

«АКАДЕМИК ФЕДОРОВ»: 30 ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮЖНОГО ОКЕАНА

Научно-экспедиционное судно «Академик Федоров» в свой первый антарктический рейс вышло в конце 1987 года. С этим событием начался новый этап в экспедиционных исследованиях Южного океана. И хотя предыдущий флагман антарктического флота ААНИИ — НЭС «Михаил Сомов» — еще почти 10 лет продолжал выполнять задачи по обеспечению антарктических станций, основные задачи по океанографическим исследованиям Южного океана были возложены на новое судно. Это и понятно — необходимость проведения широких научных, в первую очередь океанологических, исследований в Антарктике была учтена еще на стадии проектирования судна. Обеспеченность помещениями и современным оборудованием была на высоком уровне, а ледовые качества предполагали возможность работы практически во всех районах южной полярной области.

Напомним, что к моменту появления НЭС «Академик Федоров» практически завершились исследования по программе «ПОЛЭКС-Юг», начавшиеся в 1974 году. За время реализации программы, направленной в первую очередь на изучение Антарктического циркумполярного течения (АЦТ), было проведено семь натурных экспериментов в районах пролива Дрейка, моря Скоша, Аргентинской котловины, на акватории между Африкой и Антарктидой, в Австрало-Новозеландском секторе океана. В основном исследования велись с научно-исследовательских судов «Профессор Визе» и «Профессор Зубов».

В результате натурных исследований периода реализации программы «ПОЛЭКС-Юг» удалось многое узнать и уточнить в понимании физических процессов и динамики вод Южного океана. Одним из важных результатов явилось определение характеристик, границ, особенностей распространения и трансформации водных масс, переносимых АЦТ. В частности, была установлена кардинальная роль прибрежных районов Антарктики для формирования и трансформации всех типов водных масс Южного океана. В том числе и с этим фактом связано то, что сначала параллельно с исследованием АЦТ, а позже и в основном экспедиционные исследования как ученых ААНИИ, так и других ведущих научных центров всего мира, проводившиеся по национальным и международным программам, были перенесены к югу от АЦТ. К началу 1980-х годов уже имелось достаточно подробное представление о режиме океана и атмосферы этой части Южного океана. Эта область площадью 35×10^6 км², называемая также антарктической зоной Южного океана, играет важную роль в глобальной климатической системе планеты. В антарктической зоне формируются наиболее холодные и плотные донные и глубинные воды Мирового океана, оказывающие существенное влияние на глобальную структуру и интенсивность меридиональной циркуляции вод Мирового океана. Занимающая самый нижний слой океана антарктическая донная вода (АДВ) растекается по дну на север вплоть до умеренных широт Северного полушария. Скорость образования АДВ определяет изменчивость меридиональной циркуляции Мирового океана на масштабах 100–1000 лет.

Начало активным исследованиям антарктической зоны было положено в начале 1980-х годов, когда на НЭС «Михаил Сомов» был проведен советско-американский натурный эксперимент «Уэдделл-ПОЛЭКС-81». Главной предпосылкой для его организации послужили результаты анализа спутниковых данных о распределении льдов в Атлантическом массиве. Согласно этим данным, в 1974–1976 годах в зимний период в районе поднятия Мод существовала окруженная сплоченными дрейфующими льдами обширная зона чистой воды площа-

дью более 100 тыс. км², получившая название полыньи Уэдделла.

