

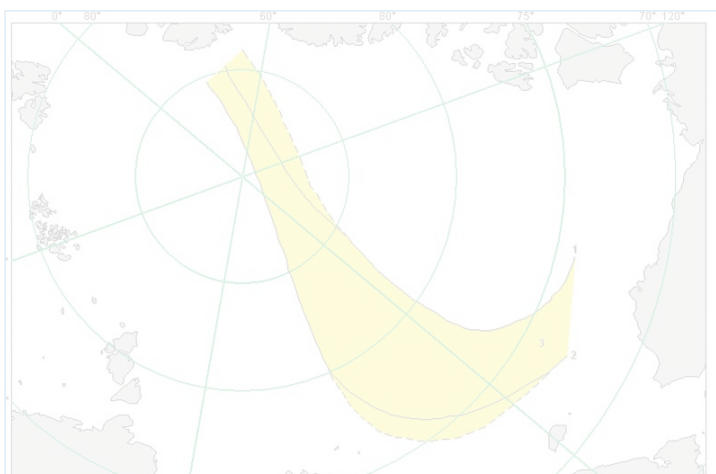
– процесс разрушения ледяного покрова в восточном регионе летом 2012 г. проходил медленнее, чем в западном регионе;

– несмотря на пониженную площадь остаточных льдов в этом регионе «волна» ледообразования на месяц раньше, чем в предыдущие годы, достигла побережья морей, включая море Бофорта, в котором площадь остаточных льдов была экстремально низкой;

– в октябре–декабре 2012 г. над Арктическим бассейном установился антициклональный режим погоды, что характерно для холодного климатического периода. На приближение его начала указывает ряд других показателей состояния атмосферы и океана, выявленных за последние годы.

Выполненный анализ многолетней изменчивости границ распространения и площади льдов Северного Ледовитого океана, а также дрейфа ледяных полей позволяет сделать следующие выводы:

1. На протяжении последних 12–15 лет наблюдалось устойчивое сокращение площади льдов в Северном Ледовитом океане в летний период. Эти процессы проявились и в состоянии ледяного покрова: сократилась площадь многолетнего льда, уменьшилась толщина ровного однолетнего и многолетнего льда, усилился вынос льдов из Канадской части Арктического бассейна и через пролив Фрама.



Границы областей в Арктическом бассейне, различающихся макромасштабными особенностями траекторий перемещения льда, рассчитанных по фактическим данным:

1 – граница области, из которой льды, расположенные между ней и Канадским Арктическим архипелагом, могут быть вынесены в пролив Фрама только после завершения антициклонического круговорота; 2 – граница области, из которой льды, расположенные между ней и окраинными арктическими морями, не попадают в зону антициклонического круговорота и выносятся в Гренландское море; 3 – переходная зона (желтая), из которой льды могут как попадать в антициклонический круговорот, так и выноситься в пролив Фрама. Пунктирными линиями показаны участки границ с учетом траекторий дрейфа буев за 2007–2012 гг.

2. Ледовые процессы в разных частях СЛО протекали неравномерно (явление «ледовая оппозиция»). В восточном секторе Арктического бассейна минимум площади льда летом отмечался в 2007 г., в западном секторе Арктического бассейна – в 2012 г. Это проявилось в положении границы старых льдов и толщине многолетних льдов.

3. На основании климатического прогноза ААНИИ, анализа происходящих в настоящее время изменений в состоянии ледяного покрова в СЛО и перестройки атмосферной циркуляции в ближайшие годы можно ожидать увеличения площади ледяного покрова в восточном

секторе СЛО и сохранение тенденции к опусканию границ старых льдов к северным районам восточных арктических морей.

4. Оценка дрейфа станции СП-40 показывает, что она войдет в район антициклонического круговорота и в 2014–2015 гг. будет дрейфовать в сторону моря Бофорта.

5. В ближайшие 2–3 года ожидается увеличение площади и толщины многолетних льдов в восточном секторе Северного Ледовитого океана и улучшение условий для поиска многолетних ледяных полей для организации дрейфующих станций «Северный полюс».

*Е.У.Миронов, З.М.Гудкович, В.П.Карклин, С.М.Лосев, В.М.Смоляницкий (ААНИИ)*

## ЭКСПЕДИЦИЯ «ICEARC-27-3» НА БОРТУ НИЛ «ПОЛАРШТЕРН»

Научно-исследовательская экспедиция «ICEARC-27-3», организованная немецким институтом морских и полярных исследований им. Альфреда Вегенера, проходила с августа по октябрь 2012 г. За 70 суток ледокол «Поларштерн» прошел около 12 тысяч километров в арктических морях. В экспедиции участвовали 54 научных специалиста из Франции, Швеции, США, Дании, Канады, трое из которых представляли российские научные центры (ААНИИ и Институт океанологии им. П.П.Ширшова, РАН). В составе экспедиции было сформировано 4 ос-



НИЛ «Поларштерн».

