

6. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dbn.at.ua>.
7. **Кравчуновська Т. С.** Розвиток наукових основ організаційно-технологічного проектування комплексної реконструкції житлової забудови: дис. ... докт. техн. наук : 05.23.08 / Кравчуновська Тетяна Сергіївна. – Д., 2011. – 392 с.
8. **Куденко Г. О.** Перспективи енергозбереження в житлово-комунальному господарстві України / Г. О. Куденко, Д. С. Кадермеєва // Стратегічні пріоритети. – 2006. – № 1. – С. 144 – 149.
9. **Октябрьский Р. Д.** Энергоэффективность проектируемых зданий: учеб. пособ. / Р. Д. Октябрьский, Е. А. Старжинский, В. Н. Ильинец. – М. : ГАСИС, 2008. – 107 с.
10. **Пилипенко В. М.** Организационно-технологические принципы комплексной реконструкции индустриальной жилой застройки : автореф. дисс. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация строительства», 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение» / В. М. Пилипенко. – Минск, 2009. – 41 с.
11. **Попова В.** Энергосберегающий дом : современные решения / В. Попова // Недвижимость в движении. – Вып. 377 от 12.10.2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.realnест.com.ua>.
12. **Савйовский В. В.** Методологические принципы организационно-технологического проектирования реконструкции гражданских зданий : дисс. ... докт. техн. наук : 05.23.08 / Савйовский Владимир Викторович. – Харьков, 2010. – 387 с.
13. **Торкатюк В. І.** Удосконалення стратегії формування системи енергозбереження в будівельній галузі / В. І. Торкатюк, Л. Г. Бойко, М. К. Сухонос // Коммунальное хозяйство городов. – К. : Техніка, 2004. – Вып. 58. – С. 3-16.
14. **Шаленний В. Т.** Организационно-технологические основы формирования энергосбережения на определяющих этапах жизненного цикла гражданских зданий : дисс. ... докт. техн. наук : 05.23.08 / Шаленный Василий Тимофеевич. – Днепропетровск, 2004. – 406 с.
15. **Шутенко Л. Н.** Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда : дисс. ... докт. техн. наук : 05.23.08 / Шутенко Леонид Николаевич. – Харьков, 2002. – 550 с.

УДК 681.3:669.046.462

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ АНТРАЦИТІВ

*К. Ю. Новікова, к. т. н., доц., О. І. Михальов, д. т. н., проф., В. Л. Зубов, д. т. н., проф.
Національна металургійна академія України*

Ключові слова: кластерний аналіз, кластер, нечітка кластеризація, алгоритм *fcm*, субтрактивна кластеризація, центр кластера, структури антрацитів

Вступ. Ефективним напрямом технології, яка заміщує кокс, є використання антрациту. Використання антрациту не викликає істотних змін основних технологічних параметрів процесу: продуктивність, вихід колошникового газу, утворення шлаку і його основність коливаються в межах, характерних для роботи печей. Крім того, перевага заміни коксу кам'яним вугіллям також у тому, що він подається через колошник [3].

Термін «кластерний аналіз» насправді включає в себе набір різних алгоритмів класифікації. Загальне питання, що ставиться дослідниками у багатьох галузях, полягає в тому, як організувати спостережувані дані в наочні структури.

Техніка кластеризації застосовується в найрізноманітніших галузях. Хартігандав прекрасний огляд багатьох опублікованих досліджень, що містять результати, отримані методами кластерного аналізу.

Завдання та цілі кластеризації. Кластеризація (Data clustering) – завдання машинного навчання, в якому потрібно розділити задану вибірку об'єктів (ситуацій) на підмножини, які не перетинаються. Такі підмножини називаються кластерами. Причому ділити слід так, щоб кожен кластер складався зі схожих об'єктів, а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися [1].

Завдання кластеризації належить до більш широкого класу завдань навчання без учителя.

Типи вхідних даних:

– ознаковий опис об'єктів. Кожен об'єкт описується набором своїх характеристик, які називаються ознаками. Ознаки можуть бути числовими або нечисловими;

– матриця відстаней між об'єктами. Кожен об'єкт описується відстанями до всієї решти навчальної вибірки.