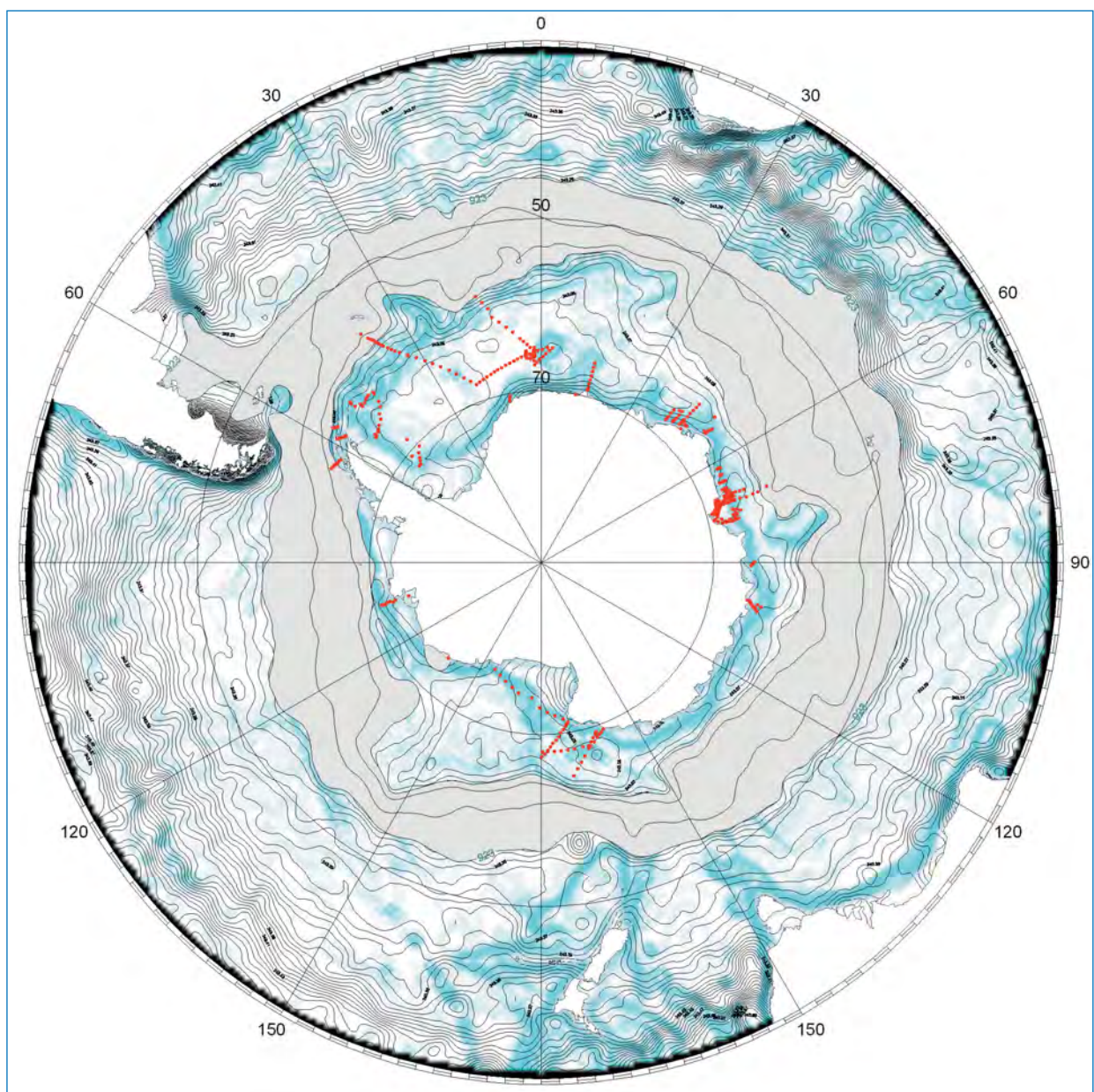
Основными задачами экспедиции являлись: исследование океанических процессов в условиях полыньи Уэдделла для выявления основных механизмов, ответственных за формирование и существование полыньи; исследование процессов взаимодействия атмосферы и океана в районе поднятия Мод как во льдах различной сплоченности, так и при свободной ото льда поверхности. Плавание и экспедиционные работы осуществлялись в сложных ледовых условиях, продолжительность ежедневных вынужденных остановок судна вследствие сильных приливных сжатий достигала порой 10–12 часов. Собственно полыньи достичь не удалось, однако собранные данные дали богатую пищу для размышлений и стали базой дальнейших экспедиционных исследований крупномасштабного циклонического круговорота Уэдделла.

В результате эксперимента была сформулирована физически обоснованная схема формирования полыньи Уэдделла и впервые описано состояние и особенности структуры океана, ледяного покрова и приземного слоя атмосферы данного района в зимний период. Была установлена важная климатообразующая роль района полыньи Уэдделла и круговорота в целом, сформулированы цели и задачи дальнейших исследований круговорота Уэдделла как самостоятельной гидрофизической системы.

