

При этом параметры сводчатой компенсационной камеры на больших глубинах требуют более детального исследования. Как видно из табл. 3, наиболее предпочтительным является вариант системы разработки с защитным слоем переизмельченной руды у всячего бока и верхней части блока, позволяющий увеличить качество добытой рудной массы по сравнению с традиционной системой разработки на 0,83 % при горизонтальной подсечке и на 1,2 % при компенсационной камере сводчатой форме.

Список литературы

1. **Гири́н В.С., Кравцов Н.К., Витряк В.А.** Пути совершенствования качества металлургического сырья на шахтах Кривбасса / В.С.Гири́н, Н.К.Кравцов, В.А.Витряк // Разраб.руд.месторожд. - Кривой Рог: КТУ. - Вып. 70, 2000. - С. 10-13.
2. **Лавриненко В.Ф., Лысак В.И.** Уровень удароопасности пород на глубоких горизонтах шахт Кривбасса / В.Ф.Лавриненко, В.И.Лысак // Разраб.руд.месторожд. - К.: Техніка. - Вып.52, 1991. - С. 30-36.
3. **Чернокур В.Р., Шкробко Г.С., Шелегеда В.И.** Добыча руд с поэтажным обрушением / В.Р. Чернокур, Г.С. Шкробко, В.И. Шелегеда. - М.: Недра, 1992. - 271 с.
4. **Малахов Г.М., Безух В.Р., Петренко П.Д.** Теория и практика обрушенной руды / Г.М. Малахов, В.Р. Безух, П.Д. Петренко. - М.: Недра, 1968. - 311 с.
5. **Ступник Н.И.** Система поэтажного обрушения с переуплотненным слоем руды / Н.И. Ступник // Сб.науч.тр. - Кривой Рог: ГП "НИГРИ", 2011. - С.51-56.
6. **Сторчак С.А., Письменный С.В., Сбитнев В.А.** Повышение качества рудной массы при поэтажном обрушении, за счет технологических факторов / С.А.Сторчак, С.В.Письменный, В.А.Сбитнев // Качество минерального сырья. Сб.науч.трудов. - Кривой Рог, 2002. - С.70-74.

Рукопись поступила в редакцию 17.10.11

УДК 621

В.М. ПОРЕВ, канд. техн. наук, Інститут зелевпорядкування та інформаційних технологій, Київ

ДЕЯКІ ОЦІНКИ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НА ОСНОВІ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

Виконано аналіз моделі розповсюдження на основі клітинних автоматів для опису процесів забруднення навколишнього середовища.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Забруднення навколишнього середовища є однією з основних проблем сучасного існування людства. Моделювання розповсюдження різноманітних забруднень у просторі, яке дає можливість оцінити рівень небезпеки, є актуальним і вимагає постійного вдосконалення науково-практичних методик.

Аналіз досліджень та публікацій. Відомі методики опису та розрахунків розповсюдження забруднень [2,4,5,6,8]. В них описуються моделі оцінки концентрацій забруднень або розмірів зон забруднень. Наприклад, у методиці РД 52.04.253-90 описуються розрахунки розмірів зони небезпечного забруднення після вибуху, форма та розміри зони залежить від швидкості вітру і окреслюється як коло, напівколо або круговий сектор [5]. У методиці ОНД-86 надані оціночні формули на основі експоненційного розподілу і зони окреслюються еліпсами [6]. Одним з перспективних напрямків моделювання процесів розповсюдження (дифузії, переносу) є метод кінцевих елементів, і зокрема, клітинні автомати [1,7,9].

Постановка завдання. Визначити та проаналізувати характеристики моделі розповсюдження на основі метода кінцевих елементів і апарату клітинних автоматів.

Викладення матеріалу. Розповсюдження забруднення у просторі можна представити як перенос часток речовини від одних елементів дискретного об'єму до інших. Моделювання може виконуватися в об'ємі або на площині. Введемо поняття кубу та матриці розсіювання (рис. 1,2).

