

Маршрут движения «Араона» в период с 9 февраля по 11 марта 2012 г., нанесенный на снимок ИСЗ «ENVISAT» за 15 февраля 2012 г.

снега и льда практически не наблюдались.

В целом плавание «Араона» в однолетних и даже в самых тяжелых многолетних льдах в летний период 2011–2012 гг. прошло успешно. Экипаж судна справился с трудными условиями плавания, спасательными операциями и обеспечением наблюдений, а научные группы – с выполнением программы исследований.

К сожалению, необходимо отметить, что такого современного, маневренного и хорошо оснащенного в навигационном и научно-техническом плане исследовательского ледокола, как «Араон», в России пока нет.

*А.Д.Масанов (ААНИИ)
Фото автора.*

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИПАЯ В ЗАЛИВЕ САННЕФЬОРД (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА, 57-я РАЭ)

Регулярные наблюдения характеристик морского льда по программе стандартных рейдовых наблюдений проводятся на станциях Мирный и Прогресс. До 1999 г. они выполнялись и на станции Молодежная. Результаты наблюдений за период 1960–1970 гг. обобщены в фундаментальном труде, опубликованном в ААНИИ (Припай Восточной Антарктиды // Под ред. В.В.Панова, В.И.Федотова. Труды САЭ. Л.: Гидрометеиздат, 1977. Т. 63. 129 с.). В этой монографии приводятся также результаты и специальных ледовых наблюдений и исследований, выполненных Н.В.Черепановым, Ю.А.Назинцевым, А.М.Козловским и рядом других специалистов ААНИИ. Однако в последние годы, за исключением крупных международных проектов («Полынья Уэдделла-1989», дрейфующая станция «Уэдделл-1»), специальных экспериментальных работ, охватывающих океанологические, ледоисследовательские и метеорологические направления на припае Восточной Антарктиды не проводилось.

В период 56-й РАЭ на припае залива Саннефьорд, расположенного к западу от станции Прогресс, впервые были проведены подобные исследования. Главная цель – изучение морфометрических и теплофизических свойств морского льда, получение данных, необходимых для расчета предельных нагрузок на лед при выполнении грузовых операций.

Выполненные исследования являются одним из важнейших направлений подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» (ФЦП «Мировой океан»). Они выполняются в рамках проекта «Определение изменений в окружающей среде Антарктики в условиях меняющегося климата» (направление 1 «Фундаментальные исследования южной полярной области»).

В период 57-й РАЭ эти работы были продолжены и расширены с применением новейших средств

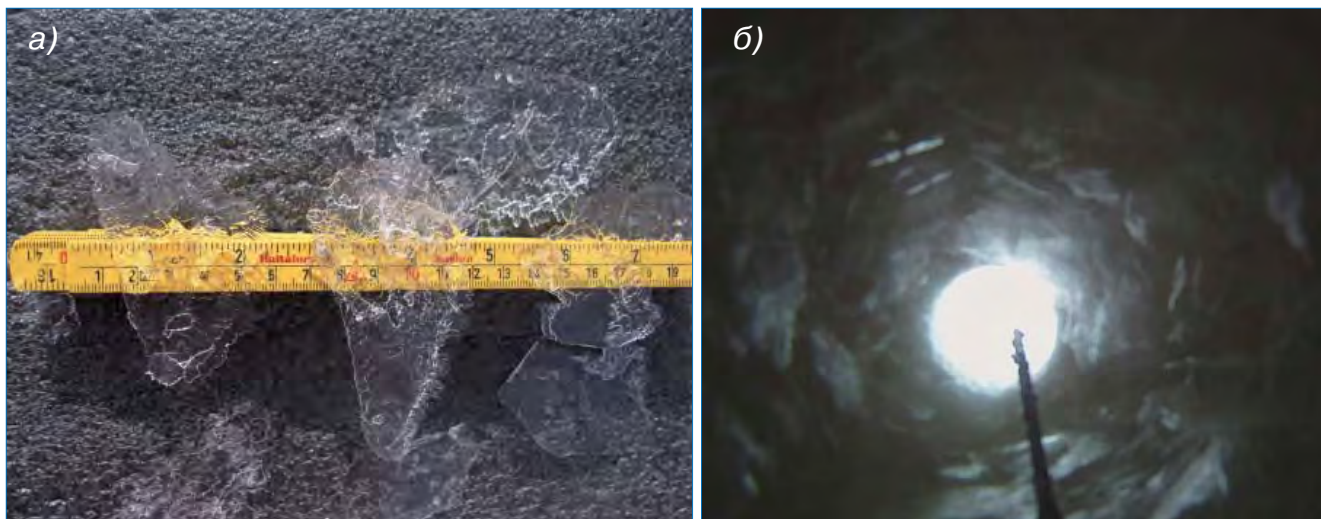
измерений и регистрации процессов, протекающих в снежно-ледяном покрове и прилегающих слоях атмосферы и океана. Были выполнены следующие виды наблюдений:

- маршрутные и площадные измерения альбедо, толщины снега и припайного льда;
- измерения вертикального распределения температуры в снежном покрове и описание его текстуры (стратиграфии);
- отбор образцов льда для определения вертикального распределения температуры и солёности;
- измерения вертикального распределения температуры и солёности в подледном слое.

