

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.02.008

УДК 622.831.322

© И.Л. Абрамов, И.Л. Непомнищев, 2018

И.Л. АБРАМОВ

к.т.н., доцент,
старший научный сотрудник
ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово
e-mail: ilabramov@rambler.ru



И.Л. НЕПОМНИЩЕВ

начальник отдела
научно-перспективного развития
ООО «УГМ-Сервис», г. Кемерово
e-mail: yot@yandex.ru



ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Описано программное обеспечение для реализации метода геодинамического зонирования подготовленных к выемке участков угольных пластов на базе применения многоуровневой ГИС-модели динамического состояния углевлещающего массива.

Ключевые слова: ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ, ЗОНИРОВАНИЕ, ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.

Добыча полезных ископаемых подземным способом сопровождается опасными геодинамическими явлениями (ГДЯ), что требует повышенного внимания к проблемам безопасного ведения горных работ [1, 2].

С целью повышения эффективности применения метода геодинамического зонирования участков угольных пластов (ГЗУП) для прогноза ГДЯ при ведении очистных работ разработана и зарегистрирована «Программа геодинамического зонирования участков угольных пластов с применением нерегулярных триангуляционных сетей» [3].

Программа предназначена для выполнения регионального прогноза геодинамических явлений на угольных шахтах на основе оценки геомеханического состояния анизотропного по прочности массива горных пород, вмещающего горные выработки, с учетом пригрузки в зонах повышенного горного давления, разгрузки в наработанных и подработанных зонах, влияния тектонических нарушений.

Программа позволяет, используя входные данные в виде замеров характеристик шахтного поля и с применением нерегулярных триангуляционных сетей, выполнить геодинамическое зонирование шахтного поля с выделением опасных по внезапным выбросам зон на плане горных работ, что является основой регионального прогноза выбросоопасности при отработке шахтного поля.

Метод геодинамического зонирования участков угольных пластов (ГЗУП) заключа-

ется в выполнении следующих работ [4, 5]:

- измерение характеристик шахтного поля;
- построение карт размещения характеристик на шахтном поле;
- установление опасных участков шахтного поля с превышением предельных значений для каждой характеристики;
- выделение зон, опасных по внезапным выбросам угля и газа, на которых все рассматриваемые характеристики имеют критические значения.

Объектом регионального прогноза явля-

ется планируемый к отработке столб угольного пласта. Региональный прогноз опасности очистного забоя должен выполняться предварительно до ведения очистных работ и завершаться после проведения оконтуривающих выемочный столб пластовых подготовительных выработок. Показатели, применяемые на стадии регионального прогноза, разделяются на качественные и количественные. Перечень показателей степени динамической активности углепородного массива в окрестности очистного забоя при региональном прогнозе представлен в табл. 1 [6].

Таблица 1

Показатели степени динамической активности углепородного массива в окрестности очистного забоя

Характеристика	Показатель
Качественные показатели	1. Наличие и вид тектонической нарушенности
	2. Тектоническая структура угля
	3. Наличие надрботки или подработки
	4. Наличие зон повышенного горного давления
Количественные показатели — горно-геологические и расчетные показатели для участка	1. Глубина от земной поверхности
	2. Средняя мощность основной кровли
	3. Средняя прочность основной кровли
	4. Мощность угольного пласта
	5. Газоносность угля
	6. Выход летучих
	7. Влажность угля
	8. Зольность угля
	9. Давление газа в пласте
	10. Мощность наносов
	11. Коэффициент концентрации напряжений
	12. Показатель удароопасности
Количественные показатели — показатели, полученные при проведении оконтуривающих выемочный столб выработок	1. Мощности слагающих пласт угольных пачек
	2. Прочности слагающих пласт угольных пачек
	3. Средневзвешенная по мощности прочность пласта
	4. Максимальные значения измеренного начального газовыделения из контрольных шпуров
	5. Значения выхода бурового штыба из интервалов контрольных шпуров
	6. Максимальные значения приведенного начального газовыделения из контрольных шпуров
	7. Показатель газодинамической реакции
	8. Показатель динамики газовыделения
	9. Показатель динамики выхода штыба
	10. Выход керна при бурении по угольному пласту

При разработке «Программы геодинамического зонирования участков угольных пластов с применением нерегулярных триангуляционных сетей» реализованы следующие характеристики шахтного поля: влажность, выход летучих, газоносность, зольность, глубина залегания.

