



Схема размещения микробарографов инфразвуковой станции и сейсмометра в центральном бункере.

ляет по разности прихода инфразвуковых сигналов на станции с точностью 2–3° определять азимут и угол подхода фронта инфразвуковой волны.

Объединение сейсмического и инфразвукового методов регистрации волновых полей в единый комплекс позволяет по совокупности признаков достоверно выделять источники генерации таких опасных геодинамических явлений, как:

- землетрясения, приводящие к повреждениям нефтегазопромысловых сооружений, разрывам трубопроводов, деформациям скважин;
- обвалы, осыпи, оползни, сльвы, вызывающие механические повреждения сооружений, разрушение оснований, погребение инженерных сооружений на дне моря;
- геокриологические явления, связанные с промерзанием геологической среды и воздействием плавучих льдов, айсбергов, приводящие к повреждениям инженерных сооружений, деформации или разрушению морских платформ и искусственных островов;
- деградация газовых гидратов, просачивание газа из газоносных толщ, разложение органики, приводящие к разупрочнению илисто-глинистых оснований, переходу песков в пльвунное состояние и, как следствие, к аварийным ситуациям при разведке и добыче газа.

Применение интегрированных сейсмоинфразвуковых комплексов в системах комплексного мониторинга



Установка сейсмостанции на поверхности выводящего ледника для мониторинга сейсмических эффектов, вызываемых его деструкцией (арх. Шпицберген, ледник Эсмарк, 2014 г.). Фото А.И. Воронина.

состояния природной среды повышает надежность контроля за геодинамическим режимом территории, обеспечивая выявление и локацию землетрясений, наземных и подводных взрывов, обрушений краев ледников, приводящих к образованию айсбергов.

Такие комплексы могут быть эффективно использованы для автоматического контроля соблюдения регламентируемых режимов в охранных зонах вокруг инженерно-технических сооружений повышенной опасности (в том числе подземных и наземных хранилищ нефти и газа), обеспечивая своевременное обнаружение случаев и мест проведения несанкционированных наземных и подводных взрывов и предотвращая ложное срабатывание охранных систем на ударно-волновые процессы в атмосфере.

Регистрация инфразвуковых волн также может быть полезна для обнаружения прорывов газопроводов и утечек газа из них, определения зон торошения льда на трассе Северного морского пути.

*Публикация подготовлена при поддержке Минобрнауки России в рамках прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (ПНИЭР) по теме «Создание новых методов и средств мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне Российской Федерации» (westarctic.ru, уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI61014X0006).*

*Ю.А. Виноградов (ГС РАН),  
В.Г. Дмитриев (АНИИ)*

### АТЛАС ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА И ОКРАИННЫХ МОРЕЙ В ПЕРИОД МЕЖДУНАРОДНОГО ПОЛЯРНОГО ГОДА 2007/08

Создание океанографического атласа в рамках проекта по созданию единой базы данных по температуре и солености, полученных в период проведения Международного полярного года (МПГ) 2007/08 являлось частью работ АНИИ в рамках программы сотрудничества между Национальным управлением по исследованию океанов и атмосферы (NOAA) США и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ. Проект был утвержден во время третьей официальной встречи делегаций

NOAA и Росгидромета в рамках Меморандума о взаимопонимании по сотрудничеству в области метеорологии, гидрологии и океанографии («Сотрудничество в Арктике») в июле 2010 г. и затем подтвержден во время четвертой встречи в апреле 2012 г. Проект осуществлялся в рамках международного координационного проекта SAON (Sustaining Arctic Observing Networks), целью которого является осуществление кооперации научных исследований и наблюдений в Арктике. Основной целью работ являлось создание единой между-

## □ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

народной открытой базы термохалинных данных периода МПГ и разработка на ее основе атласа гидрофизических характеристик Северного Ледовитого океана и окраинных морей.

Кроме Международного арктического научно-исследовательского центра и АНИИ соисполнителями проекта являлись все организации, заинтересованные в развитии международной базы данных по Арктике и готовые внести свой вклад в ее наполнение. В частности, в 2012 г. к проекту присоединился ряд научно-исследовательских институтов Германии, Норвегии, Китая, Японии, Швеции, Канады, предоставивших данные своих наблюдений в Арктике в течение 2007–2009 гг.