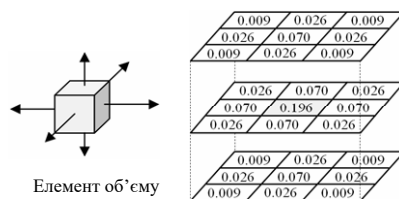


Рис. 1. Куб розсіювання 3×3×3

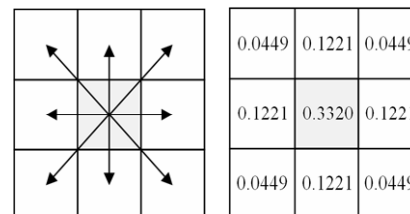


Рис. 2. Матриця розсіювання 3×3

Коефіцієнти кубу та матриці розсіювання відображають кількість речовини, яку буде перенесено у відповідні сусідні елементи за одиницю часу. Функціонально значення коефіцієнтів можна визначити як $F_{3d}(x,y,z)$, де x,y,z - координати сусідніх елементів в кубі розсіювання відносно його центру, або як $F_{2d}(x,y)$ відповідно для матриці розсіювання. Однією з вимог для значень коефіцієнтів може (проте це не є обов'язковим) бути те, що сума коефіцієнтів кубу або матриці розсіювання повинна дорівнювати 1, якщо речовина нікуди не зникає, або сама не створюється. Розміри матриці розсіювання та значення її коефіцієнтів визначаються характером моделі переносу речовин. Потрібно враховувати такі фактори, як розсіювання або, навпаки, групування часток речовини, хаотичні рухи, а також зовнішні чинники - вітер у атмосферному просторі або течія у водному, які змушують групи часток речовини рухатися у одному напрямку, або згідно розподілу напрямків моделі потоків. Потрібно визначити взаємодію між елементами простору. У випадку рівномірного по всіх напрямках розсіювання для визначення коефіцієнтів треба використовувати симетричну відносно усіх напрямків функцію $F(d)$, де d - відстань до центру матриці або кубу розсіювання. Приклади таких функцій: $F(d)=c/(1+ad^p)$, $F(d)=c \cdot \exp(-ad^2)$, де a, c та p - параметри-константи.

Для моделювання розсіювання виконується декілька ітерацій. Кожна ітерація означає перенос речовини у сусідні дискретні елементи простору за один квант часу. Розглянемо приклади моделювання розсіювання в об'ємі та на площині. Нехай значення кубу та матриці розсіювання визначаються експоненційною функцією $F(d)=c \cdot \exp(-ad^2)$. Задамо, наприклад, $a=1$. Яким повинне бути c ? Значення параметра c можна знайти, виходячи з деяких умов. Наприклад, умова збереження речовини означає одиничну суму усіх елементів кубу або матриці розсіювання.

Для матриці розсіювання розмірами 3×3 параметр c дорівнює 0,331910665, а для кубу розсіювання $3 \times 3 \times 3$ буде $c = 0,1912193383$.

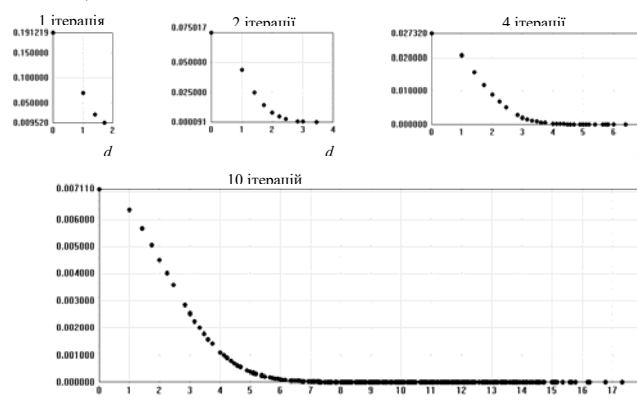


Рис. 3. Графіки $P(d)$ для різної кількості ітерацій. Чорні точки - це ненульові значення

Тепер розглянемо, як буде розсіюватися речовина згідно визначених параметрів моделі переносу. У випадку розсіювання рівномірного в усіх напрямках вивчимо розподіл кількості речовини залежно від відстані (d) до центра забруднення. Такий розподіл назовемо функцією розсіювання $P(d)$. Надамо декілька графіків значень $P(d)$ для різної кількості ітерацій (рис. 3).

