

по окончании экспедиции в соответствии с планом остались работать в составе дрейфующей станции СП-39. Один из механиков СП-39 С.Г.Мурашкин через ледовую базу Барнео вернулся на Родину.

В целом все задачи экспедиции были успешно выполнены. Следует особо подчеркнуть высокий

профессионализм работы логистической группы экспедиции Российского географического общества, действующей на архипелаге Шпицберген и на ледовой базе Барнео.

*В.Т.Соколов, начальник ВШЭ «Север-2012»  
(ААНИИ)*

## ЭКСПЕДИЦИЯ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-2012» НА ЛЕДОВОЙ БАЗЕ БАРНЕО

Весенние экспедиционные исследования 2012 г. в приполюсном районе Арктики являются продолжением работ, начатых в период проведения Международного полярного года 2007/08 в рамках проекта «Панарктическая ледовая дрейфующая экспедиция» (ПАЛЭКС), организованного Институтом океанологии РАН (ИО РАН).

Исследования, проведенные в предыдущие годы, позволили получить уникальную информацию о физических, химических и биологических характеристиках морского льда и водных масс в околополюсном, чрезвычайно труднодоступном в это время года районе Арктического бассейна (АБ), а также продолжить мониторинг природных процессов, протекающих здесь в условиях современного изменения климата.

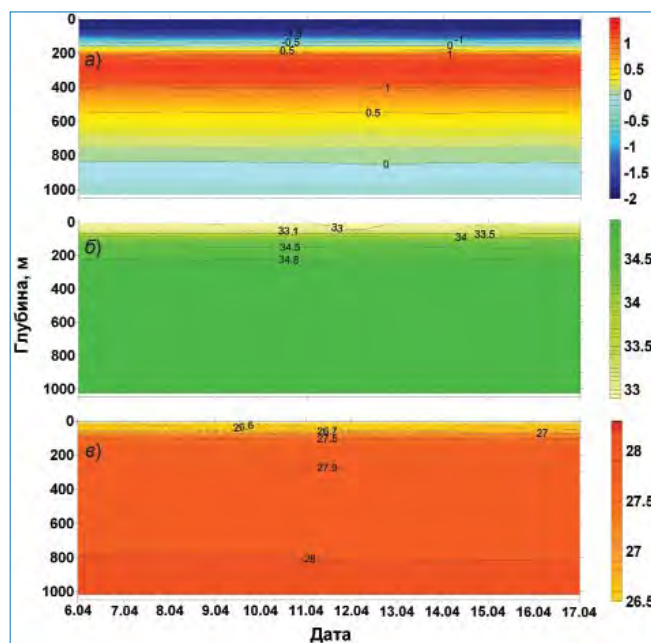
Основной целью экспедиции 2012 г. было получение комплексной информации о состоянии природной среды приполюсного района и процессах, в ней протекающих. В рамках программы исследований были выполнены: комплекс метеорологических и океанографических наблюдений, измерения общего содержания озона в атмосфере и исследования реакции ледяного покрова на внешние возмущения. Все наблюдения проводились силами сотрудников Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ) в содружестве с сотрудниками ИО РАН и ГОИН. Как и в предыдущих экспедициях, ледовая база Барнео, располагающаяся в районе 89° с.ш., использовалась как основная научная платформа для выполнения всех запланированных видов наблюдений.

ААНИИ представляла группа специалистов высокоширотной арктической экспедиции «Северный полюс-2012» в составе: О.М.Андреева и А.В.Губина (метеорологи), А.А.Балакина (океанолога), А.Н.Павлова (ледоисследователя).

### Океанографические наблюдения

В ходе проведения океанографических наблюдений были получены новые данные о состоянии водных масс в приполюсном районе АБ. В качестве средств измерения и регистрации использовались зонды CTD фирмы «Sea Bird». С помощью лебедки «СП-77» проводились ежедневные зондирования водной толщи до глубины 1000 м. В период с 5 по 12 апреля 2012 г. с использованием CTD-зондов, размещенных на трех горизонтах в слое скачка плотности, была выполнена подледная буйковая станция. Некоторые предварительные результаты измерений представлены на рисунке.

