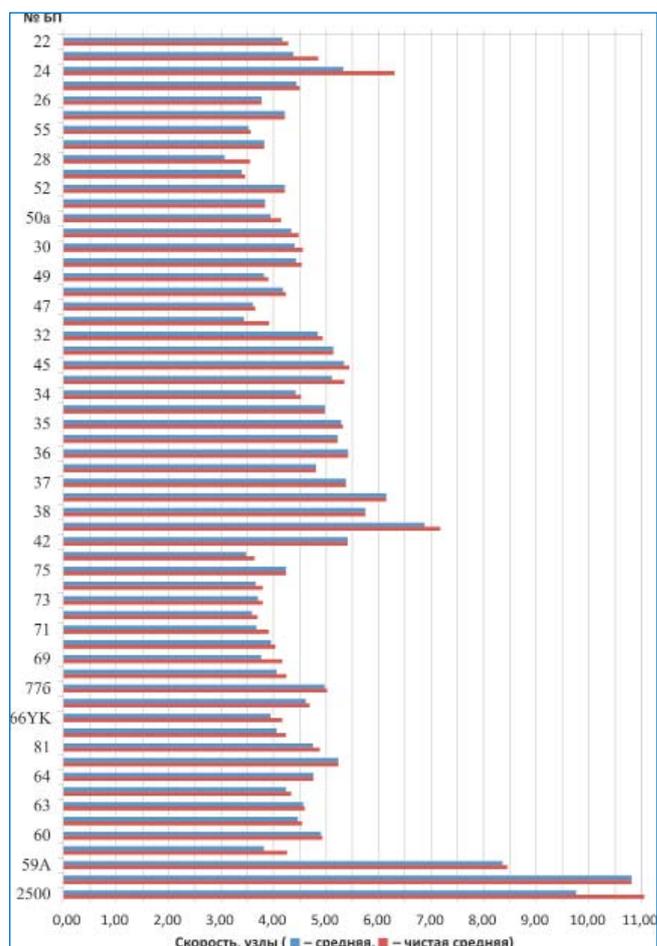
Одновременно были проведены работы по исследованию влияния шумов судовых механизмов атомного ледокола «Ямал» на работу МЛЭ EM122. При дистанции между судами более 2 кбт и при режиме хода до 5 узлов шумовых помех выявлено не было

3 августа 2010 г. НЭС «Академик Федоров» вышло в район работ и рано утром 4 августа приступило к выполнению промера на батиметрических профилях. Основным содержанием второго этапа экспедиции стало выполнение съемки рельефа дна в районе материкового склона, поднятия и прилегающей области абиссальной равнины. В период с 4 августа по 10 сентября 2010 г. эти работы выполнялись на западном и восточном склонах хребта Ломоносова, с 10 сентября до 2 октября 2010 г. на склонах хребта Менделеева, а с 2 по 7 октября на материковом склоне между хребтами Менделеева и Ломоносова.

Съемка рельефа дна по определению и обоснованию внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане проводилась на галсах (батиметрических профилях), перпендикулярных подножию континентального склона, навигационно-гидрографическим аппаратно-программным комплексом на основе многолучевого эхолота EM-122 фирмы Kongsberg Maritime AS, Норвегия.

Съемка выполнялась как на запланированных батиметрических профилях, так и на переходах от профиля к профилю. В ходе экспедиционных работ отклонение от проектных линий профиля не превышало запланированного (1/4 полосы обзора многолучевого эхолота). Только в исключительных случаях при обходе больших ледовых полей отклонение составляло более 5 кбт.

Проверка точности результатов съемки многолучевым эхолотом выполнялась способом контрольного пересечения. В процессе предварительной обработки проводился статистический анализ сравнения данных основных галсов съемки рельефа дна многолучевым эхолотом с данными контрольных галсов многолучевого эхолота и данными контрольных галсов, выполненных однолучевым эхолотом и профилографом с опцией однолучевого эхолота. Также проводился визуальный интерактивный контроль данных на основных, контрольных галсах, а также на их пересечениях.



Скорость движения НЭС «Академик Федоров» по батиметрическим профилям за весь период экспедиционных работ

Порядок прохождения по запланированным профилям и межгалсовым переходам корректировался с учетом оперативной и прогностической ледовой информации. Скорость движения судна при съемке рельефа дна зависела от различных параметров, включая сплоченность и толщину льда, определялась на основе качества *on-line* измерений и подвергалась оперативной корректировке (см. рис.).