Графік функції розсіювання $P(d)$ зовні схожий на графік функції $\exp(-d^2)$. Враховуючи існуючі традиції описувати розподіл концентрації забруднення Гаусовою моделлю, апроксимуємо $P(d)$ так

$$P(d) = K \cdot H(d),$$

де K - коефіцієнт; $H(d)$ - функція нормального розподілу (функція Гауса)

$$H(d) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}$$

Потрібно обчислити параметри апроксимації K та σ . Для було виконане моделювання розсіювання в об'ємі та на площині. Для різних значень параметру a експоненційної функції $F(d)=c \cdot \exp(-ad^2)$ кубу та матриці розсіювання виміри $P(d)$ були апроксимовані вказаною вище функцією $K \cdot H(d)$ при кількості ітерацій від 1 до 100. Методом найменших квадратів були знайдені відповідні значення K та σ . Деякі результати моделювання розсіювання проілюстровані на рис. 4,5.

Залежність σ від кількості ітерацій (I), надану на рис. 5, приблизно можна представити вираженням $\sigma = AI^{0,5} + B$, де A та B - значення, які залежать від a .

При моделюванні розсіювання на площині була виявлена висока схожість значень σ із відповідними σ для розсіювання в об'ємі. Тому дублюючий графік $\sigma(I)$ тут не наводиться.

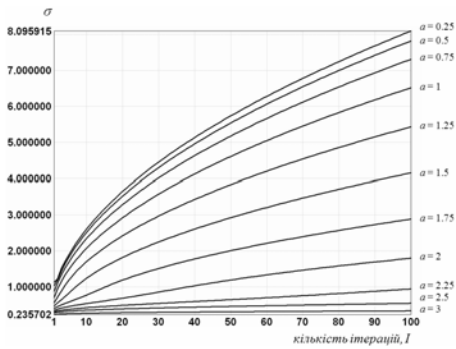


Рис. 4. Розсіювання в об'ємі. Сімейство функцій $\sigma(I)$ для різних значень a

Разом з цим, значення коефіцієнтів K для випадків моделювання розсіювання в об'ємі та площини суттєво відрізняються (рис. 5).

У наведеному прикладі куб та матриця розсіювання ініціалізовані значеннями функції $F(d) \sim \exp(-d^2)$. Як з'ясувалося, функція розсіювання має такий вигляд, тобто $P(d) \sim \exp(-d^2)$. Якою мірою моделювання розсіювання визначається виглядом функціональної залежності для елементів кубу або матриці розсіювання? Для відповіді на це розглянемо наступний приклад. Нехай усі елементи кубу розсіювання мають однакові значення, які в сумі дають 1, тобто $F(d) = 1/27 = 0.037037037$. На рис. 6 відображено результати моделювання в об'ємі для 1, 2, 4 та 10 ітерацій

розсіювання? Для відповіді на це розглянемо наступний приклад. Нехай усі елементи кубу розсіювання мають однакові значення, які в сумі дають 1, тобто $F(d) = 1/27 = 0.037037037$. На рис. 6 відображено результати моделювання в об'ємі для 1, 2, 4 та 10 ітерацій

