

К 30-ЛЕТИЮ ДРЕЙФА ЭКСПЕДИЦИИ «УЭДДЕЛЛ-1»

КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В феврале–июле 1992 года в западной части моря Уэдделла проходила экспедиция, отличительной чертой которой было то, что она работала не с исследовательского судна, а на морском льду. Это была первая в истории изучения Южного океана дрейфующая научная станция. Экспедиция была организована совместными усилиями нескольких университетов США, поддержанных Национальным научным фондом США, и Госкомгидромета и Академии наук СССР, имевших финансовую поддержку Государственного Комитета по науке и технике СССР. Подробная информация об организации, согласованию тем исследований, руководству, обеспечению материально-техническими средствами и оборудованием, обсуждению логистических и прочих важных задач приведена в статье (Лукин В.В. На льдине через море Уэдделла: (К 30-летию со дня открытия первой антарктической дрейфующей научной станции) // Лед и Снег. 2022. Т. 62. № 2. С. 305–320.). В настоящем сообщении обсуждается научная часть программы, компоненты которой были объединены в четыре основных блока: океанография, морской лед, атмосфера и биология. Общая идея, связывавшая все блоки программы, состояла в том, чтобы на основе полученных материалов достигнуть прогресса в понимании причин сезонной и межгодовой изменчивости океанологических процессов в зоне морских антарктических льдов и их влияния на глобальные процессы в атмосфере и Мировом океане.

Отечественная сторона включала 15 специалистов, имевших большой опыт работ на дрейфующих станциях «Северный полюс». Станция «Уэдделл-1» была открыта 11 февраля 1992 года на $71^{\circ} 48'$ ю.ш., $51^{\circ} 43'$ в.д. После четырехмесячного дрейфа вдоль материкового склона она была закрыта 9 июня 1992 года на $65^{\circ} 38'$ ю.ш., $52^{\circ} 25'$ в.д. В организации и эвакуации станции принимали участие НЭС «Академик Федоров» (Россия) и НИЛ «Nathaniel V. Palmer» (США), а также по два вертолета с каждой стороны. Ниже представлены краткие результаты исследований и ответственные исполнители тем по каждому блоку программы.

Океанография. А. Gordon, В. Huber (Lamont-Doherty Geological Observatory), А.И. Данилов (ААНИИ). За период дрейфа получены данные, характеризующие вертикальную структуру водных масс и их циркуляцию от поверхности до дна, а также перенос теплового потока в системе атмосфера — лед — океан и его изменчивость в пространстве и времени. Были выполнены измерения скоростей течений, горизонтальной и вертикальной структуры и временной изменчивости западного пограничного течения, контактирующего с ледяным покровом. Особый интерес представляют данные исследования процессов формирования донных вод на шельфе западной части моря Уэдделла с использованием изотопных трассеров. Было показано, что формирующиеся в этом районе донные воды (толщиной около 300 м) с высоким содержанием кислорода представляют собой двуслойную систему, в которой слой с низкой соленостью нахо-

Российские участники экспедиции «Уэдделл-1» на пути домой после дрейфа на борту НЭС «Академик Федоров» в Балтийском море. Стоят: Валерий Коростелев, Василий Кузнецов, Игорь Мельников, Константин Сухороков, Борис Иванов, Валерий Лукин, Владимир Грищенко, Владимир Чурун, Евгений Новохатский, Сергей Касьянов; сидят: Дмитрий Кирюничев, Александр Макштас, Вячеслав Ярославцев, Валерий Карпий, Сергей Лабинский. Фото из архива ААНИИ



дится над слоем с более высокой соленостью. Эта сложная структура донной воды разрушается около 66° ю. ш. вследствие вертикального перемешивания и дальнейшего продвижения с континентального склона в глубину. Образующиеся в конечном счете донные воды, выходящие за пределы западной части круговорота Уэдделла, представляют собой смесь вод с низкой и высокой соленостью и вносят значительный вклад в общий баланс формирования донных антарктических вод.

Атмосфера. E. Andreas (Cold Regions Research and Engineering Laboratory), А.П. Макштас (ААНИИ). Были выполнены исследования структуры атмосферного пограничного слоя, природы турбулентного переноса вблизи поверхности ледяного покрова и измерения непрерывных энергетических потоков, составляющих радиационный баланс на ледяной поверхности. Несмотря на то, что ледовая станция дрейфовала в районе с высокой концентрацией паковых льдов, было показано, что открытый океан оказывал сильное влияние на метеосостояние поверхностного слоя. Было отмечено, что в конце апреля северный ветер, принесший в район дрейфа станции теплый морской воздух, вызвал резкое повышение температуры снежно-ледяного покрова, до -3 °С, что, в свою очередь, отразилось на динамике физико-химических процессов льда и контактирующего с ним водного слоя.

