

Новые технологии и методы мониторинга параметров сейсмического режима и их вариаций с целью оценки сейсмической опасности территории архипелага Шпицберген и Западной арктической зоны РФ

В связи с планируемым увеличением темпов промышленного освоения Арктического региона и, прежде всего, с развитием добывающих, перерабатывающих и транспортных отраслей одним из актуальных направлений научных исследований являются работы по обеспечению безопасности функционирования соответствующих производств. Мероприятия безопасности закладываются на всех этапах функционирования объекта: при его проектировании, строительстве и эксплуатации. Однако действующая карта Общего сейсмического районирования (ОСР-97), используемая при проектировании инженерных сооружений на возможные сейсмические воздействия, не отражает современного уровня знаний по сейсмичности арктических территорий и требует актуализации. Согласно современным данным сейсмических служб NOR SAR (Норвегия), Кольского филиала Геофизической службы РАН (г. Апатиты) и Института экологических проблем Севера УрО РАН (г. Архангельск) шельфовые территории в Западной арктической зоне РФ характеризуются сейсмическим режимом отличным от режима, отраженного на картах ОСР-97.

Сейсмический режим какой-либо области – совокупность очагов землетрясений этой области, рассматриваемая в пространстве и во времени. Характеристики сейсмического режима условно можно разделить на долговременные (или фоновые, средние), используемые для целей сейсморайонирования, и быстро меняющиеся во времени (краткосрочные). Последние, особенно их вариации, превышающие некоторые количественные значения, важны при рассмотрении прогноза проявления опасных сейсмических явлений во времени.

Одним из ярких примеров, иллюстрирующим необходимость мониторинга опасных вариаций параметров сейсмического режима с целью оценки сейсмической опасности территории архипелага Шпицберген и Западной арктической зоны РФ, является сильнейшее за всю столетнюю историю сейсмических наблюдений землетрясение 21 февраля 2008 годов с магнитудой 6.1. Эпицентр землетрясения приурочен к сейсмоактивной зоне в проливе Стур-фиорд архипелага Шпицберген. Перед землетрясением наблюдался процесс затишья длительностью 4,5 года, т.е. заметное изменение краткосрочных параметров сейсмического режима (количество землетрясений, выделившаяся энергия, наклон графика повторяемости) по сравнению с фоновыми значениями.

На территориях интенсивного хозяйственного освоения широкое распространение начинают приобретать опасности, получившие название природно-техногенных. В условиях геодинамической нестабильности воздействие на геологическую среду антропогенных и техногенных факторов способны вызвать деформацию верхних частей земной коры и усиление наведенной сейсмичности даже на традиционно считавшихся асейсмичными территориях.

Наведенная сейсмичность в Западной арктической зоне РФ может быть связана с антропогенным воздействием на среду, вызванным добычей нефти и газа. В Арктике сосредоточено около 90% извлекаемых ресурсов углеводородов всего континентального шельфа Российской Федерации, в том числе 70% – на шельфе Баренцева и Карского морей. Поэтому в Западной арктической зоне РФ возможны чрезвычайные ситуации, аналогичные ситуации в Северном море на месторождении Ekofisk, когда в результате нефтедобычи произошло оседание океанического дна. Возникшее землетрясение с $M=4.1-4.4$ вызвало интенсивное сотрясение платформ и привело к аварийной ситуации. Также следует учитывать, что арктические территории долгое время использовались как могильники отработанного ядерного топлива (ОЯТ) и твердых радиоактивных отходов (ТРО). Одной из важных проблем безопасности природопользования в Арктике является близость расположения могильников к углеводородным районам, перспективным к дальнейшим разработкам (рис 1).