Измерения альбедо, толщины льда, снега и его текстуры проводились как на маршрутах, так и на полигонах. По данным этих измерений было зафиксировано уменьшение толщины припая в 2012 г. (124 см) по сравнению с 2011 г. (180 см) и увеличение толщины снежного покрова – 32 и 14 см соответственно. Повсеместно на припае отмечался слой инфильтрационно-конгеляционного весенне-летнего льда толщиной порядка 10 см.

Было установлено, что для снежного покрова на припае наиболее характерен трехслойный тип стратиграфии. Нижний слой – крупно-зернистый фирн, формирующийся под давлением в процессе рекристаллизации. Второй (промежуточный) – связан с процессами метаморфизма в снежной толще под действием чередующихся процессов таяния и замерзания. Наконец, третий (поверхностный) – продукт термического деструктивного метаморфизма.

Маршрутные измерения альбедо не выявили каких-либо значительных его пространственных изменений ($85 \pm 4 \%$), а непрерывные измерения в точке позволили оценить суточную изменчивость, которая также оказалась невелика, порядка 7 %.

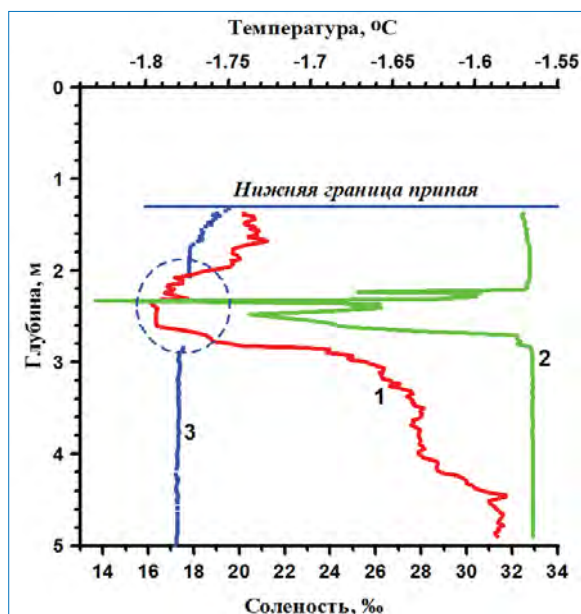


Внутриводный лед в заливе Санне-фьорд: а – кристаллы на поверхности, б – фрагмент подводной видеосъемки.
Фото Б.В.Иванова и А.А.Артамонова

Измерения проникающей под лед солнечной радиации показали, что под припай поступает менее 1 % от радиации, приходящей на поверхность. Следовательно, сплошной (невзломанный) припай, в совокупности с 30-сантиметровым слоем снега, является естественным препятствием для развития биологической активности в подледном слое.

В период работ под припаем был обнаружен конжеляционный-внутриводный лед, кристаллы которого представлены на фотографиях.

Впервые подобный случай был зафиксирован и описан Н.В.Черепановым и А.М.Козловским в 1971 г. (залив Ленинградский), однако природа образования такого льда до сих пор не установлена. В то же время его присутствие в нижних слоях припайного льда в значительной степени определяет его прочность. Подводная видеосъемка, впервые выполненная под поверхностью припая, позволила оценить толщину этого слоя, которая составила 120 см.



Характеристики слоя воды под припаем в зоне формирования внутриводного льда:
1 – температура *in situ*; 2 – солёность; 3 – температура замерзания
(пунктиром выделена область переохлажденных вод).

Зондирования подледного слоя воды, выполненные с высоким уровнем разрешения по температуре, солёности и глубине с помощью канадского зондирующего комплекса RBR-XR-620, позволили зафиксировать переохлажденные на 0,02 °С солёные воды в слое 70–130 см под припаем.

«Странное», на первый взгляд, вертикальное распределение солёности связано с чисто техническими проблемами. Используемый нами STD-зонд, в силу своего небольшого веса, «не имел возможности» равномерно преодолеть плотный слой внутриводного льда. Кристаллы попадали во внутреннюю полость датчика электропроводности, что и приводило к появлению фиктивных выбросов солёности.

В заключение приведем основные результаты исследований припая залива Саннефьорд, полученные в 57-й РАЭ:

1. Получены достоверные оценки толщин припая в период его максимального развития, текстуры, теплофизических и радиационных свойств снежно-ледяного покрова.
2. Зафиксировано и описано присутствие внутриводного льда.
3. Выявлены термохалинные условия в подледном слое, благоприятствующие образованию внутриводного льда.

Авторы выражают свою искреннюю признательность членам НТС и общесудовой службы НЭС «Академик Федоров» за помощь, оказанную в проведении наблюдений, логистическое обеспечение и безопасность работ на припае. Мы чрезвычайно благодарны представителю НП «Институт альтернативных технологий» (СПб, Россия) на борту судна М.Ю.Константинову за предоставление подводной видеоаппаратуры, благодаря которой были впервые получены уникальные видеоматериалы о внутриводном антарктическом льде.

Б.В.Иванов, А.М.Безгрешнов,
А.А.Артамонов, В.Л.Кузнецов (АНИИ)