Морской лед. S. Ackley (Cold Regions Research and Engineering Laboratory), В.Н. Смирнов, В.Д. Грищенко и В.Н. Чурун (ААНИИ). За период дрейфа проведена серия наблюдений за динамическими процессами ледяного покрова в масштабе 25–30 км в совокупности с данными по метеорологии и океанографии. На основе морфометрических измерений верхней и нижней поверхностей льдины, на которой располагался лагерь дрейфующей станции, было установлено, что она состоит из отдельных небольших по размеру двух- и однолетних льдин. Одновременное использование аппаратуры, измеряющей напряжения в ледяных полях под воздействием динамических процессов, и дистанционной

аэрокосмической аппаратуры позволило обнаружить некоторые ранее не исследованные особенности роста льда в западной части моря Уэдделла. Они определяются комбинацией процессов роста льда на открытой воде и в зонах торошения, промерзания снежного слоя при затоплении льда вследствие снегонакопления на верхней поверхности. Новообразование льда в западной части круговорота моря Уэдделла сходно с его образованием в центральной и восточной частях, хотя особенности процессов формирования ледяного покрова в этих районах сильно различаются.

Биология. С. Sullivan, С. Fritsen (University of the Southern California), И.А. Мельников (ИО РАН). Цель этого блока программы была направлена на изучение влияния морского льда на биологическую продуктивность и структуру экосистемы пелагиали западной части моря Уэдделла, поверхность которого круглогодично занята сплошным ледяным покровом. Стратегия сбора материалов состояла в исследовании всех типов морских льдов в районе дрейфа станции, а также поверхностной водной

массы, определяющей свойства морского льда и в особенности верхнего, контактирующего со льдом слоя. Помимо долгопериодных наблюдений, были выполнены исследования развития ледовой флоры в молодых льдах, формирующихся на открытой воде с периодичностью от минут до нескольких часов. Ледовую биоту, связанную с нижней поверхностью льда, изучали, используя легководлазную технику, а планктонные сообщества — используя вертикальные сетные ловы. На основании полигонных наблюдений за развитием ледовых сообществ было установлено, что ледовые микроорганизмы сохраняют физиологическую активность по всей толще многолетних и однолетних льдов, включая их верхние, контактирующие со снежной поверхностью слои. Эксперименты *in situ* с формирующимися молодыми льдами, имеющими развитую систему капилляров и каналов стока, позволили описать механизм такого обмена жидкой фазой между льдом и водой, а подледные наблюдения дали возможность дополнительно оценить их количество и размеры. Измерение биомассы ледовых водорослей по толщине льда показало значительную изменчивость как в пределах вертикальной структуры льда, так и в пространственно-временных масштабах в районе дрейфа. Распределение планктона показало, что основным его доминантом — копеподами — распределены ранней зимой в водном столбе выше слоя пикноклина и не совершают суточных миграций в западной части моря Уэдделла, постоянно занятой мощным ледяным покровом, хотя в открытой ото льда восточной части этого моря те же виды копепод в это время совершают суточные миграции.

В чем состоит уникальность экспедиции «Уэдделл-1»? С научной точки зрения это то, что впервые был использован долговременный междисциплинарный подход к исследованию в Антарктике взаимодействия воздушно-водно-ледовой климатической системы с постоянно существующим морским ледяным покровом. С логистических и организационных позиций ее уникальность состоит в том, что был продемонстрирован

пример положительного взаимовыгодного сотрудничества между странами-участниками Договора об Антарктике в проведении сложных, дорогостоящих научных исследований в таком важном и труднодоступном районе Южного океана. Такая кооперация действительно создала условия и направление для дальнейших исследований физических, химических и биологических процессов этой важной климатической системы южнополярной области. Проведенная экспедиция и ее научные результаты стимулировали создание международной рабочей группы «Sea Ice Ecology» под эгидой SCOR, которая, в свою очередь, стала центром обсуждения всех проблем, связанных с изменениями природной среды в Южном океане в условиях изменяющегося климата.

В завершение хотелось бы вспомнить об удивительных гостях, посетивших нашу станцию, — императорских пингвинах, наблюдение за которыми в течение двух недель доставляло нам большое удовольствие.

И.А. Мельников (ИО РАН)



Императорские пингвины на «Уэдделл-1», июнь 1992 года.
Фото из архива ААНИИ