### Количество океанографических станций, предоставленных участниками проекта для создания атласа

Норвегия	6758
Россия	2222
США	968
Германия	691
Польша	572
Швеция	133
Китай	120

Для создания океанографического атласа Арктического бассейна были использованы данные CTD, ХВТ/ХСТД- и ИТР-измерений, полученных в период 2007–2010 гг. (рис. 1). В процессе работы все данные прошли контроль на качество, основанный на использовании различных статистических критериев, и экспертный контроль.

Для построения карт был выбран метод DIVA (Data-Interpolating Variational Analysis), так как этот метод оптимальной интерполяции позволяет учитывать наличие береговой линии. Результаты представлены в регулярной полярной стереографической сетке 50×50 км.

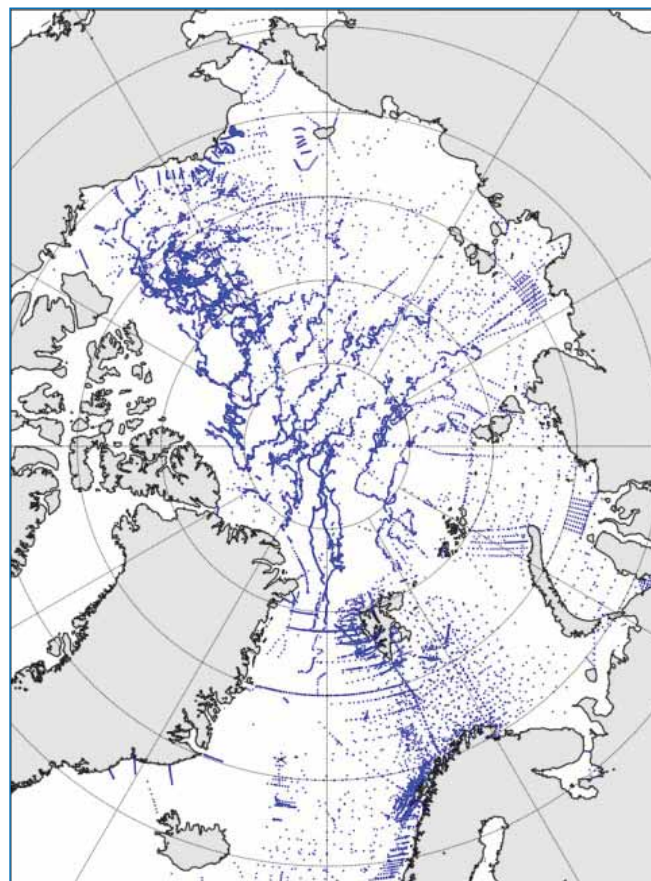


Рис. 1. Пространственное распределение океанографических станций, выполненных в Арктике в период 2007–2010 гг.: CTD-, ИТР-профили, данные глайдера.

