

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 большому 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 «Полярштерн» 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 «Полярштерн», 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

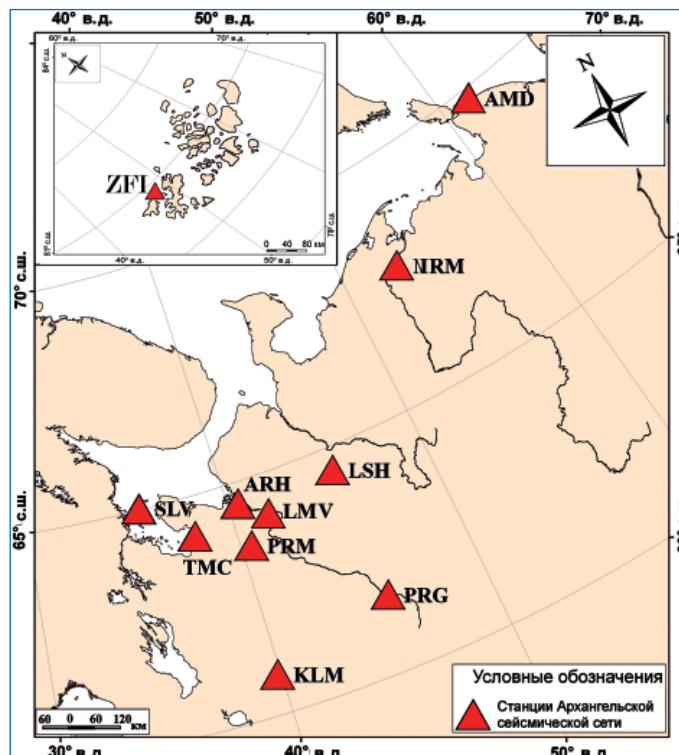
В настоящее время в связи с редкой сетью пунктов сейсмических наблюдений в высоких широтах отсутствует детальная информация о современной сейсмической активности, вследствие чего картина изученности геодинамики Арктического региона является фрагментарной.

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.

вах арх. Земля Франца-Иосифа (1957–1992 гг.), в п. Амдерма (до 2001 г.) и на территории Кольского п-ва. Сейсмологические морские исследования проводились сотрудниками «Севморгеологии», Санкт-Петербург, но в период распада СССР все работы были почти полностью прекращены. На сегодняшний день в нашей стране сейсмические сети, занимающиеся мониторингом Западного сектора Арктики, сосредоточены на арх. Шпицберген, Кольском полуострове и территории Архангельской области.

В Архангельской области, на базе Института экологических проблем Севера Уральского отделения РАН по инициативе академика РАН Н.П. Лаверова и члена-корр. РАН Ф.Н. Юдахина была создана (2003 г.) Архангельская сейсмическая сеть, состоящая в настоящее время из 11 сейсмологических пунктов. С декабря 2010 г. вновь заработал сейсмологический пункт в п. Амдерма, а в сентябре 2011 г. был открыт новый высокоширотный сейсмологический пункт на арх. Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) о. Земля Александры (с/с ЗФИ). В этих новых пунктах установлено современное сейсмологическое оборудование, организованы система сбора, хранения и передачи данных. С открытием самого северного сейсмологического пункта РФ на ЗФИ повысилась чувствительность Архангельской сейсмической сети, что позволило в настоящее время регистрировать даже слабые сейсмические события (магнитудой от 1,8), происходящие в Западном секторе Арктики.

Очевидно, что данные с/с ЗФИ способны изменить ситуацию в мониторинге ввиду своего выгодного расположения относительно очагов арктических землетрясений. Во-первых, станция расположена на максимально близком расстоянии к сейсмоактивным зонам. Во-вторых, ее расположение позволяет в равной степени качественно регистрировать сейсмические события, происходящие как в западной, так и в восточной части Западного сектора Арктики. Тем не менее отсутствие близкорасположенных станций и сейсмических групп сильно сказывается при расчете значений минимальных магнитуд и создает проблему при определении местоположения эпицентров землетрясений.