Фото Р.Сомавийа-Кабрийо (R.Somavilla-Cabrillo).

новных отряда (морской, биологический, ледовый и геологический). За время экспедиции проведено более 300 различных экспериментов и исследований.

Основными задачами отряда физической океанологии являлось проведение океанографических зондирований толщи воды при помощи высокоточного зонда, измеряющего вертикальное распределение температуры, солёности, растворенного кислорода и мутности морской воды с целью выделения водных масс различного происхождения. Этот зонд был совмещен с про-

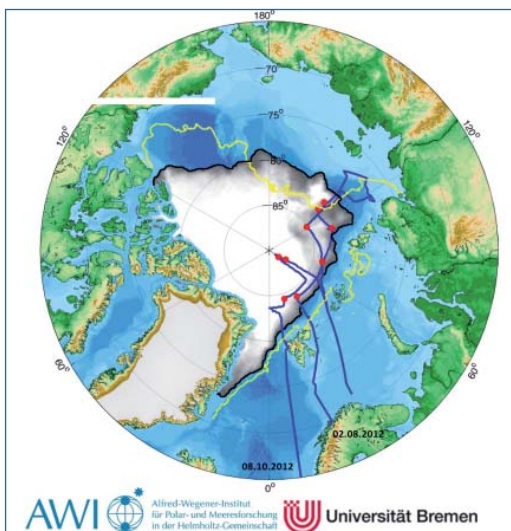
## ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

боотборником, способным отобрать до 24 проб морской воды объемом 20 л каждая с различных горизонтов на глубинах до 7000 м.

Кроме того, был осуществлен подъем «буйковых» станций, находившихся в районе Земли Франца-Иосифа и в море Лаптевых. По техническим причинам было поднято 3 станции из 7 запланированных.

Помимо подъема «буйковых» станций, были установлены на лед четыре станции нового поколения типа ITP и типа POPS – американского и канадского производства соответственно. Основным назначением этих станций является сбор данных о температуре и солености воды на глубинах до 800 метров. Измерения выполняются четыре раза в сутки, при этом передача данных на сервер осуществляется один раз в сутки. Это позволяет проводить наблюдения практически в режиме реального времени.

На всем протяжении пути постоянно велась запись скорости и направления морских течений в слое от 0 до 300 м. В верхнем двухметровом слое непрерывно определялось 8 химических параметров морской воды. С помощью специальных эхолотов велось изучение и уточнение параметров рельефа дна. Кроме того, в круг задач экспедиции входил постоянный сбор метеорологических данных, получаемых с помощью штатной автоматической метеорологической станции, установленной на борту судна.



Маршрут движения экспедиции на НИЛ «Поларштерн» (синяя линия), ледовые станции (красные точки), положение кромки льда в сентябре 2007 г. (желтая линия), положение кромки льда в сентябре 2012 г. (черная линия).

Большой объем всевозможных образцов был отобран непосредственно со льда. Судно швартовалось к льдине на несколько суток. За это время проводился отбор кернов льда, проб воды, снежного покрова и водорослей. Устанавливались приборы по измерению подледных течений, физических свойств морской воды, метеорологические станции, седиментационные ловушки. Под лед опускали управляемый подводный аппарат, оснащенный комплексом датчиков, позволяющих определять характеристики проникающей радиации. Кроме того этот аппарат оснащен видеокамерой, которая позволяла отобрать наиболее интересные образцы фауны и определять толщину льда. Всего было выполнено 9 ледовых стан-

ций каждая продолжительностью трое суток.

Основными задачами исследований биологического отряда являлось изучение современного биоразнообразия в арктических морях. В ходе экспедиции впервые были применены новые технологии отбора проб, которые позволили изучать организмы, живущие как непосредственно подо льдом, так и на дне Северного Ледовитого океана. Отбор образцов проводился с помощью планктонных сетей и помп, которые прокачивали и фильтровали большие объемы воды с определенных горизонтов. Отфильтрованный материал обрабатывался и изучался прямо на борту. Кроме того, проводился отбор геологических и биологических проб со



Установка на лед станции нового поколения типа ITP, позволяющей отслеживать физические параметры воды в постоянном режиме. Фото Дж.П.Мейера (J.P. Meyer).

дна с использованием бокс-корера и мульти-корера, на которых были установлены видеокамеры. Эти камеры позволяли проводить отбор наиболее интересных образцов.

В результате исследований одноклеточных водорослей было выявлено, что эти водоросли способны формировать многометровые цепочки и масштабные «пятна» у нижней кромки льда, которые при таянии ледяного покрова оседают на дно, где они становятся пищей морских огурцов, звезд, губок и полипов.