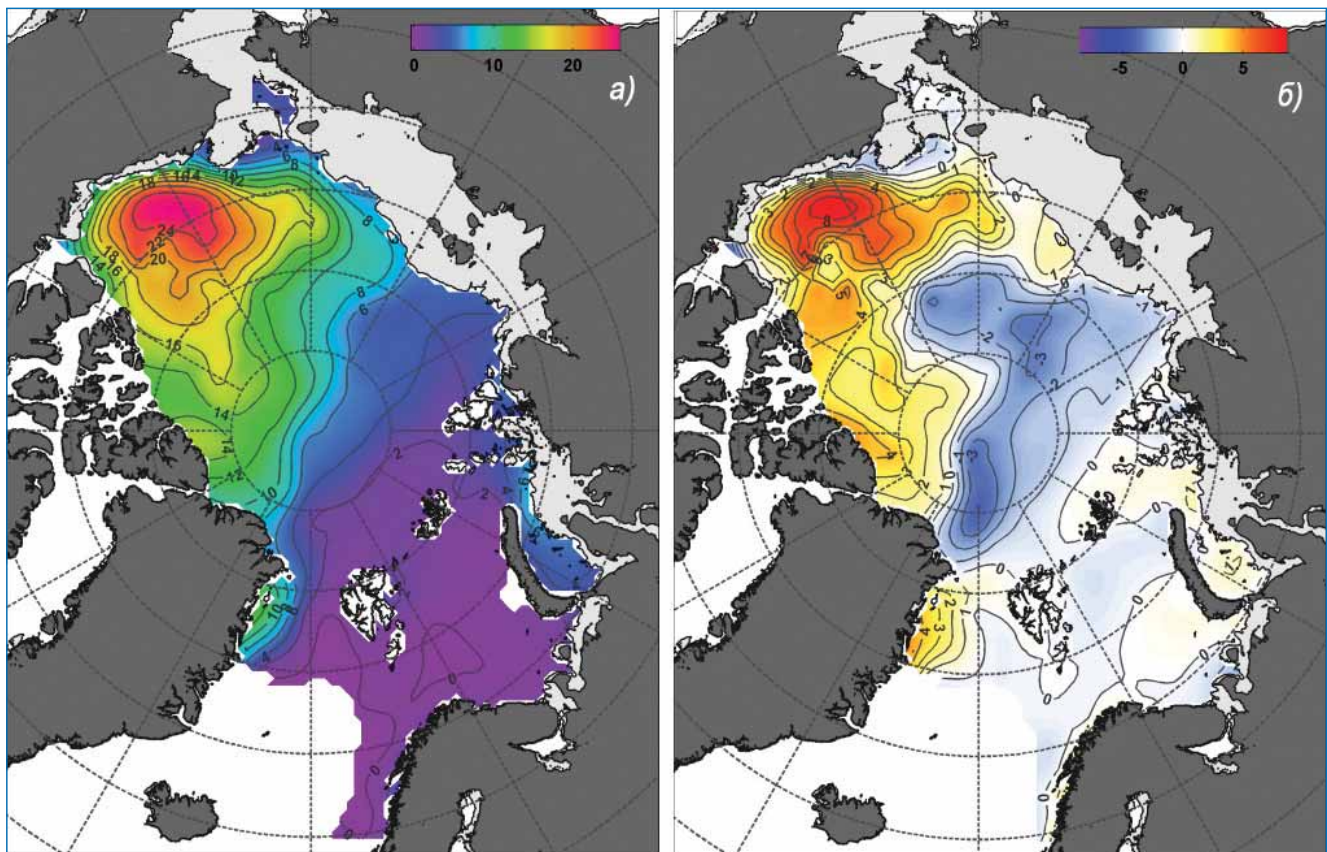


Рис. 2. Содержание пресной воды в 2007–2010 гг. относительно 34,8 ‰ (а) и аномалии относительно климатических значений 1950–1994 гг. (б).