Как видно из рисунка, на разрезе хорошо прослеживаются типичные для данного района АБ во-



Гидрологический разрез, построенный по результатам наблюдений в период дрейфа: а – температура, б – соленость, в – плотность морской воды на разрезе.

дние массы. Арктическая зимняя водная масса располагается в слое от поверхности до глубины 60–70 м. Данный слой характеризуется температурой (–1,81 °C) и соленостью (33,05 ‰) во всей толще. Относительно результатов, полученных в предыдущей экспедиции, можно отметить, что температура воды в слое понизилась на 0,01 °C, а соленость увеличилась на 0,25 ‰.

Под арктической зимней водной массой располагается слой скачка плотности. На представленном разрезе толщина этого слоя находится в пределах 89–109 м. В слое скачка среднее значение градиента составляет порядка 0,021 г/см³ на метр.

Ниже располагается слой атлантических вод, верхнюю и нижнюю границы которого принято проводить по нулевой изотерме. Верхняя граница данного слоя находится в пределах 153–162 м, а нижняя в пределах 832–854 м. Эти величины сопоставимы с данными прошлых лет.

Горизонт расположения ядра атлантических вод варьирует в пределах 277–306 м. Максимальная температура атлантических вод в период наблюдений находилась в пределах от 1,26 до 1,29 °C. Заметим, что в апреле 2011 г. максимальная температура находилась в пределах от 1,28 до 1,38 °C. Интересным фактом является наличие в ядре атлантических вод ряда четко прослеживающихся квазиоднородных по температуре и солености слоев мощностью от 15 до 40 м.

## Метеорологические исследования

Стандартные метеорологические наблюдения в ходе экспедиции выполнялись с помощью автоматической метеостанции Vaisala WXT 520. Ее данные использовались как для обеспечения полетов самолетов, так и для оценки теплового баланса ледяного покрова.

Следует отметить, что исследования теплового баланса поверхности ледяного покрова центральной части Арктического бассейна, выполненные в предшествующие годы специалистами ААНИИ, выявили необходимость усовершенствования имеющихся и разработки новых, более корректных параметризаций термических и радиационных процессов, протекающих на границах и внутри снежно-ледяного покрова во всем его морфологическом многообразии. При этом натурные исследования и эксперименты остаются единственным источником получения новых знаний о физических процессах, протекающих в морском льду, необходимых для разработки новых моделей. Полученные натурные данные обеспечивают верификацию имеющихся и способствуют созданию новых математических моделей морского льда, включая их применение для описания термодинамических процессов, протекающих как в отдельных элементах ледяного покрова (ровный лед, торосы, стамухи, снежницы), так и в совместных динамико-термодинамических моделях ледяного покрова, использующихся для исследования климата полярных областей.

В ходе специальных радиационных измерений были получены новые данные об альбедо различных типов поверхности морского ледяного покрова в весенний период в зависимости от толщины снежного покрова и условий облачности, а также данные о радиационных особенностях поверхности торосистых образований. В частности, проведенные измерения продемонстрировали, что торосистые образования получают значительно больше солнечной энергии, чем ровный лед. Связано это не только с зависимостью уменьшения отражающей способности склона тороса с ростом угла падения солнечных лучей, но и с меньшей заснеженностью более крутых склонов. Торос с более крутыми склонами получает до трех раз больше солнечной энергии, чем пологий. Известно,

что «молодые» торосы с крутыми склонами обычно формируются из менее заснеженных или вообще не заснеженных блоков. Данное обстоятельство позволяет полагать, что количество солнечного тепла, поглощенного таким торосом, будет на порядок больше, чем у «старого» заснеженного тороса. Полученные зависимости будут в дальнейшем использованы для совершенствования описания процессов таяния торосов в динамико-термодинамической модели морского ледяного покрова ААНИИ.