Конечным результатом предварительной обработки по каждому профилю являлся отчет, в котором содержится анализ профилей, таблицы уклонов, визуализация обработки батиметрических данных и общая картина определения положения точек подножия континентального склона по данным многолучевого эхолота Kongsberg EM122, однолучевого эхолота EA600 и профилографа «TOPAS-PS-18».

27–28 августа в точке с координатами 85° 12' с.ш., 165° 54' в.д. была осуществлена стыковка НЭС «Академик Федоров» и а/л «Ямал». Во время стоянки, продолжавшейся около 19 часов, были выполнены бункеровка НЭС пресной водой и регламентные работы по профилактическому обслуживанию силовых установок НЭС и атомохода.

8 сентября 2010 г. НЭС «Академик Федоров» под проводкой а/л «Ямал» достигло географической точки Северного полюса.



Встреча НЭС «Академик Федоров» с а/л «Ямал»

На этом этапе экспедиции был выполнен большой объем научных работ, включавший в себя не только попутные наблюдения, но и выполнение глубоководных океанологических станций, а также ледовых станций (28 августа и 22 сентября).

Наряду с основной задачей Морского отряда – проведением попутных метеорологических, ледовых и гидрологических наблюдений, решалась и дополнительная задача – поиск и обследование ледяных полей, пригодных для базирования дрейфующей станции «Северный полюс-38», а также установка на льду дрейфующих буев системы ARGOS. Для решения этой задачи осуществлялся регулярный мониторинг ледовой обстановки в районе работ по спутниковым данным, проводились ледовые разведки (19 и 28 августа, 14, 19, 22 и 27 сентября) и обследование ледяных полей. 28 августа при проведении ледовой разведки на дрейфующем льду было установлено четыре буя системы ARGOS, двумя из которых была отмаркирована льдина, признанная пригодной для базирования дрейфующей станции СП-38, а 27 сентября установлен еще один буй.

В 18.00 6 октября 2010 г. в точке с координатами 80° 34' с.ш., 152° 23' а/л «Ямал» закончил работы по обеспечению ледовой проводки НЭС «Академик Федоров» и взял курс на запад.

В 7.30 7 октября на борт НЭС «Академик Федоров» прибыла группа членов экспедиции по организации научной дрейфующей станции «Северный полюс-38», базирующейся на а/л «Россия». Группу возглавлял начальник экспедиции А.Н.Чилингаров, в состав группы входили заместитель начальника экспедиции В.Т.Соколов и начальник станции СП-38 Т.В.Петровский. На борту НЭС состоялся брифинг, на котором были кратко освещены основные результаты

экспедиции по определению и обоснованию внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане.

8 октября 2010 г. НЭС «Академик Федоров» покинуло район работ и направилось к проливу Вилькицкого, далее к проливу Карские Ворота, а оттуда в порт Архангельск. Во время перехода, соответствовавшего третьему этапу экспедиции, проводились попутные метеорологические наблюдения, выполнялось ХСТД- и ХВТ-зондирование водных масс, проводились работы по сворачиванию оборудования и подготовке отчетных материалов. Вечером 13 октября НЭС «Академик Федоров» прибыло в Архангельск, где личный состав экспедиции покинул борт судна.

По программе определения ВГКШ было выполнено:

- съемки рельефа дна на участке работ 47500 км²;
- съемки рельефа дна по галсам 9300 пог. км или 103 % от запланированного в ТЗ;
- съемки рельефа дна на междугалсовых переходах 4004 пог. км или 133 % от запланированного в ТЗ;
- опытно-методической съемки по пути из базы к участку работ 2917 пог. км;
- авиадесантной наледной сейсмической съемки МОВ 758 пог. км (307 точек зондирования).

В ходе экспедиционных работ всего выполнено 17079 пог. км съемки рельефа дна, измерены глубины в 822 802 528 точках, из них на участке работ в 386 450 640 точках. В результате первичной обработки созданы grids 100×100 м, включающие 4 749 618 точек глубин.

Получен массив батиметрических данных в результате съемки рельефа дна многолучевым,

■ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ



Работы на ледовой станции



Судовой комплекс регистрации гидрологических параметров

однолучевым эхолотами и профилографом с опцией однолучевого эхолота. Получен массив данных по результатам гидрологических и попутных гидрометеорологических работ.