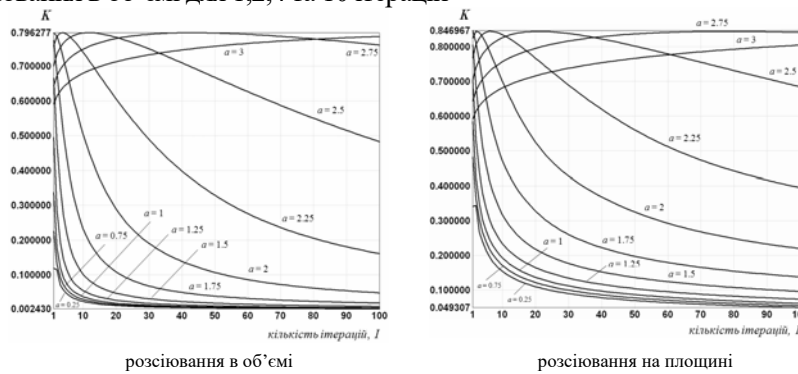


Рис. 5. Сімейство функцій $K(I)$ для різних значень a

Аналіз графіків, наданих на рис. 6, показує наступне.

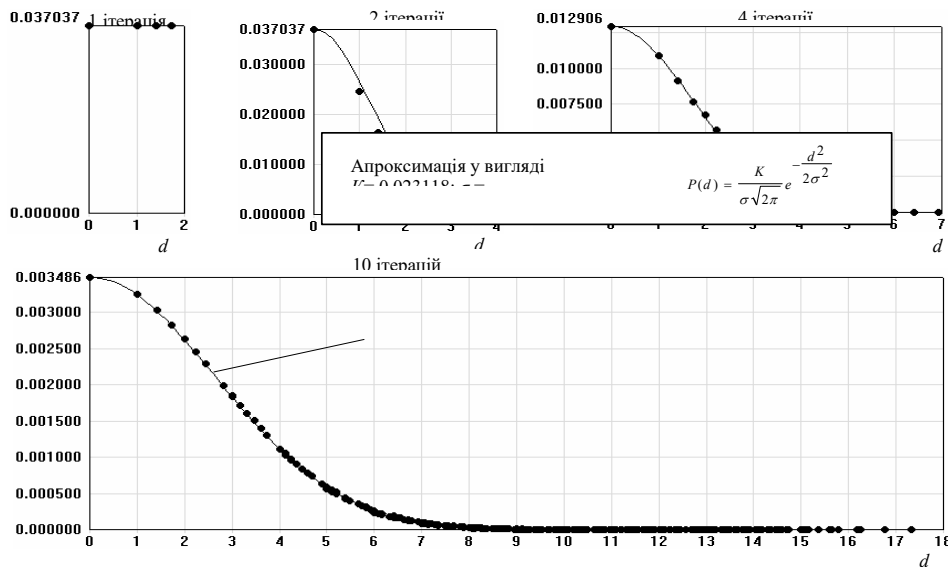


Рис. 6. Функція $P(d)$ та її апроксимація для константного кубу розсіювання

При одній ітерації розподіл значень повністю повторює значення кубу розсіювання. При двох та більше ітераціях значення елементів дискретного простору формуються шляхом взаємодії значень сусідніх елементів об'єму. З кожною наступною ітерацією все більше елементів приймають участь в обмінах значень - так моделюється вільне перемішування речовин із визначеними властивостями переносу. Можна зробити такий емпіричний висновок: **зі зростанням кількості ітерацій розподіл значень наближається до експоненційного $P(d) \rightarrow \exp(-d^2)$** . Проте, цей висновок можна зробити тільки для випадку розсіювання рівномірного в усіх напрямках. Крім того, це тільки для монотонно не зростаючих елементів кубу або матриці розсі-

ювання, тобто повинно бути $F(d_2) \leq F(d_1)$, якщо $d_2 \geq d_1$, де d_i - відстань i -го елемента кубу або матриці розсіювання до центру.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Використання метода кінцевих елементів i , зокрема, клітинних автоматів надає широкі можливості для моделювання процесів розповсюдження. Показане, що для рівномірного розповсюдження прийнятна Гаусова модель. Були виконані кількісні оцінки моделі, які дозволяють у окремих випадках звести моделювання в об'ємі к моделі на площині, що може суттєво заощадити обчислювальні ресурси. Одним з напрямків подальших досліджень є аналіз моделі розповсюдження в потоках для використання в геоінформаційних системах.