Цілі кластеризації:

– розуміння даних шляхом виявлення кластерної структури. Розподіл вибірки на групи схожих об'єктів дозволяє спростити подальшу обробку даних і прийняття рішень, застосовуючи до кожного кластера свій метод аналізу;

– стиснення даних. Якщо вихідна вибірка занадто велика, то можна скоротити її, залишивши по одному найтипівішому представникові від кожного кластера;

– виявлення новизни. Виділяються нетипові об'єкти, які не вдається приєднати до жодного з кластерів.

Постановка завдання нечіткої кластеризації. Концептуальний взаємозв'язок між кластерним аналізом і теорією нечітких множин ґрунтується на тій обставині, що при розв'язанні задач структуризації складних систем більшість формованих класів об'єктів розмиті за своєю природою.

Один із варіантів конкретизації задачі нечіткого кластерного аналізу, для розв'язання якої може бути використана спеціальна функція fcm системи MATLAB, заснований на алгоритмі розв'язання методом нечітких c -середніх.

Для уточнення виду цільової функції $f(\mathfrak{Z}(A))$ до розгляду вводяться деякі додаткові поняття. Насамперед передбачається, що необхідні нечіткі кластери являються собою нечіткі множини A_k , утворюють нечіткі покриття вихідної множини об'єктів кластеризації $A = A$, набуває такого вигляду:

$$\sum_{k=1}^c \mu_{A_k}(a_i) = 1 \quad (\forall a_i \in A), \quad (1)$$

де c – загальна кількість нечітких кластерів A_k ($k \in \{2, \dots, c\}$), яка вважається попередньо заданою ($c \in \mathbb{N}$ і $c > 1$).

Далі для кожного нечіткого кластера вводяться до розгляду так звані типові представники або центри v_k потрібних нечітких кластерів A_k ($k \in \{2, \dots, c\}$), які розраховуються для кожного з нечітких кластерів і за кожною з ознак за такою формулою:

$$v_j^k = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{A_k}(a_i))^m \times x_j^i}{\sum_{i=1}^n (\mu_{A_k}(a_i))^m} \quad (\forall k \in \{2, \dots, c\}, \forall p_j \in P), \quad (2)$$

де m – деякий параметр, званий експоненціальною вагою і рівний деякому дійсному числу ($m > 1$). Кожен із центрів кластерів вектором $v_k = (v_1^k, v_2^k, \dots, v_q^k)$ в деякому q -вимірному нормованому просторі, ізоморфній \mathbb{R}^q , тобто $v_j^k \in \mathbb{R}^q$, якщо всі ознаки виміряні у шкалі відносин.

Зрештою, як цільову функцію будемо розглядати суму квадратів зважених відхилень координат об'єктів кластеризації від центрів потрібних нечітких кластерів:

$$f(A_k, v_q^k) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (\mu_{A_k}(a_i))^m \sum_{j=1}^q (x_j^i - v_j^k)^2, \quad (3)$$

де m – експонентна вага нечіткої кластеризації $m \in \mathbb{N}$, $m > 1$, значення якої задається залежно від кількості елементів (потужності) множини A . Чим більше елементів містить множина A , тим менше значення вибирається для m .

Завдання нечіткої кластеризації. Завдання нечіткої кластеризації може бути сформульоване таким чином: для заданих матриці даних D , кількості нечітких кластерів $c \in \mathbb{N}$, $c > 1$ параметра m визначити матрицю U значень функцій належності об'єктів

кластеризації $a_i \in A$ нечітким кластерам A_k ($k \in \{2, \dots, c\}$), які доставляють мінімум цільової функції (3) і задовольняють обмеженням (1), (2), а також додатковим обмеженням (4) і (5):

$$\sum_{i=1}^n \mu_{A_k}(a_i) > 0 \quad (\forall k \in \{2, \dots, c\}), \quad (4)$$

$$\mu_{A_k}(a_i) \geq 0 \quad (\forall k \in \{2, \dots, c\}, \forall a_i \in A). \quad (5)$$

Умова (4) виключає появу порожніх нечітких кластерів у потрібній нечіткій кластеризації. Остання умова (5) має суто формальний характер, оскільки безпосередньо впливає з визначення функції належності нечітких множин. Уцьому випадку мінімізація цільової функції (3) мінімізує відхилення всіх об'єктів кластеризації від центрів нечітких кластерів пропорційно значення функції належності цих об'єктів до відповідних нечітких кластерів.