На рисунке приведена диаграмма распределения числа зарегистрированных

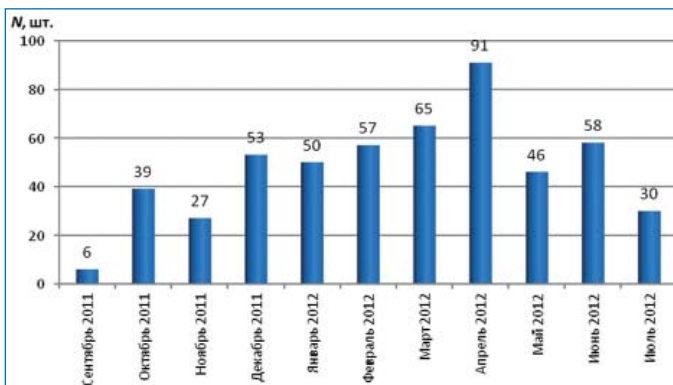
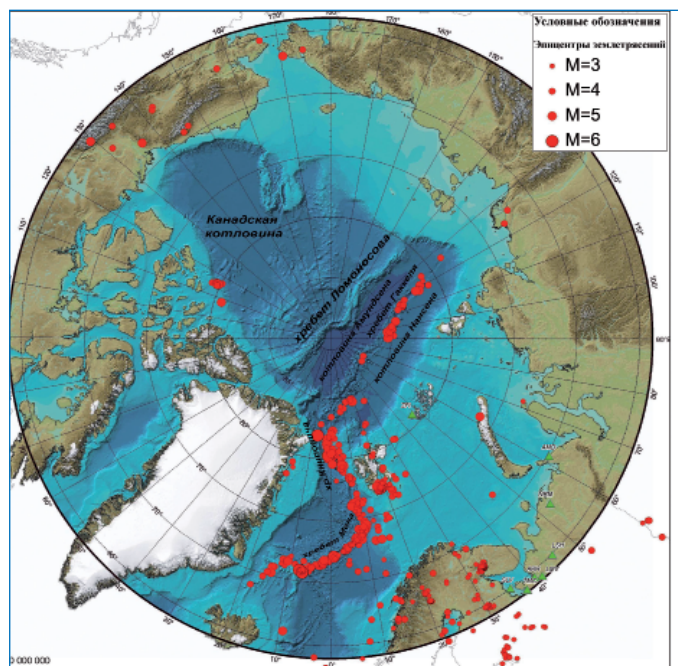


Диаграмма распределения числа зарегистрированных арктических землетрясений за первый период работы сейсмологического пункта «Земля Франца-Иосифа» (с/с ЗФИ).

арктических землетрясений сейсмологическим пунктом «Земля Франца-Иосифа» (с/с ЗФИ). Подавляющее большинство регистрируемых здесь землетрясений связаны с сейсмоактивной зоной, протягивающейся через глубоководную часть Северного Ледовитого океана до шельфа моря Лаптевых. Указанная зона является фрагментом глобального сейсмического пояса срединно-океанических хребтов, трассирующего дивергентные границы литосферных плит.

В глубоководной части Северного Ледовитого океана она приурочена к гребню подводного хребта Гаккеля, являющегося продольной осью Евразийского суббассейна. По ней проходит граница Евразийской и Североамериканской литосферных плит. Срединно-Арктический пояс землетрясений, являющийся самым северным фрагментом глобальной системы рифтогенных сейсмических поясов, представляет собой единственную в Арктике область современной межплитной сейсмичности. Существенная сейсмическая активность отмечается на арх. Шпицберген. В этом районе происходят землетрясения с магнитудой 6,0 и более, сопровождающиеся продолжительными афтершоковыми процессами, что для арктического региона явление достаточно редкое. В настоящее время геодинамические процессы данного района активно изучаются учеными-сейсмологами. Интерес связан, в первую очередь, с текущей выработкой полезных ископаемых на арх. Шпицберген и разработкой перспективных месторождений на шельфе.

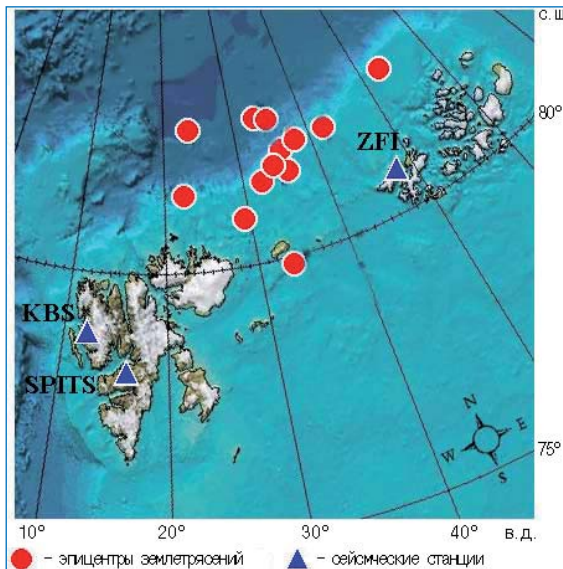


Карта океанического дна Северного Ледовитого океана с эпицентрами наиболее представительных землетрясений (показаны красными кружками, размер которых зависит от магнитуды события (M)), зарегистрированных Архангельской сейсмической сетью.

По результатам непрерывных наблюдений с/с ЗФИ (с сентября 2011 г. по декабрь 2012 г.) получены новые данные о сейсмичности на границе континентального склона земной коры. Большинство регистрируемых событий приурочены к склону океанического шельфа в районе желоба Франц-Виктория. На данный момент фокальные механизмы землетрясений определить невозможно из-за малого количества станций, окружающих очаг землетрясения и зарегистрировавших его. По данным Б.А.Ассиновской, наличие сейсмической активности именно в районе желоба Франц-Виктория, в отличие от желоба Святой Анны,

расположенного восточнее архипелага, представляется вполне закономерным, если рассматривать Свальбардское поднятие как единый блок, отвечающий за сейсмический процесс.