В соответствии с ними в 1984 и 1988 годах в круговороте Уэдделла было осуществлено еще несколько экспедиций, проведенных в летний период на НИС «Профессор Визе» и НИС «Профессор Зубов» и позволивших разработать планы для новых зимних экспедиций. В том же 1988 году первые океанографические станции в Южном океане были сделаны с борта нового флагмана флота ААНИИ — НЭС «Академик Федоров». И первая глубоководная гидрологическая станция была сделана в первом рейсе нового судна 11 января 1988 года в 10-балльном льду в море Моусона (всего в первом рейсе было сделано 49 станций, основная часть в море Росса). Ледовые качества судна открыли широкие возможности для исследования антарктической зоны. Во втором рейсе было выполнено 32 станции, в основном в районе российских антарктических станций с рекогносцировочной целью и для пополнения базы океанографических данных. Практически в это время была сформулирована долгосрочная программа «Международные исследования антарктической зоны Южного океана» (IAZone — International Program of Investigation of the Antarctic Zone of the Southern Ocean), имевшая своей главной задачей исследование условий формирования антарктического морского ледяного покрова. Первым шагом в реализации этой программы стала международная зимняя экспедиция в район круговорота Уэдделла 1989 года. Она была организована ААНИИ совместно с Институтом полярных и морских исследований Альфреда Вегенера (ФРГ) на научно-исследовательских судах «Академик Федоров» и «Поларштерн».

Экспедиция проводила работы в круговороте Уэдделла в сентябре–ноябре 1989 года в период максимального развития ледяного покрова. За время работ было выполнено 127 судовых и 18 вертолетных гидрологических станций на нескольких пересекающих круговорот разрезах и на полигоне к западу от поднятия Мод.

Выполнение научной программы экспедиции позволило получить наиболее полный к тому моменту массив данных по различным дисциплинам, описывающий зимние условия в Южном океане в период максимального развития ледяного покрова.



Положение глубоководных гидрологических станций (красные точки), выполненных НЭС «Академик Федоров» с 1988 по 2017 год. Показана циркуляция на поверхности океана, заштрихована область Антарктического циркумполярного течения.

В частности, подтверждена тесная связь между состоянием слоя глубинной воды и характеристиками ледяного покрова (в среднем при более теплом слое глубинной воды лед тоньше), доказана особая роль поднятия Мод в создании характерной динамики района, экспериментально подтвержден механизм образования полыньи Уэдделла, обнаружен ряд новых аспектов биологической активности антарктических вод в зимних условиях.

Буквально через два года уникальные возможности «Академика Федорова» были реализованы в крупнейшей международной экспедиции, вклад которой в исследования Южного океана трудно переоценить. Дело в том, что к концу 1980-х годов в круговороте Уэдделла оставалась неисследованной (из-за сложных ледовых условий) крайняя западная, прилегающая к Антарктическому полуострову акватория. Вместе с тем сформировавшиеся к этому времени представления о структуре и циркуляции вод круговорота Уэдделла и роли гидрофизических процессов в этом регионе в общей климатической системе сделали проведение экспедиционных исследований в этом регионе весьма актуальным.

Для проведения экспедиционных работ в этом районе была подготовлена и осуществлена совместная российско-американская экспедиция «Дрейфующая станция «Уэдделл-1»». Ключевым моментом в этом комплексном натурном эксперименте была организация дрейфующей станции, поскольку в мировой практике использование морского антарктического льда для этих целей не имело прецедента.

Задачей экспедиции было получение данных о состоянии системы глубокий океан — верхний слой океана — дрейфующий лед — пограничный слой атмосферы для района, где формируются наиболее холодные модификации водных масс Мирового океана. Эти данные необходимы для определения количественных параметров вертикального обмена в указанной системе и связи их с горизонтальными переносами, что в конечном счете даст возможность оценить влияние процессов на шельфе и склоне Антарктического полуострова на планетарные климатические процессы.

Ключевую роль в реализации планов экспедиции сыграло НЭС «Академик Федоров», осуществившее организацию



НЭС «Академик Федоров» и НИЛ «Поларштерн» во льдах круговорота Уэдделла (октябрь 1989 года).