Для каждой из этих характеристик, определяемых по данным разведочных скважин

участка шахтного поля, строится сеть с использованием триангуляции Делоне (рис. 1). Триангуляция на основе метода Делоне строится на нерегулярно распределенных точках, расположенных на выпуклой модели. Плоскости треугольников, построенных по этим точкам, аппроксимируют поверхность выпуклой модели [7, 8].

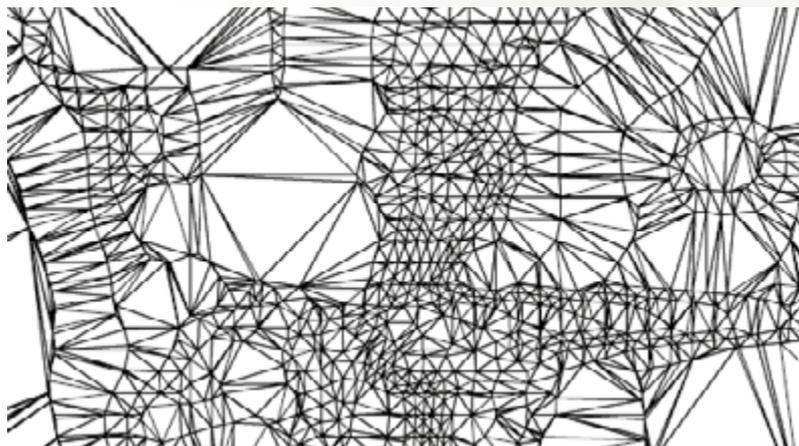


Рис. 1. Пример триангуляции Делоне

Триангуляция Делоне имеет следующие свойства, отличающие ее от других триангуляций подобного типа:

- максимизирует минимальный угол среди всех углов построенных треугольников, тем самым избегаются «тонкие» треугольники;
- взаимно однозначно соответствует диаграмме Вороного для того же набора точек;
- максимизирует сумму радиусов вписанных шаров;
- минимизирует дискретный функционал Дирихле;
- минимизирует максимальный радиус минимального объемлющего шара;
- триангуляция Делоне на плоскости обладает минимальной суммой радиусов окружностей, описанных около треугольников, среди всех возможных триангуляций.

Применение нерегулярных триангуляционных сетей позволяет выделить на участке пласта зоны, в пределах которых рассматриваемые характеристики имеют критические значения.

Построение карт размещения характеристик на шахтном поле, реализованное на основе применения метода триангуляции Делоне, является основой многоуровневой ГИС-модели для ГЗУП.

Примеры результатов применения программы — карты с геоинформационными полями характеристик геодинамической опасности по данным замеров характеристик участка шахтного поля ООО «Шахта «Чертинская-Коксовая» ОАО «ПО Сибирь-Уголь» показаны на рис. 2, 3.

На рис. 2 представлена нерегулярная триангуляционная сеть, построенная по данным газоносности угля.

