

Аннотация

В данном исследовании рассматривается значительное влияние антропогенной сейсмической активности в подземной выработке влияющий на безопасность, производительность и операционные расходы. Точное определение источников микросейсмических событий и выбросов горных пород имеет ключевое значение для предотвращения внезапных инцидентов, таких как горные удары. Ограничения в прогнозировании времени таких событий требуют акцента на вероятные зоны их возникновения. Исследование направлено на преодоление этой проблемы путём создания системы, которая будет способна отслеживать и адаптироваться к изменениям во время горно-проходческих работ. Цель данного подхода — повысить надёжность вычисления местоположения источников, учитывая динамичную скоростную модель в условиях подземной добычи, что, в свою очередь, улучшает безопасность работников и производительность шахты. В исследовании признаётся изменчивость свойств горных пород и пустот в процессе добычи, подчёркивается недостаточность использования постоянной скоростной модели в методах локализации источников микросейсмических событий. В рамках работы использовались данные, полученные в лабораторных условиях, моделирующих непрерывно изменяющуюся среду подземных выработок. Анализ показывает, что из-за неоднородности и постоянных изменений в горном массиве скорость сейсмических волн не может рассматриваться как постоянная в методах локализации. Прогнозирование скорости сейсмических волн в реальном времени значительно повышает точность определения источников сейсмических событий. Для понимания распространения волн и физики процесса использовалось динамическое численное моделирование в FLAC3D с применением лабораторных данных. Для прогнозирования скорости сейсмических волн в различных сценариях применялись методы машинного обучения, такие как линейная регрессия и глубокие искусственные нейронные сети для повышения точности.