



Ледовая обстановка 29 июля 2013 г. в точке 85° 40' с.ш. 52° 57,6' в.д.
Фото И.В.Приданникова (РОСМОРПОРТ).

белых медведей, моржей, тюленей или следов их недавнего пребывания.

Инструментальные наблюдения за толщиной льда проводились с помощью специального телевизионного комплекса, включающего в себя телекамеру, фиксирующую вывороты льдин при прохождении ледокола. Телекомплекс обеспечивает измерения с частотой один кадр в секунду, после чего с помощью специального программного обеспечения определяется толщина льда вдоль всего маршрута. Телекомплекс подключен к компьютеру параллельно с GPS и синхронизирован по времени.

Основная особенность ледовой обстановки на стандартном маршруте – практически полное отсутствие многолетних льдов. Двухлетние льды обнаруживались преимущественно на участке маршрута между 84 и 86° с.ш., где их количество не превышало 2–3 баллов. Также можно отметить относительно небольшую торосистость – не более 2–3 баллов – и достаточно сильную раздробленность льда. Средняя толщина однолетнего льда составляла ориентировочно: до 84° с.ш. – 80–

100 см, от 84 до 86° с.ш. – 100–120 см, от 86 до 88° с.ш. – 120–140 см, от 88 до 90° с.ш. – 140–160 см. К концу рейсов разрушенность льда в прикромочной зоне составляла до 5 баллов, в районе Северного полюса не более 1–2 балла, снег на всем маршруте практически полностью стаял, лишь севернее 85° 50' с.ш. снежный покров еще был сплошным, но не превышал 15–20 см. Сплоченность льда в период плавания ледокола заметно уменьшилась, и после 26 июля нигде на маршруте не наблюдалось льдов сплоченностью 10 баллов.

В окрестности архипелага Земля Франца-Иосифа после 22 июля морской дрейфующий лед не наблюдался – только айсберги и обломки айсбергов.

В целом ледовую обстановку в течение первого и второго рейсов (с 20 июня по 12 июля) можно охарактеризовать как легкую, а в течение третьего и четвертого рейсов (с 15 июля по 6 августа) как экстремально легкую.

*Н.В.Федоренко, О.В.Фоломеев,
С.В.Фролов (ААНИИ)*

ЭКСПЕДИЦИЯ «AREX-2013» НА БОРТУ ПАРУСНО-МОТОРНОГО СУДНА «ОКЕАНИЯ»



Парусно-моторное судно «Океания».
Фото И.Вищневска.

Морская часть научно-исследовательской экспедиции «AREX-2013» (The Arctic Experiment) под руководством доктора А.Бешчински-Мюллер (Институт океанологии Польской академии наук, ПАН) проходила с 20 июня по 26 июля 2013 г. в Норвежском и Гренландском морях, в районе пролива Фрама и подводного плато Ермак к северу от Шпицбергена.

Основной задачей экспедиции являлось выполнение океанографических измерений для исследования термохалинной структуры водных масс и оценки интенсивности процессов трансформации атлантических вод в северо-восточной части Гренландского моря и на шельфе Норвежского и Баренцева морей.

С целью мониторинга и получения многолетнего ряда данных океанографические работы проводились на разрезах, выполняемых в течение ряда лет (см. рисунок на с. 14), перпендикулярно основному потоку атлантических вод и на шельфе Баренцева моря. Основные исследования были сконцентрированы в северной

части пролива Фрама, где происходят процессы, регулирующие поступление атлантических вод в Арктический бассейн через пролив, и рециркуляция вод.

Экспедиционные исследования выполнялись на борту парусно-моторного судна «Океания» длиной около 50 м, принадлежащего ПАН. Судно вышло 12 июня 2013 г. из порта Гданьска и после захода в норвежский порт Тромсё, где приняло на борт научную группу, взяло курс на первую запланированную станцию.

В состав экспедиции входили сотрудники лабораторий циркуляции океана, экологии планктона, морской и атмосферной оптики, дистанционного зондирования и морской акустики Института океанологии ПАН, а также сотрудник отдела океанологии ГНЦ РФ ААНИИ. Всего на борту находилось 27 участников рейса, 13 из которых составляли научную группу (магистры, аспиранты, преподаватели и другие сотрудники).

В рамках океанографических работ было выполнено более 150 глубоководных гидрологических станций на 13 разрезах с целью зондирования водной толщи при помощи CTD-зонда «Seabird», укомплектованного датчиками SBE3, SBE4, SBE50, SBE43, измеряющими температуру, электропроводность, давление, процентное содержание растворенного кислорода соответственно, а также оптическим сенсором Rinko III, определяющим содержание растворенного кислорода в воде. Для измерения профиля течения в водной толще был использован акустический доплеровский измеритель течения (Lowered Acoustic Doppler Current Profiler (LADCP)). Было отобрано и заморожено более 200 проб воды для дальнейшего анализа на соленость и содержание биогенных соединений в лаборатории института океанологии в Польше. Отбор проб осуществлялся стандартными батометрами Нискина объемом 5 л, входящими в зондирующий комплекс. Также осуществлялся отбор проб для определения содержания «желтого вещества» (CDOM – Chromophoric Dissolved Organic Matter), с последующей фильтрацией и проведением анализа на спектрофотометре в судовой лаборатории.