По объему работ, выполненных за один сезон в высоких широтах Северного Ледовитого океана, объему полученной информации, отвечающей мировым стандартам качества, настоящая экспедиция значительно превышает показатели, достигнутые другими приарктическими государствами в ходе изучения Арктического бассейна.

Впервые в мире была проведена съемка рельефа дна в тяжелых ледовых условиях по заранее намеченным прямолинейным батиметрическим профилям с отклонением от оси профиля не более полосы покрытия многолучевого эхолота.

За время работы экспедиции в соответствии с программой научных исследований ААНИИ:

1) выполнено 149 океанографических станций, из них 30 с использованием судового STD-зонда профилографа, 92 станции с использованием обрывных XSTD2-зондов и 27 станций с использованием обрывных XBT7-зондов, составивших разрезы вдоль и поперек склонов хребтов Ломоносова и Менделеева в малоисследованной области Арктического бассейна Северного Ледовитого океана, а также давших возможность оценить площадное распределение основных гидрофизических характеристик морской воды. На всех судовых океанографических STD-станциях производился полный комплекс стандартных метеорологических наблюдений;

2) выполнено 6218 гидрохимических определений, отобрано 738 проб морской воды и 50 проб льда и воды из снежниц для последующего химического анализа, отобрано 230 проб на органический углерод ($C_{орг.}$), 18 проб на растворенный в воде ме-

тан в придонных слоях в различных районах СЛО вокруг хребтов Менделеева и Ломоносова, на склоне и шельфе. В лаборатории на борту судна определялись следующие гидрохимические параметры: растворенный кислород, биогенные элементы (кремний, фосфор (минеральный и органический), азот (нитритный, нитратный, аммонийный и органический)), соленость в отдельных пробах воды на стандартных и дополнительных горизонтах (для контроля работы датчика солености STD-зонда), в пробах воды с поверхности, в снежницах и талой воде из снега, шуги и кернов льда. Пробы воды на органический углерод консервировались для дальнейшего анализа в стационарных условиях;

3) получены непрерывные ряды ежечасных значений основных составляющих парниковых газов, включая приземные концентрации углекислого газа, озона и метана, ежедневных срочных наблюдений общего содержания озона и значений ультрафиолетовой радиации в течение 2,5 месяцев (65 суток с 30 августа по 6 октября) вдоль маршрута судна, что позволит уточнить представления о влиянии глобального потепления и удвоения CO_2 на климат Арктики. Также отобраны 30 проб на растворенные органические вещества (CDOM) в поверхностном слое, отобраны и проанализированы на послойное содержание органических веществ, соленость и температурный профиль два керна льда и 5 проб воды из снежниц;

4) по программе радиационных наблюдений исследования спектрального состава приходящей и проникающей под лед коротковолновой солнечной радиации получены спектры при различном состоянии облачного покрова (в том числе 183 спектра – широкоугольным датчиком и 63 – измерения узкоугольным датчиком по сфере не-