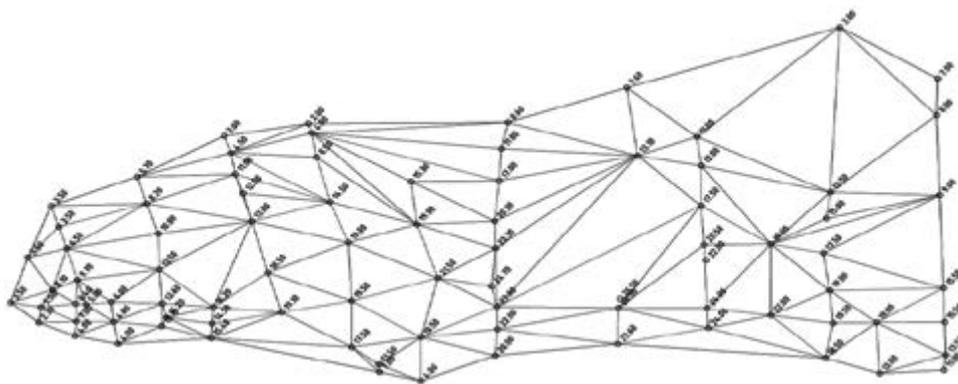


Рис. 2. Нерегулярная триангуляционная сеть, построенная по данным газоносности угля, м³/т

Преобразование триангуляционной сети в карту размещения характеристики по выходу летучих на данном участке показано на рис. 3. По рассматриваемой характеристике

выполнено разделение участка на потенциально опасные и неопасные по внезапным выбросам угля и газа области.

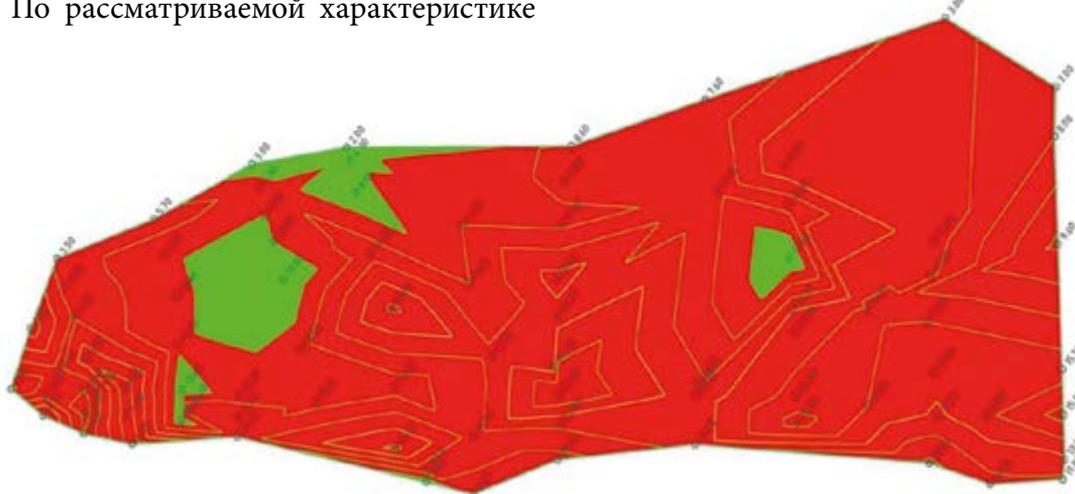


Рис. 3. Геополе выхода летучих веществ с разделением его по критическому значению данного показателя на не опасные (зеленый цвет) и потенциально опасную (красный цвет) по внезапным выбросам области

Путем наложения потенциально опасных областей по каждой из выбранных геодинамических характеристик (рис. 4) на участке

пласта определяется потенциально выбросоопасная зона.

