

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ВАРИАЦИЙ ПАРАМЕТРОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ЗАПАДНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ 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 по обеспечению 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 о сейсмичности арктических территорий и требует актуализации. Согласно современным данным сейсмических служб NORISAR (Норвегия), Кольского филиала Геофизической службы РАН (г. Апатиты) и Института экологических проблем Севера УрО РАН (ИЭПС 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 — это совокупность очагов землетрясений области, рассматриваемой в пространстве и во времени. Характеристики сейсмического режима условно можно разделить на долговременные (или фоновые, средние), используемые для целей сейсмозонирования, и быстро меняющиеся во времени (краткосрочные). Последние, особенно их вариации, превышающие некоторые количественные значения, важны при составлении прогноза возникновения опасных сейсмических явлений.

Одним из ярких примеров, иллюстрирующим необходимость мониторинга вариаций параметров сейс-

Установка сейсмической станции на архипелаге Земля Франца-Иосифа.  
Фото Г.Н. Антоновской



мического режима с целью оценки сейсмической опасности территории архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ, является сильнейшее за всю столетнюю историю инструментальных сейсмических наблюдений землетрясение магнитудой 6,1, произошедшее 21 февраля 2008 г. Эпицентр землетрясения находился в сейсмоактивной зоне в проливе Стурфьорд архипелага Шпицберген. Перед землетрясением наблюдался процесс затишья длительностью 4,5 г., т.е. заметное изменение краткосрочных параметров сейсмического режима (количество землетрясений, выделявшаяся сейсмическая 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 способно вызвать деформацию верхних частей земной коры и усиление наведенной сейсмичности даже на традиционно считавшихся асейсмичными территориях.

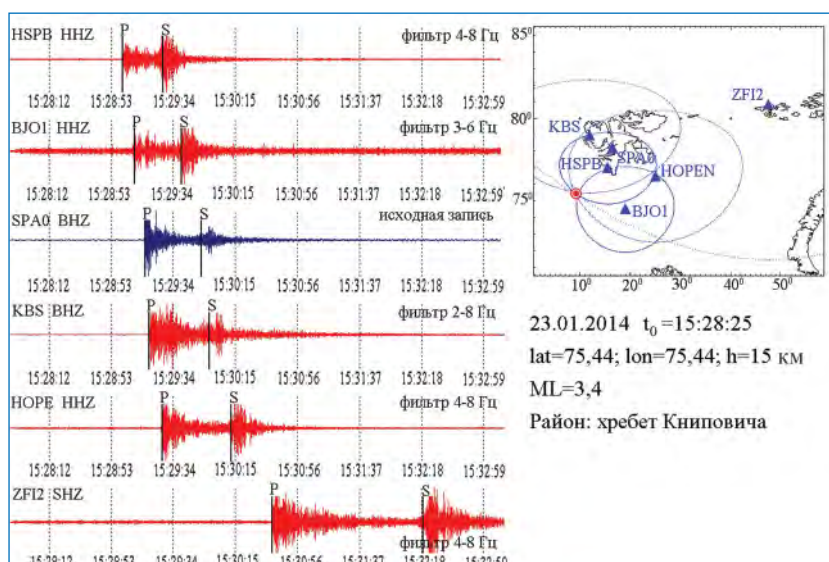
Наведенная сейсмичность в Западной Арктической зоне РФ может быть связана с антропогенным воздействием на среду, вызванным добычей нефти и газа. Возможны возникновения чрезвычайных ситуаций. Так, в Северном море на месторождении “Ekofisk” в результате проведения работ, связанных с нефтедобычей, произошло оседание океанического дна. Возникшее в том районе 7 мая 2001 г. землетрясение магнитудой 4,1–4,4 вызвало интенсивное сотрясение морских платформ и привело к аварийной ситуации.

Вариации краткосрочных параметров сейсмического режима являются индикатором аномальных современных геодинамических процессов в литосфере (перераспределение и образование дополнительных напряжений).

В целях оперативного контроля экологической обстановки на территории архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ в ИЭПС УрО РАН создается экспериментальный аппаратно-программный комплекс (ЭАПК) мониторинга и детектирования вариаций сейсмических параметров для оценки сейсмического режима в вышеназванных районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов.

Суть работы комплекса будет заключаться в следующем. С помощью самого северного пункта сейсмических наблюдений РФ, расположенного на архипелаге Земля Франца-Иосифа, осуществляется непрерывный мониторинг землетрясений, происходящих в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ. Методом высокоточного определения параметров очагов землетрясений формируется сейсмический бюллетень, в т.ч. с привлечением исходных данных сейсмических станций, функционирующих на архипелаге Шпицберген. Сформированный бюллетень ляжет в основу вычисления параметров сейсмического режима и их вариаций исследуемой территории.

При создании комплекса будут реализованы новые методы установки сейсмической аппаратуры в условиях Арктики, разработанные на основе опыта размеще-



Пример совместного использования доступных данных арктических сейсмических станций при лоцировании эпицентров землетрясений.

ния сейсмических станций на архипелаге Земля Франца-Иосифа и побережье Баренцева и Карского морей.

К настоящему моменту разработан высокоточный метод определения параметров очагов землетрясений в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ. В этом методе применяется уточненный региональный годограф сейсмических фаз P и S, который при вычислении параметров арктических землетрясений дает меньшую ошибку в локации эпицентров, чем при использовании других годографов. Также при лоцировании эпицентров землетрясений комплексно используются доступные данные всех арктических сейсмических станций. Под арктическими сейсмическими станциями подразумеваются станции, функционирующие на архипелаге Шпицберген, такие как станция KBS (сеть GE (GEOFON — Global Seismic Network)), HSPB (сеть PL (Polish Seismic Network), HOPEN и BJO1 (сети NS (Norwegian National Seismic Network) и SPA0), входящие в состав сейсмической группы SPITS (агентство NORSTAR). Доступ к этим данным осуществлялся с помощью электронного ресурса GEOFON ([www.geofon.gfz-potsdam.de](http://www.geofon.gfz-potsdam.de)). Кроме того, в методе применяется алгоритм автоматического детектирования сейсмических событий. Алгоритм основан на вычислении параметра, который характеризует степень сходства модельного и детектируемого сейсмического события.

Необходимо отметить и разработку новой методики определения вариаций параметров сейсмического режима в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ. По этой методике будут определяться такие параметры сейсмического режима, как пространственно-временное распределение эпицентров землетрясений, выделившаяся сейсмическая энергия; сейсмическая активность и наклон графика повторяемости.

Пространственно-временное распределение эпицентров землетрясений и значения сейсмической активности отображаются на общей физико-батиметрической карте района архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ. Карта ограничена координатами по широте от 70,0° до 90,0° с.ш. и по долготе

от 10,0° з.д. до 90,0° в.д. Источником батиметрических данных является Национальный геофизический центр данных (США) ([www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov)).

Создание ЭАПК позволит получить современный инструмент контроля за геодинамическим режимом в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов, что будет способствовать снижению экологических и геодинамических рисков, вызванных опасными природными и наведенными процессами. Результаты мониторинга геодинамического режима могут быть полезны таким ведомствам, как МЧС, Минобороны, Минприроды, а также Роснефть и Арктикуголь.

*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, Г.Н. Антоновская, Я.В. Конечная (ИЭПС), В.Г. Дмитриев (АНИИ)*

Карта пространственно-временного распределения эпицентров землетрясений для территории архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ.