В рамках совместного проекта с немецким Институтом полярных и морских исследований им. Аль-

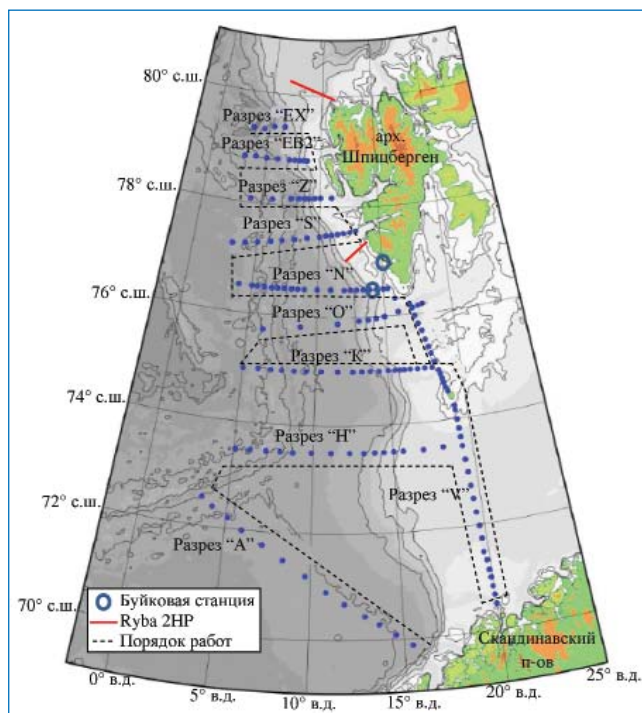


Схема расположения океанографических станций экспедиции «AREX».

фреда Вегенера был произведен запуск беспилотного подводного аппарата «Seaglider», позволяющего измерять температуру, соленость и другие характеристики морской воды непрерывно в течение 10 месяцев.

Использование способа быстрой океанографической съемки, выполняемой на замедленном ходу судна с помощью ныряющего CTD-зонда по типу RYBU 2HP, позволило получить до 150 вертикальных профилей температуры и солености для одного разреза. CTD-зонд помещается в специальный металлический корпус обтекаемой формы и буксируется за исследовательским судном на тросе, длина которого соответствует требуемой глубине

зондирования. Скорость погружения аппарата может регулироваться его собственным весом и весом дополнительного груза.

Помимо вышеперечисленных работ были осуществлены подъем и замена двух автономных буйковых станций, а также была установлена станция, оснащенная регистраторами данных типа «Tinytag Aquatic 2» со встроенными датчиками температуры, спроектированными для длительного пребывания в воде.

Работа биологической группы заключалась в отборе планктонных проб сетями и мультисетями для последующего сравнения с результатами,

полученными при помощи оптического прибора LOPC (Laser-Optical Plankton Counter), позволяющего различать и фиксировать скопления организмов размером от 100 мкм на глубине до 600 м.

Сотрудники лаборатории морской и атмосферной оптики занимались измерениями прямой солнечной ультрафиолетовой радиации, общего содержания водяного пара и спектральной оптической толщины с помощью прибора MICROTOPS, представляющего собой ручной компактный спектрофотометр.

В середине рейса судно выполнило высадку некоторых членов научной группы на польской научно-исследовательской станции Хорнсунд, которая располагается на побережье гавани Исьборн Хорнсундфьорда, архипелага Шпицберген, для проведения сезонных работ, а также забрало часть зимовочного состава станции.

CTD-зонд «Seabird», акустический доплеровский измеритель течения (Lowered Acoustic Doppler Current Profiler (LADCP)) и комплект стандартных батометров (Carousel Water Sampler) в составе зондирующего комплекса. Фото К.Дея (Институт океанологии ПАН (IOPAN)).



В данный момент на станции проводятся исследования по следующим направлениям:

- метеорология – сбор данных для синоптических целей и для выявления климатических изменений;
- сейсмология – измерения сейсмичности района архипелага Шпицберген;
- геомагнетизм – регистрация изменений магнитного поля Земли;
- зондирование ионосферы – определение структуры и коэффициента поглощения ионосферы;
- гляциология – измерения динамики ледников;
- атмосферное электричество – определение величины напряженности электрического поля Земли;
- экологический мониторинг – проведение физико-химического анализа загрязнений воды и воздуха, а также изотопного состава снежного покрова.