«Арктика будущего будет состоять из более тонкого льда, который с меньшей вероятностью переживет лето, станет быстрее дрейфовать и позволит проникать в океан большему количеству света. Это приведет к значительным изменениям в составе обитателей моря», – предсказывает руководитель экспедиции, глава объединенной группы обществ Гельмгольца и Макса Планка по глубоководным технологиям и экологии профессор Антье Бозтиус (Antje Boetius).

На обратном пути в координатах 0° в.д. 82° с.ш. была проведена операция по спасению затертого во льдах одиннадцатиметрового судна на воздушной подушке с одним норвежским ученым на борту. Судно было поднято на борт ледокола «Поларштерн» и транспортировано в район архипелага Шпицберген.

В 2012 г. был зафиксирован новый минимум площади ледяного покрова в Арктике. Исследования показали, что сократилась не только площадь ледяного покрова, но и его толщина. Данные, полученные в рейсе НИЛ «Поларштерн», показывают, что в высоких широтах Арктики происходят не только значительные изменения климата, но и изменения в состоянии био- и экосистем. Таким образом, крайне важно продолжать мониторинг процессов, проходящих в Арктическом бассейне Северного Ледовитого океана.

*И. В. Рыжов (ААНИИ)*

## АКТУАЛЬНОСТЬ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

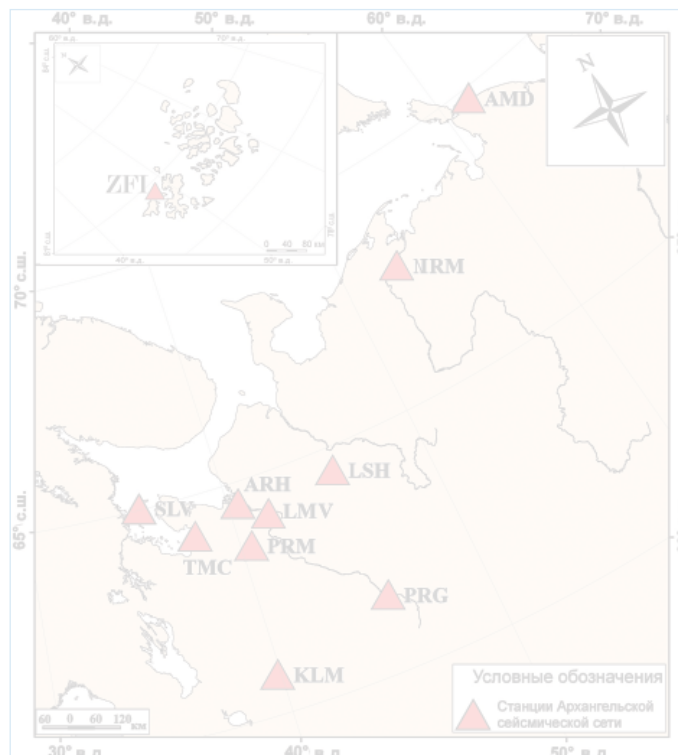
В настоящее время в связи с редкой сетью пунктов сейсмических наблюдений в высоких широтах отсутствует детальная информация о современной сейсмической активности, вследствие чего картина изученности геодинамики Арктического региона является фрагментарной.

До недавнего времени почти полная безлюдность арктических просторов и необоснованно укоренившееся представление о невозможности здесь эффективной хозяйственной деятельности не способствовали детальному изучению сейсмических процессов в Арктике. Однако сейчас, когда наличие в Европейской Арктике огромных минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов не вызывает сомнений, когда эксплуатация их представляется технически осуществимой и экономически выгодной, выявилась острая потребность в проведении детальных научных исследований, в частности сейсмологических. Кроме того, промышленное освоение Арктики может значительно усилить антропогенное воздействие на окружающую среду, а отмечаемое потепление климата повысить риски возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и тяжесть

их последствий. Немаловажными новыми негативными факторами являются наведенная сейсмичность, возникающая вследствие разработки углеводородных месторождений, подтвержденная последними данными высокая сейсмичность Арктики, активизация платформенных разломов и другие заметные проявления геодинамики северных территорий.

Действующих на сегодняшний день сейсмических станций в Российском секторе Арктики явно недостаточно для детального контроля современной сейсмической ситуации в этом огромном регионе. Слабые землетрясения, изучение которых дает многое для выявления пространственно-временных вариаций сейсмичности и более правильного понимания связи ее с геологическим строением региона, регистрируются лишь единичными станциями, в связи с чем они не участвуют в формировании моделей геодинамических процессов в Арктике. Таким образом, одной из главных и первоочередных задач современной отечественной сейсмологии является развитие сейсмических наблюдений на новом высокотехнологическом уровне.

В западном секторе Арктики российские сейсмические станции ранее располагались на остро-



Архангельская сейсмическая сеть.