Кроме представленных выше событий, на с/с ZFI регистрируется большое количество событий (до 40 в день), связанных в основном с подвижками ледников на о. Земля Александры. На приведенном рисунке представлен пример волновых форм ледникового события, зарегистрированного двумя сейсмическими станциями, одна из которых располагалась непосредственно у ледника (верхняя запись на рисунке). Для более четкого выделения события используются фильтры (2–4; 2–8; 3–6 Гц). Подобный тип «льдотрясений» при подвижках пульсирующих ледников распространен в Арктике. В уже упомянутых работах Б.А.Ассиновской приведены данные о ежедневных подвижках ледников, расположенных не далее 15–20 км от станции «Арктическая» (80,8° с.ш., 46,8° в.д.), а также они наблюдаются, например, на западном

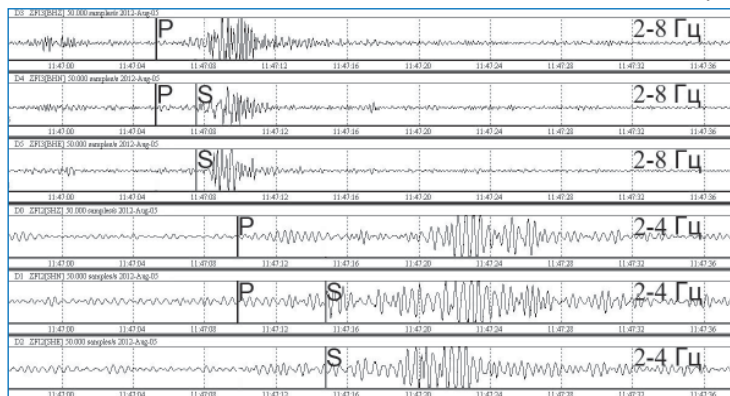


Карта эпицентров сейсмических событий, зарегистрированных на с/с ZFI в районе континентального шельфа.

побережье Северного острова Новой Земли и в районе арх. Шпицберген. Заметим, что динамика полярных ледников является природным индикатором глобальных изменений климата.

Все вышесказанное подтверждает необходимость развития сейсмических сетей в Российском секторе Арктики и повышения уровня их чувствительности путем увеличения количества сейсмологических пунктов и создания в них сейсмических групп. Плотная высокоширотная система сейсмического мониторинга позволит изучить закономерности глубинного строения и особенности современной геодинамики земной коры и верхней мантии Арктической зоны РФ, где сосредоточены основные запасы углеводорода циркумполярной области, и тем самым внести существенный вклад в обоснование внешней границы России в Арктике.

*Г.Н.Антоновская,  
Я.В.Конечная,  
А.Н.Морозов  
(ФГБУН Институт  
экологических  
проблем Севера  
УРО РАН)*



Пример записи ледникового события, зарегистрированного 5 августа.2012 г.,  $t_0 = 11:47:06$ .

## ПРОДОЛЖЕНИЕ БУРОВЫХ РАБОТ В ГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЕ НА СТАНЦИИ ВОСТОК В СЕЗОННЫЙ ПЕРИОД 58-й РАЭ

В декабре 2012 г., спустя 10 месяцев после успешного вскрытия подледникового озера Восток, на российской внутриконтинентальной станции Восток были возобновлены буровые работы. В программу гляциобурового отряда сезонной 58-й РАЭ входило повторное бурение глубокой скважины с отбором и исследованием керн замерзшей воды, поступившей в скважину из озера. Задача заключалась в том, чтобы как можно глубже пройти по старому стволу скважины 5Г-1, получить достаточное для исследований количество керн вторичного конжеляционного (водного) льда и далее, после неизбежного отклонения новой скважины от старой, продолжить бурение ледникового покрова до максимальной глубины, которая может быть достигнута в течение полевого сезона.

Общая продолжительность сезонных работ на станции составила 58 дней (9 декабря 2012 г. – 5 февраля 2013 г.). Круглосуточные буровые операции

были начаты 28 декабря. В период с 16 по 23 января бурение скважины было приостановлено в связи с заменой старого изношенного кабеля буровой лебедки на новый кабель, который был доставлен на станцию Восток со станции Прогресс транспортным походом. После замены кабеля буровые работы были возобновлены и продолжались вплоть до окончания полевого сезона.

В сезонный период 58-й РАЭ была еще раз продемонстрирована высокая – рекордная для этих глубин – эффективность работы электромеханического бурового снаряда, созданного специалистами Санкт-Петербургского горного университета. Средний рейсовый выход керн при бурении ледника в интервале глубин 3424–3543 м составил 2,20 м; дневная производительность буровых работ часто превышала 10 м керн в сутки. К концу полевого сезона скважина достигла отметки 3543,56 м. До поверхности озера Восток