дрейфующей станции и совместно с НИЛ «Натаниэль Палмер» обеспечившее ее эвакуацию.

В результате проведенной ледовой разведки была выбрана льдина для дрейфующей станции «Уэдделл-1» в точке с координатами 71° 36.8' ю.ш., 49° 45.4' з.д. В режиме автономного дрейфа станция «Уэдделл-1» проработала с 12 февраля по 4 июня 1992 года и закончила работу в точке 65° 38' ю.ш., 52° 25' з.д.

За период с февраля по июнь 1992 года было выполнено более 250 гидрологических станций. Наблюдения велись с дрейфующего ледяного поля, с вертолета на зональных разрезах, пересекающих шельф и материковый склон, и с борта научно-исследовательских судов «Академик Федоров» и «Натаниэль Палмер». Одновременно был выполнен большой комплекс исследований ледяного покрова и приледного слоя атмосферы. За период с 11 февраля по 9 июня дрейфующая станция «Уэдделл-1» прошла путь по меридиану с юга на север около 400 миль со средней скоростью около 3 миль в сутки.

В результате была получена уникальная информация о крупномасштабной структуре и циркуляции вод западного звена круговорота Уэдделла, пространственных и временных особенностях изменчивости тонкой структуры подледного слоя океана, особенностях процессов взаимодействия в системе «океан – лед – атмосфера», особенностях строения и структуры морского льда, деформационных процессах в ледяном покрове и т. д. Значение этих работ огромно хотя бы уже потому, что они велись по специально разработанным программам, направленным на решение проблем не только гидрологии Южного океана, но и гидрологии Мирового океана в целом.

С 1993 по 1996 год в экспедиционных исследованиях Южного океана судами флота ААНИИ (а в этот период уже только НЭС «Академик Федоров» могло выполнять такие исследования) был перерыв. Возобновлены работы были в 1997 году. За период с 1997 по 2017 год научные океанографические наблюдения с борта НЭС «Академик Федоров» не проводились только в 2002 и 2003 годах.

Основным районом океанографических исследований стал залив Прюдс, что связано как с его расположением на маршру-

те переходов судна для обеспечения антарктических станций, так и с объективно существующим интересом к режиму этого района. Предполагалась важная роль этого района в процессах вентиляции глубинных и формировании антарктических донных вод. Программы океанографических наблюдений, разработанные специалистами ААНИИ, были направлены на исследование этой проблемы. Согласно этим программам выполнены океанографические станции как на юго-западе залива, вблизи фронта шельфового ледника Эймери, так и на открытой границе залива, через шельф и материковый склон.

В результате проведенных исследований были установлены характеристики и ареал распространения переохлажденных (вследствие взаимодействия с нижней поверхностью шельфового ледника Эймери) шельфовых вод. Разрезы, впервые выполненные через материковый склон в этом районе с высоким пространственным разрешением (расстояние между станциями 3–4 мили), позволили получить уникальную информацию о структуре вод в области антарктического склонового фронта, установить параметры фронта, определить характеристики водных масс. Была исследована структура антарктического склонового фронта на различных участках материкового склона, получены данные о сезонной изменчивости его параметров. Впервые получено подтверждение данными наблюдений факта формирования в этом регионе антарктических донных вод, определены их характеристики, локализован район формирования.

Новым важным этапом исследований Южного океана стал Международный полярный год 2007/08.

В период МПГ 2007/08 были запланированы и реализованы проекты «Взаимодействие вод антарктического склона и шельфа в синоптическом масштабе» (Synoptic Antarctic Shelf Slope Interaction Study – SASSI) и «Климат Антарктики и Южного океана» (Climate of the Antarctic and Southern Ocean – CASO), в выполнении работ по которым приняло активное участие НЭС «Академик Федоров».

Главные задачи проекта CASO — получить «моментальный снимок» процессов в Южном океане, оценить роль Южного



НЭС «Академик Федоров» у льдины станции «Уэдделл-1».

океана в формировании прошлого, настоящего и будущего климата, включая взаимосвязи между зональной и меридиональной циркуляциями, трансформации водных масс, взаимодействие между океаном и криосферой, и, наконец, получить обоснование концепции создания экономически эффективной системы наблюдений для южной полярной области.