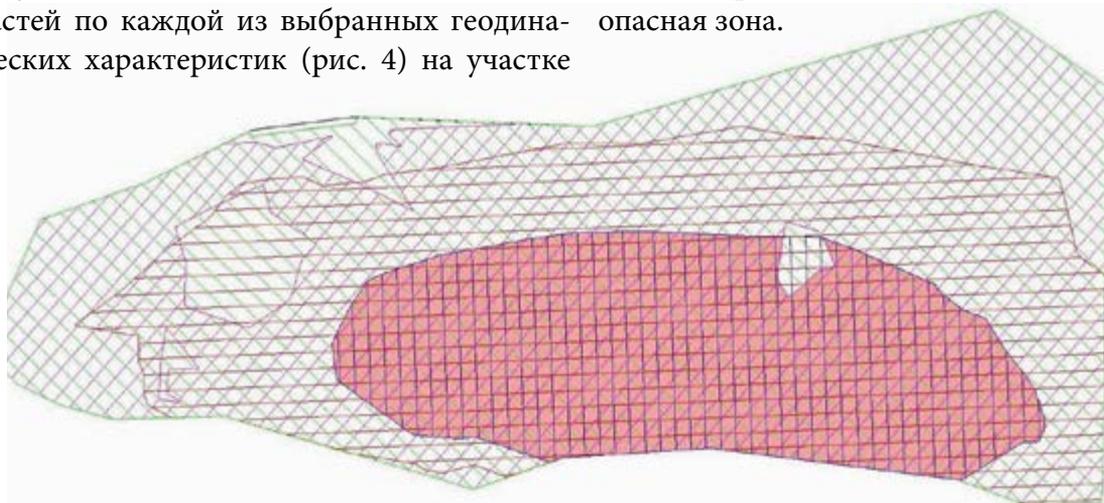


Рис. 4. Совмещенная карта границ потенциально выбросоопасных областей каждого из геополей характеристик выбросоопасности с выделением потенциально опасной зоны по комплексу выбранных характеристик: коричневая линия — граница по газоносности, фиолетовая — по выходу летучих веществ, зеленая — по влажности, черная — по зольности, синяя — по глубине залегания пласта, красный цвет — выбросоопасная зона

Вывод

Реализация метода геодинамического зонирования участков угольных пластов для прогноза геодинамических явлений при ведении очистных работ с использованием «Программы геодинамического зонирования участков угольных пластов с применением

нерегулярных триангуляционных сетей» по практическим данным измерения характеристик угольного пласта доказала возможность практического применения программы для регионального прогноза потенциально выбросоопасных зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыков В.С., Абрамов И.Л. Динамические явления в угольных шахтах и их классификация // Маркшейдерия и недропользование. — 2012. — № 4. — С. 56–60.
2. Зыков В.С., Абрамов И.Л. Природные факторы, определяющие вид и степень опасности угольных пластов по геодинамическим явлениям // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, 30 ноября 2016 года. — Кемерово: ЗапСибНЦ, 2016. — С. 13–15.
3. Свидетельство № 2014611010 Российская Федерация. Программа геодинамического зонирования участков угольных пластов с применением нерегулярных триангуляционных сетей: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / Зыков В.С., Непомнищев И.Л., Абрамов И.Л.; заявитель и правообладатель ФГБУН ИУ СО РАН. — № 2013660846; заявл. 26.11.13; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 22.01.14. — 1 с.
4. Зыков В.С., Непомнищев И.Л. Геодинамическое зонирование участков угольных пластов // Маркшейдерский вестник. — 2013. — № 4. — С. 42–45.
5. Зыков В.С., Непомнищев И.Л., Абрамов И.Л. Зонирование участков пластов на угольных шахтах по видам и степени геодинамической опасности // Вестник КузГТУ. — 2015. — № 6. — С. 45–51.
6. Зыков В.С., Абрамов И.Л., Непомнищев И.Л. Выбор и обоснование основных показателей опасности углепородного массива в окрестности очистного забоя по динамическим явлениям // Вестник КузГТУ. — 2012. — № 4. — С. 37–39.
7. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение. — Томск: Издательство Томского университета, 2002. — 128 с.
8. Непомнищев И.Л. Вопросы построения триангуляции при геодинамическом зонировании участков угольных пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — Отдельный выпуск № 6. — С. 363–367.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.02.008

UDC 622.831.322

© I.L. Abramov, I.L. Nepomnishchev, 2018

I.L. Abramov

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Senior Researcher
The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS, Kemerovo
e-mail: ilabramov@rambler.ru

I.L. Nepomnishchev

Head of Department for Academic and Prospective Development
ООО «UGM-Service», Kemerovo
e-mail: yot@yandex.ru

INFORMATION SUPPORT FOR GEODYNAMIC ZONING OF COAL SEAMS EXTRACTION SECTIONS

The article describes the software for the implementation of the method of geodynamic zoning of coal seam sections, prepared for an excavation, based on the use of the multi-level GIS model of the rock array dynamic state.