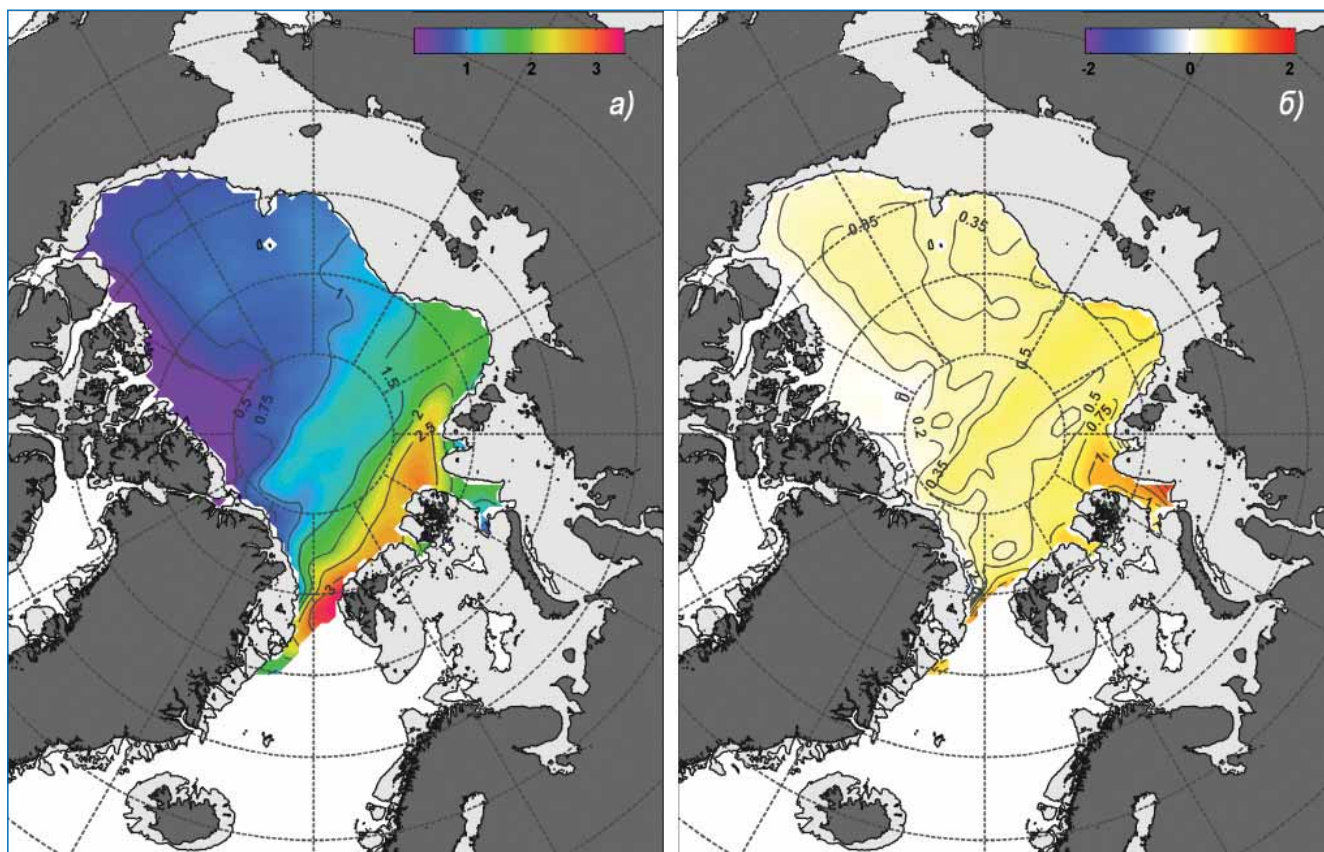


Рис. 3. Температура в ядре атлантических вод в 2007–2010 гг. (а) и ее аномалия относительно климатических значений 1950–1994 гг. (б).

Основными результатами являются карты распределения средних значений температуры и солености на фиксированных горизонтах и их аномалии относительно климатических значений на 167 горизонтах:

- каждый 1 м в диапазоне глубин от 2 до 50 м;
- каждые 5 м в диапазоне глубин 55–100 м;
- каждые 10 м в диапазоне глубин 110–300 м;
- каждые 25 м в диапазоне глубин от 325 до 1000 м;
- каждые 50 м в диапазоне глубин от 1 км и глубже.

Для глубин от 2 до 4000 м расчеты производились без учета сезонов, в то время как для верхнего 50-метрового слоя дополнительно были сделаны расчеты для двух сезонов: август – сентябрь (летний период) и февраль – март (зимний период).

В процессе работы кроме средних значений температуры и солености на различных горизонтах были определены следующие характеристики:

- 1) содержание пресной воды в слое от поверхности до глубины залегания изогаины 34,8 ‰ (рис. 2);

- 2) характеристики атлантических вод (верхняя граница, толщина, теплосодержание, максимум температуры (рис. 3) и глубина его залегания). Под атлантическими водами понимается водная масса с температурой выше 0 °С и соленостью более 34,8 ‰;

- 3) характеристики летних тихоокеанских вод (толщина, максимум температуры и глубина его залегания). Летние тихоокеанские воды характеризуются значениями температуры выше –1,4 °С и соленостью 30,5–33,0 ‰;

Все материалы, полученные в результате работы, включая 3D интерполированные значения температуры и солености, 2D интегральные характеристики и их климатические аномалии, доступны на интернет-странице проекта <http://ocean8x.aari.ru/ipu/ipu.php>.

*И.М. Ашик, Е.В. Блошкина, С.А. Кириллов,  
К.В. Фильчук (АНИИ)*

## СНЕЖНО-ЛЕДОВЫЕ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫЕ ПОЛОСЫ РОССИЙСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ – ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

На сегодняшний день в Антарктиде насчитывается более 50 взлетно-посадочных полос (ВПП), расположенных в разных точках континента и принадлежащих более чем 20 различным странам мира, осуществляющим там свою деятельность. Из всего этого множества ВПП всего пять имеют грунтовое покрытие и расположены на коренных

породах, остальные снежно-ледовые ВПП находятся на ледниках либо на ледяных покрытиях различных водоемов. Некоторые из них имеют развитую инфраструктуру и сертифицированы как аэродромы.

Российская антарктическая экспедиция располагает тремя регулярно используемыми снежно-ледовыми