

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.831:622.502

**РАЙОНИРОВАНИЕ ШАХТНОГО ПОЛЯ ЮЭ-ДЗИНЬ
ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ГОРНЫХ УДАРОВ
НА ОСНОВЕ МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

Лань Тяньвэй, доцент, PhD доктор, Чжан Хунвэй, проф., доктор, Ли Шен, доцент, PhD доктор, Жун Хай, аспирант, Тан Гошуй, аспирант
Институт горного дела Ляонинского инженерно-технического университета
Батугин А.С., проф, д.т.н, Батугина И.М., проф., д.т.н,
Горный институт НИТУ «МИСиС»

На основе изучения внутренней связи факторов, влияющих на опасность проявления горных ударов разработана модель для их многофакторного регионального прогноза и установлен вероятностный критерий прогноза опасности. Анализ исходных данных с применением нейронной сети и элементов теории нечетких множеств позволил провести геодинамическое районирование шахтного поля с пространственным выделением участков высокой, средней и низкой опасности. Такой подход повышает качество прогноза опасности проявления горных ударов.

Ключевые слова: горный удар, региональный прогноз, метод распознавания образов, нейронная сеть, районирование

Методы отнесения месторождения к угрожаемому или опасному по горным ударам хорошо разработаны [1]. Также хорошо развиты методы прогноза отдельных участков массива вблизи горных выработок, интенсивно развиваются ГИС-технологии и методы математического моделирования напряженного состояния массива [2, 3 и др.]. Статистический анализ мест проявления горных ударов на шахтах Китая и других стран мира показывает, что они имеют региональное распределение, а опасные области занимают только 20-25% площадей отработки [4]. Заблаговременно опасные зоны на месторождении могут быть выделены методом геодинамического районирования на основе расчетов напряженного состояния массива с учетом его блочного строения [5], но при этом возможно учесть только ограниченное количество влияющих факторов и получать в основном качественные оценки (опасно-неопасно). Поэтому разработка методов заблаговременного прогноза расположения опасных областей на шахтном поле не теряет своей актуальности [6-8].

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Современные возможности позволяют использовать при многофакторном распознавании опасных мест проявления горных ударов нейронные сети, что позволяет получать вероятностные оценки опасности и уже их использовать для районирования шахтного поля.

1. Принцип прогноза горных ударов методом распознавания образов

Горные удары на угольных шахтах признаются основным осложняющим фактором при угледобыче в Китае, особенно на больших глубинах. Существует много факторов, влияющих на удароопасность, среди которых главную роль играет глубина разработки, напряженное состояние массива, способность пород накапливать упругую энергию, газообильность, геологическая структура массива и др. [1, 9-12].

В исследовании по распознаванию опасных мест проявления горных ударов в качестве объекта выберем элементарную площадь шахтного поля. Тогда на уже отработанных частях шахтного поля будем иметь элементарные площади (объекты), на которых была отмечена опасность горных ударов и где такой опасности отмечено не было [12]. Каждый объект может быть охарактеризован набором из N признаков, качественных и количественных характеристик, влияющих на опасность проявления горных ударов. Тогда каждую элементарную площадь шахтного поля можно представить, как векторный элемент в N -мерном пространстве. Сочетание одинаковых близких по характеристикам объектов образует в n -мерном пространстве один образ. Однородные образы находятся ближе друг к другу, неоднородные образы находятся далеко друга от друга. Задача распознавания состоит в том, чтобы на основе изучения характерных признаков относить новые объекты (новые площади шахтного поля) к тому или иному классу (образу) с определенной долей вероятности [13-15].

В области компьютерной имитации человеческой мысли и распознавания образов используют так называемые нейронные сети. Основные задачи, которые ставятся перед нейронными сетями, заключаются в том, чтобы классифицировать входной образ, то есть отнести его к какому-либо известному сети классу. В математической модели каждый нейрон в нейронной сети осуществляет преобразование входных сигналов в выходной сигнал и связан с другими нейронами. Изначально сети даются эталонные образы, принадлежность которых к определенному классу известна. Затем на вход сети подается некоторый неизвестный образ, и сеть пытается по определенному алгоритму соотнести его с каким-либо эталонным образом

2. Анализ проявления горных ударов на угольной шахте ЮЭ Цзинь

На шахте ЮЭ Цзинь при добыче угля на глубинах 800-1000 м было выявлено несколько удароопасных зон, в которых часто происходили горные

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

удары. Одним из удароопасных мест был район добычи №25, находящийся на глубине 850 метров. С 14 декабря 2006 по 1 марта 2011 г.г. в этом районе произошли четырнадцать горных ударов. В забое №25110 произошло шесть горных ударов и в забое №25090 произошло восемь. Магнитуды горных ударов составляли $M_L = 0.5 \sim 3.0$.

На шахте ЮЭ Цзинь основными факторами, влияющими на проявление горных ударов, являются глубина добычи, тектонические нарушения (разрывы и складки), физико-механические свойства угля и пород кровли, напряженное состояние массива. Эти признаки учитывались при составлении N-мерных образов опасных и неопасных участков, с которыми сопоставлялись планируемые к отработке участки шахтного поля.

Размер единичной ячейки в модели прогноза опасности горных ударов выбран 50×50 м, в результате чего поле шахты оказалось поделено на 9506 единиц (объектов). К опасному району отнесены области, заполненные ячейками с вероятностью K проявления горного удара $0.66 \leq k < 1.0$. К районам среднего уровня опасности отнесены области со значениями вероятности проявления горных ударов в диапазоне $0 \leq k < 0.43$. К неопасному району отнесены области с вероятностью проявления горных ударов менее 0,43. Площадь опасного района по проявлению горных ударов составила 29% от общей площади шахтного поля, площадь района со средним уровнем опасности составила соответственно 35% и площадь неопасного района составила 36%, рис. 1.