Keywords: GEODYNAMIC PHENOMENA, COAL SEAM, ZONING, GEOINFORMATIC MODEL, REGIONAL FORECAST.

REFERENCES

1. Zykov V.S., Abramov I.L. Dinamicheskie yavleniya v ugolnykh shakhtakh i ikh klassifikatsiya (Dynamic processes in coal mines and their classification). Marksheyderiya i nedropolzovanie. 2012. № 4. pp. 56–60.
2. Zykov V.S., Abramov I.L. Prirodnye faktory, opredelyayushchie vid i stepen opasnosti ugolnykh plastov po geodinamicheskim yavleniyam (Natural factors, determining hazard type and level of coal seams in geodynamic phenomena). Nauchno-tekhnicheskii progress: aktualnye i perspektivnye napravleniya budushchego: sbornik materialov IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 30 noyabrya 2016 goda. Kemerovo: ZapSibNTS. 2016. pp. 13–15.
3. Zykov V.S., Nepomnishchev I.L., Abramov I.L. Svidetelstvo № 2014611010 Rossiyskaya Federatsiya. Programma geodinamicheskogo zonirovaniya uchastkov ugolnykh plastov s primeneniem neregulyarnykh triangulyatsionnykh setey: svidetelstvo ob ofitsialnoy registratsii programmy dlya EVM (Certificate № 2014611010 of the Russian Federation. Program for geodynamic zoning of coal seams sections with the use of triangulated irregular network: the certificate of the application software official registration). Zayavitel i pravoobladatel FGBUN IU SO RAN. № 2013660846; claimed November, 26, 2013; registered in application software register dated January, 22, 2014. 1 p.
4. Zykov V.S., Nepomnishchev I.L. Geodinamicheskoe zonirowanie uchastkov ugolnykh plastov (Geodynamic zoning of reservoir sites in the coal mines). Marksheyderskiy vestnik = Mine Surveying Bulletin. 2013. № 4. pp. 42–45.
5. Zykov V.S., Nepomnishchev I.L., Abramov I.L. Zonirowanie uchastkov plastov na ugolnykh shakhtakh po vidam i stepeni geodinamicheskoy opasnosti (Zoning of reservoir sites in the coal mines by the types and degrees of geodynamic hazard). Vestnik KuzGTU = Vestnik of Kuzbass State Technical University. 2015. № 6. pp. 45–51.
6. Zykov V.S., Abramov I.L., Nepomnishchev I.L. Vybor i obosnovanie osnovnykh pokazateley opasnosti ugleporodnogo massiva v okrestnosti ochistnogo zaboya po dinamicheskim yavleniyam (Selection and justification of main indicators of dynamic events' danger of coal massif in the vicinity of working face). Vestnik KuzGTU = Vestnik of Kuzbass State Technical University. 2012. № 4. pp. 37–39.
7. Skvortsov A.V. Triangulyatsiya Delone i ee primeneniye (Delaunay triangulation and its application). Tomsk: Izdatelstvo Tomskogo universiteta, 2002. 128 p.
8. Nepomnishchev I.L. Voprosy postroeniya triangulyatsii pri geodinamicheskom zonirowanii uchastkov ugolnykh plastov (Problems of construction of triangulation at geodynamic zoning of coal seams). Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2013. Otdelnyy vypusk № 6. pp. 363–367.