## Исследование общего содержания озона

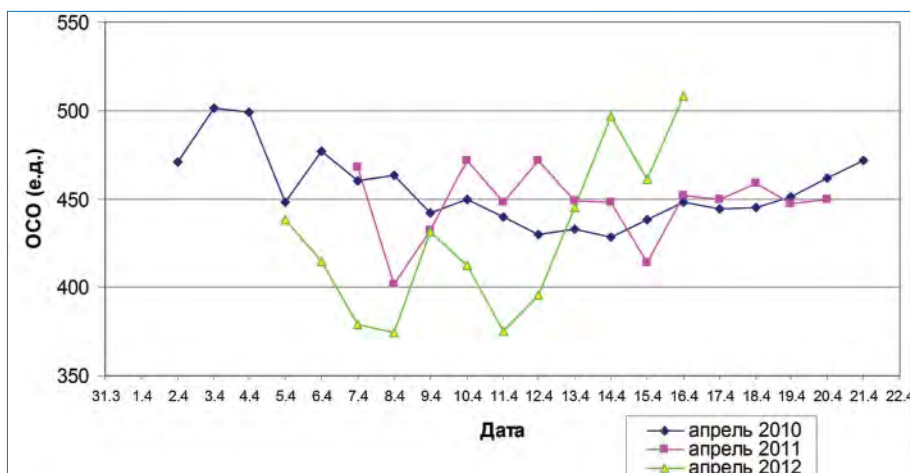
Сравнительные измерения общего содержания озона (ОСО) традиционно проводятся как в районе аэропорта Лонгйир (арх. Шпицберген), так и непосредственно в районе ледовой базы Барнео. Сравнительный анализ результатов показал, что если ОСО в районе арх. Шпицберген вернулось к климатической норме (напомним, что в 2011 г. было зафиксировано значительное уменьшение ОСО в районе архипелага), то в приполюсном районе весной 2012 г. наблюдалось значительное снижение ОСО. Есть основания полагать, что данное снижение ОСО вызвано смещением прошлогодней «озоновой дыры» над Шпицбергеном в район полюса.

## Исследование реакции ледового аэродрома при посадке самолетов и мониторинг состояния дрейфующего морского льда в приполюсном районе Арктики

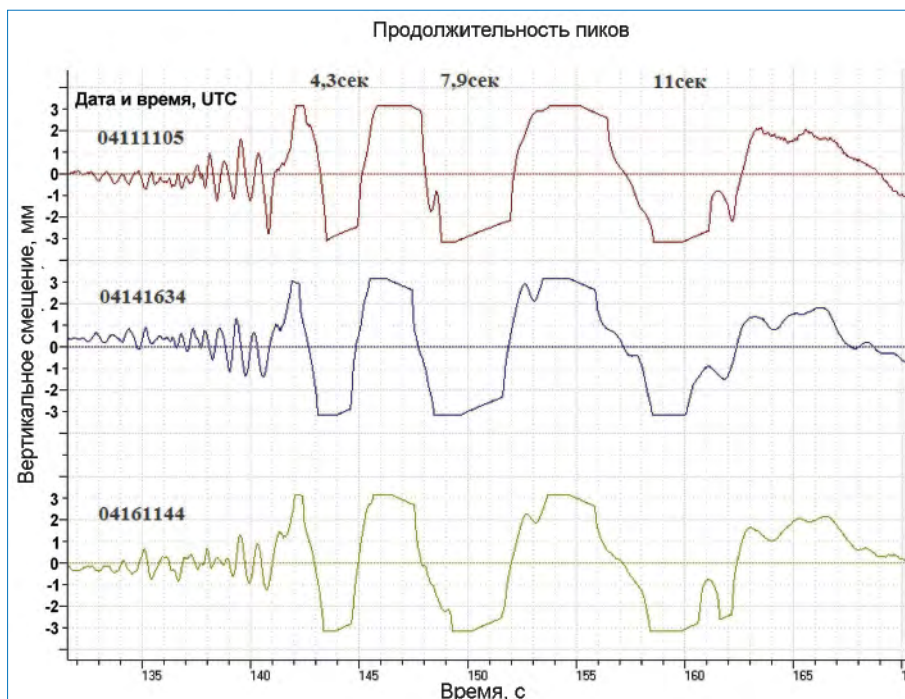
Использование морского льда для устройства ледовых аэродромов успешно практикуется в Арктике много лет. Накоплен большой опыт работ по определению несущей способности льда и соответственного уменьшения риска при работе в различных регионах Арктики. Для определения механических свойств ровного ледяного поля были проведены его испытания как под воздействием воздушных потоков от летящего над ледяным полем самолета, так и при его посадке на лед. При этом измерялись вертикальные колебания льда, параметры которых характеризуют механические свойства ледяного поля как целого. Пример зарегистрированных при посадке самолета колебаний ледяного покрова приведен на рисунке на с. 21.