Проект SASSI нацелен на исследование районов шельфа и склона вокруг Антарктики, являющихся основными районами формирования донных вод. В рамках этого проекта, в котором участвовало 13 стран, производились измерения температуры, солёности и скорости течений на континентальном шельфе и склоне Антарктики на коротких разрезах с высоким пространственным разрешением поперек шельфа и склона. Понимание и количественное описание процессов в этой узкой области важно для разработки более совершенных глобальных климатических моделей.

Океанографические исследования ААНИИ в Южном океане по проектам МПГ начались в январе 2007 года в рамках 52-й РАЭ и завершились в 2010 году в период работ 55-й РАЭ. Исследования проводились с борта научно-экспедиционного судна «Академик Федоров».

По проектам CASO и SASSI за полевой период 2007–2009 годов ААНИИ провел четыре экспедиции, учитывая работы в январе 2010 года, формально выходящие за рамки МПГ. По проекту SASSI работы были проведены также и в январе 2011 года в рамках так называемого «наследия МПГ». Работы по этим проектам стали продолжением исследований, проводившихся учеными ААНИИ в рамках национальных и международных программ в предшествующие МПГ годы.

В соответствии с задачами проекта SASSI с борта НЭС «Академик Федоров» были выполнены разрезы через шельф

НЭС «Академик Федоров» вблизи станции Мирный, море Дэйвиса.



и материковый склон в морях Содружества, Рисер-Ларсена, Амундсена и Беллингаузена. Всего, с учетом работ в 2010 и 2011 годах, сделана 91 станция, на 46 из них проводился отбор проб для определения содержания растворенного кислорода, кремния, фосфатов, нитратов, нитритов и аммиака. В январе 2007 года выполнено три меридиональных океанографических разрезов в восточной части моря Содружества, включая залив Прудс (по 62, 64 и 70° в.д., всего 29 зондирований от поверхности до дна океана), в феврале 2007 года — разрез в море Рисер-Ларсена по 15° в.д. (13 зондирований), в феврале 2008 года — разрез в море Амундсена (15 зондирований), в феврале 2010 года — разрез в море Беллингаузена (16 зондирований), в январе 2011 года — повторное выполнение разреза по 70° в.д. в восточной части моря Содружества (18 зондирований). Все перечисленные разрезы отличаются высоким пространственным разрешением, особенно в области материкового склона. Расстояние между станциями на склоне уменьшалось до 2 км, что дало возможность получить подробную картину структуры вод этого района.

Проведение МПГ 2007/08 стимулировало выполнение широкого комплекса междисциплинарных исследований ключевых компонентов климатической системы Антарктики, включая Южный океан. Результаты океанографических съемок, анализ новой объемной океанографической информации, численные модели помогут получить более надежные оценки параметров изменения климата и интерпретировать роль Южного океана в формировании глобального климата. Последующие после МПГ 2007/08 годы основным районом океанографических исследований оставался район залива Прудс, работы НЭС «Академик Федоров» были ориентированы на продолжение изучения процессов на шельфе и материковом склоне, приводящих к формированию донных вод. Регулярное повторение разреза по 70° в.д. и выполненная в 2016 году подробная съемка шельфа и верхней части материкового склона на участке между 70° и 71° в.д. позволили существенно продвинуться в понимании роли залива Прудс в формировании донных вод и рассчитывать на хорошие перспективы в планировании дальнейших исследований, направленных на понимание основных причин, влияющих на изменчивость во времени процессов формирования донных вод.

Роль НЭС «Академик Федоров» в изучении режима вод и льдов антарктической зоны Южного океана трудно переоценить, как нельзя не оценить высоко работу экипажа и научно-технической службы судна. Руководимая такими замечательными специалистами, бывшими в разные периоды помощниками капитана по научной части, как В.С. Папченко, В.Н. Зайцев, Е.М. Колтышев и В.П. Бунякин, эта служба обеспечила проведение океанологических наблюдений в разных по сложности ледовых и погодных условиях, подготовку и содержание приборного комплекса в необходимом для выполнения наблюдений состоянии. И всем им наша благодарность и признательность.

*Н.Н. Антипов, А.В. Клепиков (ААНИИ).
Фото из архива ААНИИ*