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

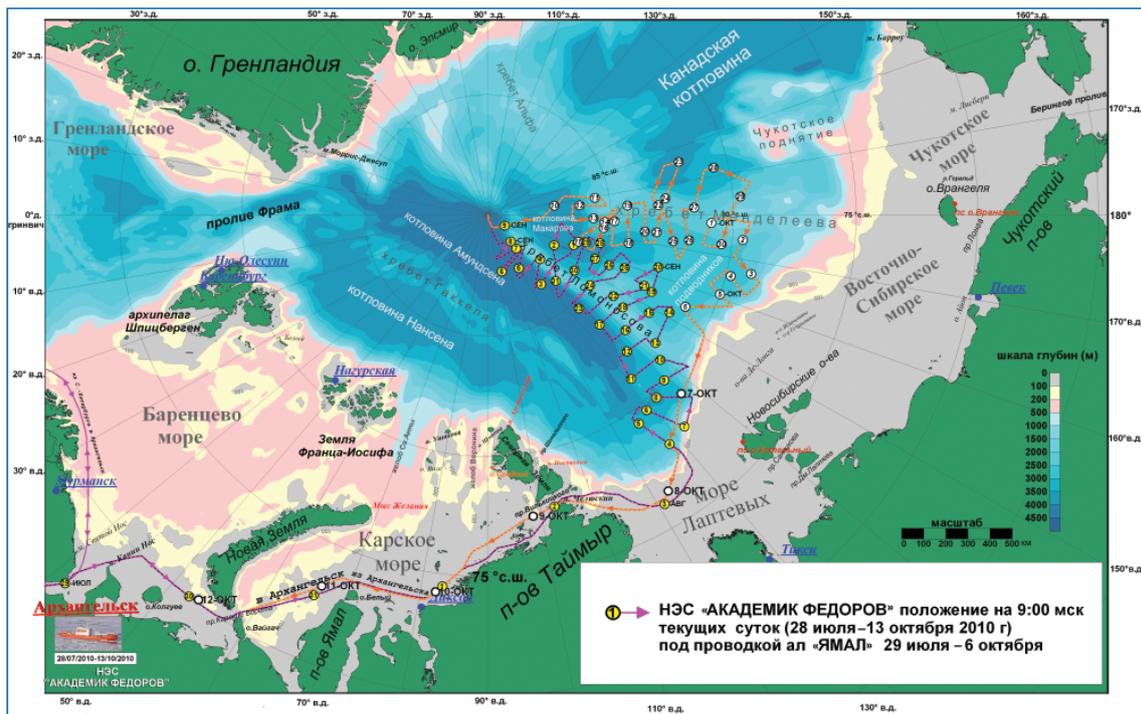


Схема маршрута 31-го рейса НЭС «Академик Федоров»

босвода); проведены 3 измерения над поверхностью снежно-ледяного покрова, 1 измерение над поверхностью замерзшей снежицы и 1 подледная съемка; получено по 2 профиля температуры во льду, снежном покрове и снежице. Накоплены данные ежечасных актинометрических наблюдений за 65 суток и поминутные данные об ИК-температуре поверхности вдоль маршрута судна;

5) во время плавания во льдах на борту НЭС «Академик Федоров» производились круглосуточные специальные ледовые наблюдения, имеющие комплексный характер, данные наблюдений занесены в электронный журнал, зарегистрировано 2460 однородных ледовых зон;

6) с использованием цифрового телевизионного комплекса (СТК) велась непрерывная регистрация толщины льда и характеристик канала за судном, выполнена архивация записей двух телекамер. СТК на борту НЭС «Академик Федоров» был включен 2 августа и производил регистрацию до 6 октября 2010 г., когда судно вышло на чистую воду. Общий объем записей камеры 1 «Лед» в экспедиции «Шельф-2010» за 65 суток движения во льдах равен 1560 часов (390 файлов, 1 800 000 кадров). В ходе экспедиции выполнена первичная обработка 40 % записей, выбрано более 5000 информативных кадров;

7) осуществлялись работы по специализированному гидрометеорологическому обеспечению работ экспедиции, а также работы по поиску ледовых полей, пригодных для базирования дрейфующей станции «Северный полюс-38». Кроме того была проведена постановка на лед 5 дрейфующих ARGOS буев модели MAR GE V2/A фирмы MARTEC (Франция).

В соответствии с приоритетными направлениями реализации программ по изучению природ-

ных условий высокоширотной Арктики, включающими изучение ключевых процессов в Мировом океане, фундаментальных проблем взаимодействия океана и атмосферы, континентальных шельфов России, мониторинг состояния Мирового океана и морей России, изучение динамики морских экосистем и биологических ресурсов, строения дна морей и океанов и оценку минеральных ресурсов, обеспечение безопасности мореплавания, потребностей обороны и экономики, полученные данные позволяют:

- уточнить существующие представления о современном состоянии компонент арктической климатической и экологической систем Арктического бассейна СЛО;
- углубить представления о механизмах формирования климатических и экологических процессов в Арктике;
- развить систему специализированного гидрометеорологического обеспечения экспедиционных работ в Арктике.

Краткий обзор основных результатов работ Морского отряда в ходе экспедиции «Шельф-2010» на борту НЭС «Академик Федоров» показывает, что все разделы работ, предусмотренные Программой экспедиционных исследований, выполнены полностью. По ряду направлений получены принципиально новые результаты, требующие дальнейшего осмысления и глубокого, всестороннего анализа, который будет выполнен в учреждениях, участвовавших в рейсе.

*И.М.Ашик (АНИИ),
А.Ф.Зеньков, А.В.Костенич (ОАО «ГНИНГИ»)
Фото предоставлены авторами*