Подготовка к измерению альбедо снежно-ледяной поверхности походным альбедометром в карданном подвесе.



Эволюция ОСО в приполюсном районе по измерениям, выполненным на ледовой базе Барнео в апреле 2010, 2011 и 2012 гг.



Взлет Ан-74 (слева). Записи скорости вертикальных колебаний ледяного поля (взлетно-посадочной полосы) в разные моменты времени (справа).

### Предварительные результаты экспедиции

В ходе исследований в приполюсном районе Северного Ледовитого океана были получены новые данные о состоянии океанических водных масс и оценки ряда радиационных свойств ледяного покрова. Был продолжен мониторинг метеорологического режима, а также состояния озонового слоя в приполюсном районе в весенний период. Впервые на дрейфующем льду было проведено исследование

физико-механических процессов деформирования ледяного аэродрома как от воздушных потоков летящего над ледяным полем самолета, так и при его посадке и взлете.

Полученные результаты подтверждают необходимость продолжения и расширения работ по программе «Северный полюс (Барнео)».

*О.М.Андреев, А.В.Губин, А.А.Балакин, А.Н.Павлов, А.П.Макштас, В.Т.Соколов (ААНИИ)*

## РАБОТА ОКЕАНОЛОГИЧЕСКОГО ОТРЯДА ВО ВРЕМЯ ВЕСЕННЕЙ ЭКСПЕДИЦИИ «ШПИЦБЕРГЕН-2012»

Основной целью океанологического отряда экспедиции «Шпицберген-2012», проводившейся в апреле 2012 г. в районе острова Западный Шпицберген, было продолжение ряда океанографических наблюдений на акваториях фьордов, возобновленных в 2006 г. Таким образом, решению подлежали следующие задачи:

- продолжение ряда СТД-наблюдений (температура, соленость, давление) в заливе Грэн-фьорд;
- повторение СТД-наблюдений в заливе Билле-фьорд, выполненных летом 2011 г., в весенний сезон;
- расширение по возможности районов исследований.

Экспедиция была организована ААНИИ в рамках темы «Изучение метеорологического режима и климатических изменений в районе архипелага Шпицберген», а также в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 23. Океанологический отряд был сформирован из сотрудников отдела океанологии ААНИИ.

Работы проводились на акваториях трех заливов: Грэн-фьорд, Билле-фьорд и Диксон-фьорд. В период проведения экспедиции в частности и в течение всего зимне-весеннего сезона в целом в районах исследований наблюдалось нехарактерно малое количество морского льда. В заливе Грэн-фьорд ввиду практически полного отсутствия ледяного покрова исследования проводились с борта моторной лодки. Работы в заливе Билле-фьорд планировалось проводить со льда, используя снегоходы, однако состояние ледяного покрова не позволило выполнить запланированные исследования на данной акватории в полном объеме. Заранее предположив сложность или невозможность проведения всех планируемых наблюдений в этом заливе, был рассмотрен альтернативный район для выполнения исследований – залив Диксон-фьорд. По спутниковым данным в нем наблюдался припай, подходящий для проведения работ со льда. Таким образом, размеры полигонов исследований в заливе Диксон-фьорд и в бухте Адольфа (залив Билле-фьорд) были ограничены пригодностью ледяного покрова для работ на нем.