Список літератури

1. Бандман О.Л. Клеточно-автоматные модели пространственной динамики // Системная информатика. – 2006. №10. С. 59-113
2. Бутенко О.С., Охарев В.О. Механізм визначення кількісних характеристик рівня концентрації забруднюючих речовин викидами автомобільного транспорту // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. М-во освіти і науки України, НАНУ. – К. - 2009, Вип. 3, С14-33.
3. Горячев Г.В., Гаврилюк М.А. Моделирование распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с использованием ГИС-технологий по методике ОНД-86 // Наукові праці Вінницького національного технічного університету – 2009, №3.
4. Левченко Н.О., Євстратьев О.А., Гогунський В.Д. Конкурс расчетных методик рассеяния загрязняющих веществ в атмосферном воздухе // Труды Одесского политехнического университета. – 1997, выпуск 2. http://www.library.ospu.odessa.ua/online/periodic/opu_97_2/3_5.htm
5. Методика прогнозирования масштабов заражения сильдействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте РД 52.04.253-90. http://libgost.ru/rd/67060-Tekst_RD_52_04_253_90.
6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86 / Под ред. М. Е Берлянда. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 94 с.
7. Титов В. П. К вопросу о моделировании диффузии газов в потоке воздуха // Сб. трудов № 144 «Теплогазоснабжение и вентиляция». – М.: МИСИ, 1977. - С.45-50.
8. Turner D.B. Workbook Of Atmospheric Dispersion Estimates. U.S. Department Of Health, Education, And Welfare. <http://www.archive.org/download/workbookofatmosp026353mbp/workbookofatmosp026353mbp.pdf>
9. Wolfram S. A new kind of science. Champaign, Ill., USA: Wolfram Media Inc., 2002.

Рукопис подано до редакції 12.11.11

УДК 622.34

І.Є. ГРИГОР'ЄВ, канд.техн.наук, доц., ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ТЕОРІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Розглянуто та запропоновано нові сучасні підходи до проектування гірничих систем з урахуванням їх ієрархічного рівня.

Система, проектування, ієрархічність, рішення.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами. Проектна діяльність людства відома з давніх часів до сьогодні. Вона охоплює усі сфери функціонування промислового підприємництва: маркетингу, науково-дослідницької діяльності, виробництва і т.ін. Поряд з проектно-орієнтованими галузями - розробка програмного продукту, дослідно-конструкторська діяльність, рекламний бізнес і т.ін., успішно й динамічно працюють і традиційні виробничі гірничо-видобувні підприємства.

Проектні рішення, які приймаються проектантами при проектуванні гірничих об'єктів, мають довготерміновий вплив на роботу гірничих підприємств та визначають ефективність їх діяльності. У сучасних умовах глобалізації для підвищення конкурентоспроможності підприємств, що проектуються, необхідно суттєво підвищити якість проектних рішень та проектів в цілому. Це можливо досягнути подальшим розвитком теоретичних основ проектної діяльності та застосування сучасних методів та підходів до процесу проектування.

Аналіз досліджень і публікацій: Розвитком теорії проектування гірничих об'єктів займалось багато видатних радянських вчених таких як Б.П. Боголюбов, О.І. Арсентьев, В.В. Ржевський, М.В. Мельников, М.Г. Новожилов, В.С. Хохряков, Ю.П. Астаф'єв та багато інших. У сучасній Україні до таких вчених можна віднести В.Ф. Бизова, В.О. Завсєгдашнього, М.С. Четверика, В.Г. Близиюкова, В.А. Ковальчука та ін.