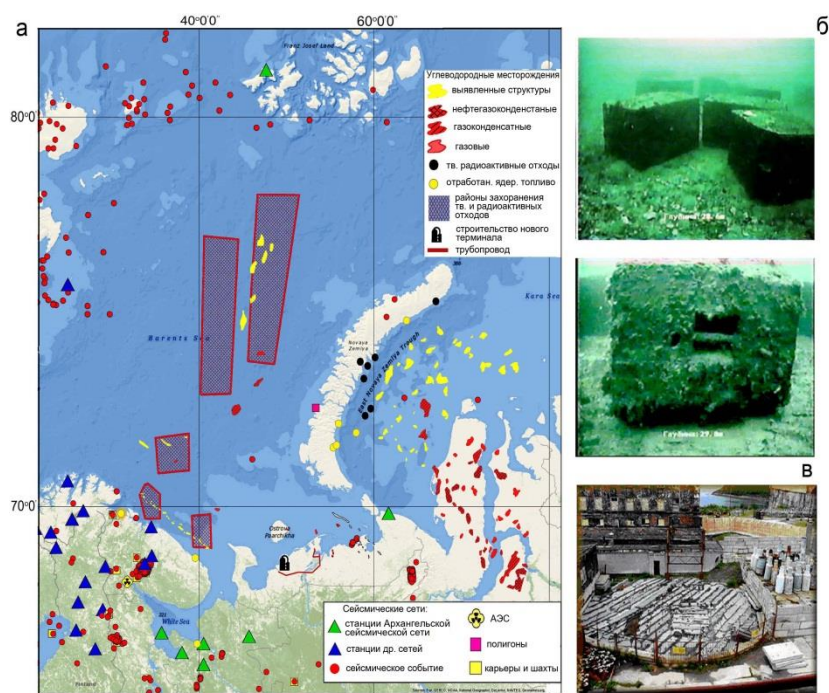


Рис. – Ответственные объекты акватории Западно-Арктического сектора РФ:
 а – размещение объектов и сейсмическая активность (по данным NORSTAR, Архангельской сети, ИБРАЭ РАН); б – фото контейнеров с ТРО на дне (по данным ИБРАЭ РАН); в – блок «сухого» хранения ОЯТ, Мурманская обл. (по данным ИБРАЭ РАН)

Вариации краткосрочных параметров сейсмического режима являются индикатором аномальных современных геодинамических процессов в литосфере (перераспределение и образование дополнительных напряжений). Поэтому в целях экологической безопасности необходимо создавать новые технологии и методы мониторинга и детектирования вариаций параметров сейсмического режима с целью оценки сейсмической опасности в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов в зоне архипелага Шпицберген и в Западной арктической зоне РФ.

В Институте экологических проблем Севера УрО РАН создается экспериментальный аппаратно-программный комплекс (ЭАПК) мониторинга и детектирования вариаций сейсмических параметров для оценки сейсмического режима в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов в зоне архипелага Шпицберген и в Западной арктической зоне РФ. При создании комплекса будут реализованы новые подходы по установке сейсмической аппаратуры в условиях Арктики, отработанные ранее при установке сейсмических станций на архипелаге Земля Франца-Иосифа и побережье Баренцево и Карского морей.

В комплексе будет реализован новый метод высокоточного определения местоположения эпицентров землетрясений в зоне архипелага Шпицберген и в Западной арктической зоне РФ и создана методика определения вариаций параметров сейсмического режима. Точность метода будет основана на применении набора подобранных высокочастотных фильтров; использовании уточненных региональных годографов NOES и Sval; совместной обработке доступных данных арктических сейсмических станций сетей GEOFON, IRIS и NORSAR; конфигурации сейсмических станций АЭПК, Архангельской сети и сетей GEOFON, IRIS и NORSAR в районе архипелага Шпицберген и Западной арктической зоны РФ (рис. 2).

Создание ЭАПК позволит снизить риски и предупредить техногенные катастрофы, вызванные опасными природными процессами, в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов Западной арктической зоны РФ. И позволит решать широкий круг задач по мониторингу подобных ситуаций, результаты которых могут быть полезны таким ведомствам как МЧС, Минобороны, ФСБ и МВД.

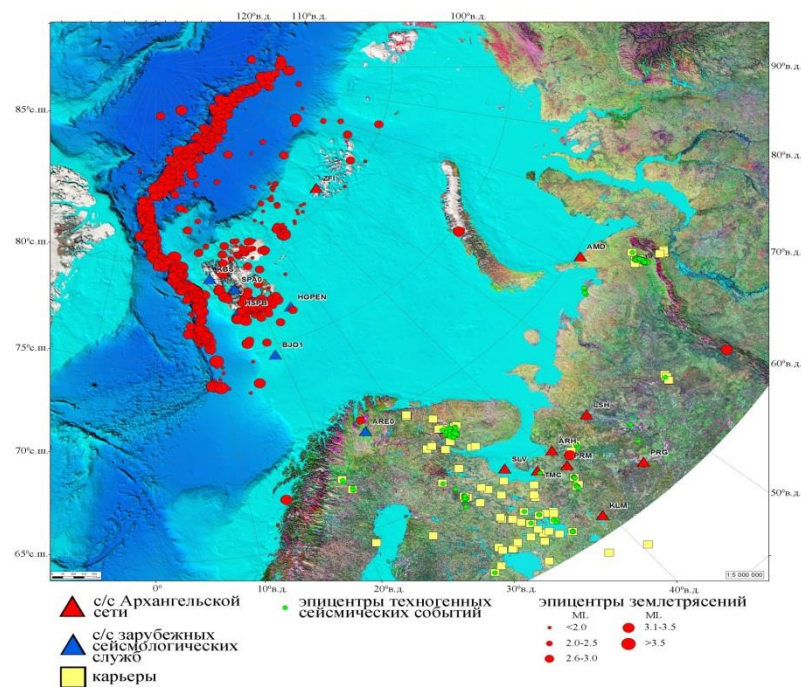


Рис. 2 Карта эпицентров сейсмических событий по результатам сейсмического мониторинга на базе Архангельской сейсмической сети с привлечением данных станций сетей GEOFON, IRIS и NORSAR с декабря 2011 г. по июнь 2014 г.

Публикация подготовлена при поддержке Минобрнауки России при выполнении 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» (уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI61014X0006).

А.Н. Морозов (ИЭПС), Г.Н. Антоновская (ИЭПС), В.Г. Дмитриев (ААНИИ)