Окончание первой, «морской» части экспедиции, как и планировалось, состоялось 24 июля 2103 г. в Лонгйи-

ре, Шпицберген, после чего началась вторая, «фьордовая» часть, нацеленная на проведение экологического мониторинга во фьордах Шпицбергена.

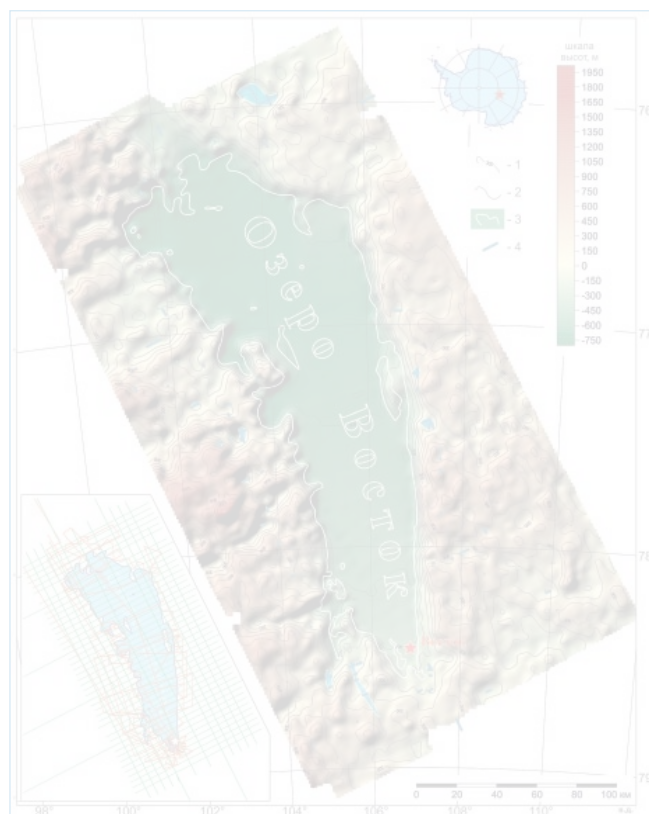
Результаты, полученные в рамках экспедиции «AREX», являющейся частью норвежско-польского проекта «AWAKE» (Arctic Climate and Environment of the Nordic Seas and the Svalbard – Greenland Area), будут использованы для изучения процессов, происходящих в Атлантическом секторе Арктики. В центре внимания ученых остаются исследования глубинной циркуляции океана, обмена между водами шельфа, фьордов и глубинными водными массами пролива Фрама, долгосрочные изменения температуры воздуха и воды, а также процессы, формирующие пресноводный баланс поверхностных вод.

И.А. Семерюк (ААНИИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ НАЗЕМНЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АНТАРКТИДЕ

Путь от первого предложения об использовании электромагнитных волн для измерения толщин ледника, которое было оформлено авторским свидетельством с приоритетом в 1956 г., до практического воплощения этой плодотворной идеи в виде прибора занял более пяти лет. Сами же отечественные радиолокационные исследования были начаты ровно пятьдесят лет назад. В ходе летнего полевого сезона 9-й Советской антарктической экспедиции (1963–1964 гг.) сотрудниками отдела физики льда ААНИИ в районе обсерватории Мирный были выполнены первые опытно-методические работы по внедрению этого нового геофизического метода. К концу 60-х гг. прошлого века разработки были полностью завершены и натурные измерения подтвердили возможность практического использования метода радиолокационного зондирования. С тех самых пор он успешно применяется нашими учеными в наземных и авиационных исследованиях Антарктиды.

Метод радиолокационного профилирования уникален в своем роде. На сегодняшний день он является



Подледный рельеф района озера Восток:

- 1 – изогипсы подледного рельефа; сечение изолиний 150 м; 2 – уровень моря;
3 – береговая линия озера Восток; 4 – подледниковые водоёмы.

На врезке приведена схема расположения использованных геофизических данных; красным цветом показаны отечественные радиолокационные маршруты, зеленым – маршруты американской аэрогеофизической съемки.

единственным методом, который позволяет оперативно изучать строение ледника и подледный ландшафт, а также выявлять и картировать подледниковые водоёмы. В частности, именно с его помощью была определена береговая линия подледникового озера Восток.

Радиолокационные исследования, выполненные с целью изучения района подледникового озера Восток в полной мере продемонстрировали возможности этого метода. Этот уникальный природный феномен был открыт в 1993 г. в ходе анализа данных спутниковой альтиметрии. Практически сразу после этого отечественные исследователи начали его планомерное изучение посредством сейсмических зондирований методом отраженных волн и наземного радиолокационного профилирования. На начальном этапе радиолокационные работы возглавлял известный

ученый и исследователь Антарктиды А.Н.Шереметьев, а впоследствии и автор этой статьи. В общей сложности в ходе изучения этого района было выполнено 5190 пог. км радиолокационных маршрутов. Обобщение