Для опасных районов рекомендуется заблаговременное применение региональных профилактических мероприятий и их планирование применения локальных профилактических мероприятий. Здесь необходим усиленный контроль степени опасности горных ударов во время ведения горных работ.

Для района среднего уровня опасности ($0.43 \leq k < 0.66$) необходимо применять ограниченные профилактические мероприятия, но в то же время контролировать достигаемый эффект.

В неопасных районах по горным ударам горные работы можно вести без профилактических мероприятий, но осуществлять контроль опасности.

Внедрение данного прогноза опасности горных ударов на шахте ЮЭ Цзинь позволило повысить уровень безопасности работ в шахте и обеспечить бесперебойную добычу угля.

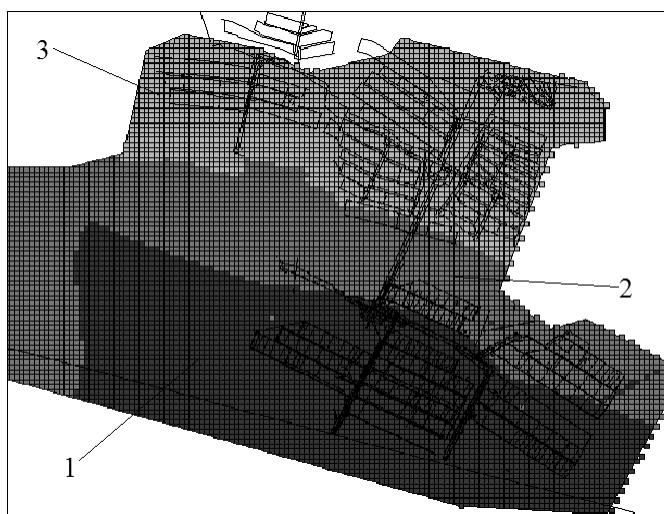


Рис.1. Прогноз опасности горных ударов на шахте Юэ Цзинь; 1 - опасный регион; 2 - регион среднего уровня опасности; 3-безопасный регион.

Выводы

1. Использование метода распознавания образов повышает уровень прогноза горных ударов. На основе выяснения внутренней связи факторов, влияющих на опасность проявления горных ударов, разработана модель многофакторного регионального прогноза удароопасности, установлен вероятностный критерий разделения шахтного поля по степени опасности на опасные, средней опасности и неопасные районы.

2. Площадь опасной зоны на поле шахты Юэ Цзинь занимает 29% от всей площади шахтного поля, площадь зоны среднего уровня опасности занимает 35% от всей площади шахтного поля, площадь безопасной зоны занимает, соответственно, 36% всей площади шахтного поля. Полученная карта позволяет осуществлять прогноз опасности при планировании горных работ и применять профилактические мероприятия для обеспечения условий безопасной добычи угля.

Список литературы:

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, склонных к горным ударам. – Л.: ВНИМИ, 1989. – 59 с.
2. Игнатов, Ю.М. Цыганков С.А. Метод построения цифровой горно-геометрической модели строения горного массива для анализа его структуры с использованием ГИС-технологий. Горный информационно-аналитический бюллетень (журнал). – 2010. - № 4. – С. 91-96.

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

3. Назаров Л.А., Назарова Л.А. Обратные задачи геомеханики: определение свойств и напряжений в породном массиве // ГИАБ. Специальный выпуск “Неделя горняка - 2013”.
4. QI Qing-xin, Dou lin-ming. Rockburst Theory and Technology [M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2007. pp. 1-15.
5. Петухов И.М., Батутина И.М. Геодинамика недр. М.: Недра, 1996. 216 с.
6. Зыков В. С., Непомнищев И. Л. Геодинамическое зонирование участков угольных пластов// Маркшейдерский вестник, № 4, 2013. С. 42-46.
7. Игнатов Ю.М. Совместное использования горно-геометрических данных и цифрового маркшейдерского плана в геоинформационной системе для поиска опасных зон. Вестник КузГТУ. – 2010. - № 1. – С. 139-143.
8. Шабаров А.Н. Геологическое обеспечение горных работ в геодинамически опасных зонах//Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ. 2004. №5. – С.181-188.
9. Петухов И.М. Горные удары в угольных шахтах. – М.: Недра, 2004. 238 с.
10. Батутина И.М., Батутин А.С., Лопатина А.Е., Холодкова Л.А. Степень и характер влияния природных факторов на удароопасность месторождений/Технология строительства горных выработок. Кемерово, 1985, с. 32-34.
11. Мустафин М. Г., Петухов И. М. Об основных факторах, обуславливающих возникновение горных ударов с разрушением почвы выработок // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2002. - № 11. - С. 17-22.
12. Zhang Hong-wei, Han Jun, Song Wei-hua, et al. Coal and gas outburst mechanism and risk analysis of tectonic concave [J]. Journal of China Coal Society, 2011, 36(S1): p.108-113.
13. Загоруйко Н. Г. Методы распознавания образов: состояние и перспективы.- М.:Сов. Радио, 1972. 120 с.
14. Ковалевский В. А. Методы распознавания изображений. - М.: 1975. – 380 с.
15. Li, Sheng; Zhang, Hongwei; Coal and gasoutburst model recognition and regional prediction Proceedings in Mining Science and Safety Technology, 2002. p. 331-334.