

Б.И. РЫБАЛКО, канд. техн. наук, доц., А.А. СОВА, канд. техн. наук,  
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»,  
В.М. ЗДЕЩИЦ, д-р техн. наук, доц., ГВУЗ «Криворожский педагогический университет »

## **МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДРАБОТАННОГО МАССИВА**

Прямое математическое восстановление динамики явления по сигналу в точке мониторинга не представляется возможным по ряду причин. Огибающая получаемого сигнала представляет собой сумму экспоненциально-затухающих гармонических колебаний от каждого из мгновенных составляющих события. По пути распространения волн происходят амплитудные искажения в виде затухания и частотные искажения в виде смещения спектра. С увеличением расстояния частота колебаний снижается.

Полученный сигнал также представляет собой разнесенную во времени сумму составляющих пришедших первичной, вторичной, отраженной и поверхностной волн. Поэтому, выполняется обработка с поэтапным отсеиванием незначимых явлений, идентификацией значимых явлений, определением координат их гипоцентров, моделированием концентрации напряженно-деформированного состояния массива в зоне мониторинга и расчетом степени удароопасности.

Принятая общая методика обработки сигналов включает:

первичную амплитудную нормализацию сигналов, частотную фильтрацию и селекцию, временную селекцию, преобразование Фурье, регистрацию и вычисление промежуточных параметров (три первичные этапа выделения значимых явлений);

идентификацию значимых явлений и четвертый этап отсеивания не значимых явлений;

определение координат гипоцентров и пятый этап отсеивания незначимых явлений по принадлежности к зоне мониторинга, составление массива паспортов значимых явлений, группирование явлений по тем или иным характеристикам;

статистическую обработку результатов мониторинга (массивов паспортов значимых событий) включающую сглаживание, вычисление среднего за интервалы времени, определение плотности распределения, вычисление координат максимумов плотности распределения и других показателей, аппроксимацию и интерполяцию во времени.

пространственное моделирование по статистическим показателям сейсмической активности распределения и концентрации напряженно-деформированного состояния массива в зоне мониторинга, позволяющее дать их объяснение параметрами ведения горных работ, геологией и др. факторами; определение степени удароопасности по результатам микросейсмического мониторинга.

Наиболее ответственным в методическом отношении является идентификация значимых явлений. Принятый принцип идентификация значимых явлений базируется на использовании методов распознавания образов по 13-16 признакам паспортов явлений.

На этапе исследований использован наиболее распространенный и типичный для применения в задачах идентификации и классификации метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM). Для практических целей автоматической обработки использован комбинаторно логический метод распознавания образов.

Наиболее сложным, в т.ч., в аппаратном отношении, является определение координат гипоцентров явлений. Использование одного трехкоординатного измерительного зонда не может обеспечить высокую точность и надежность.

Использование 4-х разнесенных на 400-600 м зондов требуют прокладки и поддержания 2000 м высокочастотных (оптоволоконных) линий связи и линий питания вокруг зоны ведения горных работ.

Подсистема моделирования геомеханической ситуации включает 3D пространственную, геологическую и геомеханическую модели, а также локальные модели уточнения или расчета напряженно-деформированного состояния участков повышенной сейсмической активности.