**Методика проведения сейсмического мониторинга**

При проведении сейсмического мониторинга с целью оценки геодинамической устойчивости обследуемого участка и построения геомеханической модели необходимо не только определять гипоцентр динамического события и определять его магнитуду, но и оценивать физические параметры процесса деформирования в очаге. В частности, важную роль при прогнозе геомеханической устойчивости обследуемого участка играют правильные оценки размеров активизирующихся трещин. Источники слабых сейсмических событий отличаются большим многообразием. Наиболее крупные события чаще всего связаны с существованием в горном массиве ослабленных участков — зон тектонических нарушений. Эти микроземлетрясения зачастую происходят на значительном расстоянии от участков ведения работ и могут инициироваться перераспределением локальных или даже региональных напряжений под влиянием существенного вмешательства в породный массив — извлечения большого объема горной породы, закачки или отбора жидкости, возведения крупных инженерных сооружений. Сейсмичность, непосредственно вызванная техногенной деятельностью, обычно связана с концентрацией напряжений вблизи участков ведения горных работ, объектов подземного и наземного строительства, буровых скважин, с локальными вариациями гидрогеологического режима при изменении уровня водохранилищ, интенсивном отборе воды из скважин или ее нагнетании в горный массив. Эти события, как правило, имеют меньшую энергию, а их источники могут быть более разнообразны — образование микротрещин и подвижки по существующим трещинам, обрушения кровли подземных выработок либо карстовых полостей, хрупкое разрушение целиков горной породы, динамические явления в выработках (горные удары) и т. д. И для подвижек по трещинам, и при образовании микротрещин наиболее подходящей чаще всего является сдвиговая модель очага, которая может быть описана аналитически, хотя в ряде случаев она оказывается малопригодной для интерпретации записей слабых сейсмических событий, что проявляется в характеристиках наблюдаемой диаграммы излучения сейсмических волн и неадекватных оценках параметров очага. Как известно, характеристики очага могут быть определены по амплитуде низкочастотной части спектра колебаний, однако для слабых событий это достаточно сложно из-за высокого уровня шума и требует использования результатов регистрации на нескольких станциях, расположенных на малых эпицентральных расстояниях. Последнее возможно, как правило, в тех случаях, когда измерения проводятся в глубине массива достаточно плотной сетью высокочастотных датчиков, а обработка результатов ведется с использованием специальных алгоритмов. При проведении наблюдений на поверхности толщи осадочных пород из-за слоистого геологического разреза наблюдается сложная форма сигнала, вступления фаз зачастую оказываются размытыми, а соотношение сигнал/шум в группе объемных волн слишком малым, что затрудняет и задачу локации, и непосредственную оценку параметров очага. Кроме того, в результате интенсивного поглощения спектр сигнала на достаточно большом удалении от слабых событий целиком лежит в области низких частот по сравнению с угловой частотой излучаемого сигнала. При этом расчеты показывают, что около 80 % сейсмической энергии излучается в частотном диапазоне выше угловой частоты. В России в практике наблюдений за слабой сейсмичностью очаговые параметры оцениваются по характеристикам низкочастотной области спектра лишь в отдельных случаях. Чаще всего по разработанным методикам оценивается энергетический класс события (логарифм сейсмической энергии), по которому затем с помощью эмпирических соотношений рассчитывается значение локальной магнитуды. Например, на многих станциях ГС РАН при регистрации более сильных событий сначала вычисляется класс события, а затем по корреляционным зависимостям определяется его магнитуда. Для достижения наилучшего результата при проведении мониторинга за локальной сейсмичностью рекомендуется создание плотной сети из телеметрических сейсмических станций (Дельта-03М), оснащенных трехкомпонентными велосиметрами (СПВ-3К) и датчиками сильных движений (А0531, GeoSig AC-43-DH). При выборе пунктов для размещения сейсмических станций необходимо по мере возможности производить работы на грунтах первой или второй категорий. Основные требования к системе мониторинга на основе телеметрической сети сформированы по принципам определенным в работе Amadej Trnkoczy, Jens Havskov and Lars Ottemöller “Seismic networks”. Можно выделить следующие основные позиции:

– передача оперативных непрерывных сейсмологических данных в режиме реального времени от удалённых станций;

– автоматизированная загрузка данных в систему в формате MiniSEED с FTP сервера;

– организация базы непрерывных данных в формате MiniSEED с возможностью автоматизированного поиска и выгрузки из системы набора данных (волновых форм) с указанием критериев/условий по времени, сейсмической станции и цифровому каналу сейсмической станции.

– многоканальная визуализация непрерывных цифровых данных, поступающих в режиме реального времени;

– спектральные характеристики цифрового сигнала.

–определение времени в очаге, координат гипоцентра, магнитуды сейсмических событий с M≥2.5;

– контроль ошибок в определении параметров сейсмического события с помощью инструментов: график Вадати, спектральный анализ, фильтры волновых форм;

– создание сейсмологического бюллетеня по заданным параметрам;

– создание калибровочных файлов станций по типу регистрирующего оборудования.