Оскільки цільова функція (2) не є опуклою, а обмеження (1), (2), (4), (5) у своїй сукупності формують неопуклі множини припустимих альтернатив, то в загальному випадку завдання нечіткої кластеризації належить до багатоекстремальних завдань нелінійного програмування.

Перевагою постановки задачі нечіткої кластеризації у вигляді (1) – (5) є природна інтерпретація як потрібних нечітких кластерів, що визначаються функціями належності (5), такі їх типових представників або центрів (2), які також визначаються в результаті розв'язання поставленої задачі.

Недоліком такої постановки задачі нечіткої кластеризації є необхідність апріорного завдання загального числа нечітких кластерів $c \in \mathbb{N}$, $c > 1$, яке в окремих випадках може бути невідоме. Ця обставина може вимагати залучення додаткових процедур для її визначення або розв'язання поставленої задачі для декількох значень c із подальшим вибором найбільш адекватного результату нечіткої кластеризації [2].

Постановка завдання дослідження. Дослідити рівні експертної інформації щодо якості антрацитів, а також роботу алгоритмів нечіткої кластеризації в задачах аналізу якості антрацитів.

Дослідження алгоритмів нечіткої кластеризації в задачах аналізу металографічних зображень. Для аналізу якості антрацитів були обрані зразки електронної мікроскопії зіставленої морфології зразків вихідних антрацитів і продуктів їх модифікації меланжем.

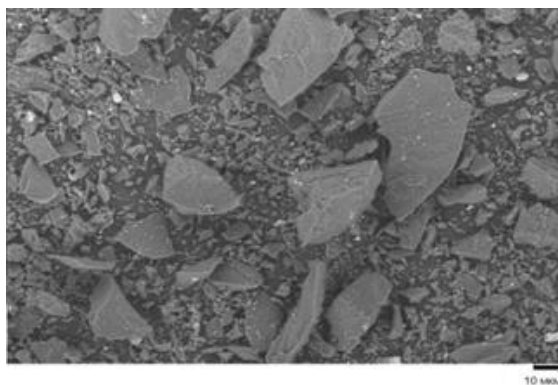


Рис.1. Електронномікроскопічний знімок зразка вихідного таймирського антрациту

Методами електронної мікроскопії зіставлена морфологія зразків вихідних антрацитів і продуктів їх модифікації меланжем. Зразки вихідних антрацитів візуально мало відрізняються і представлені головним чином частками різних форм, переважно з гострими гранями (рис. 1). Розвиненої пористості у вихідних антрацитів візуально не спостерігається. Модифіковані меланжем, а потім термооброблені зразки антрациту (рис. 2), навпаки, володіють добре розвинутою системою пор [5].

Після отримання зображення ми створюємо цикл, за допомогою якого отримуємо зображення з поданням про значення кожного пікселя. Отриманий в результаті файл будемо використовувати для подальшого дослідження, тому що дані для кластеризації повинні бути наведені у вигляді матриці чисел.

Наступним кроком дослідження є визначення центрів кластеризації, для цього застосовується функція fcm, яка виконується ітераційно доти, поки зміни цільової функції перевищують деякий заданий поріг. На кожному кроці командному вікні виводяться

порядковий номер ітерації і відповідне поточне значення цільової функції. Якщо після запису функції `fcm` у другому рядку не ставити крапку з комою (;), то у вікні команд будуть показані значення координат центрів нечітких кластерів, значення функції при належності об'єктів нечітким кластерам і значення цільової функції на кожній з ітерацій роботи алгоритму FCM.

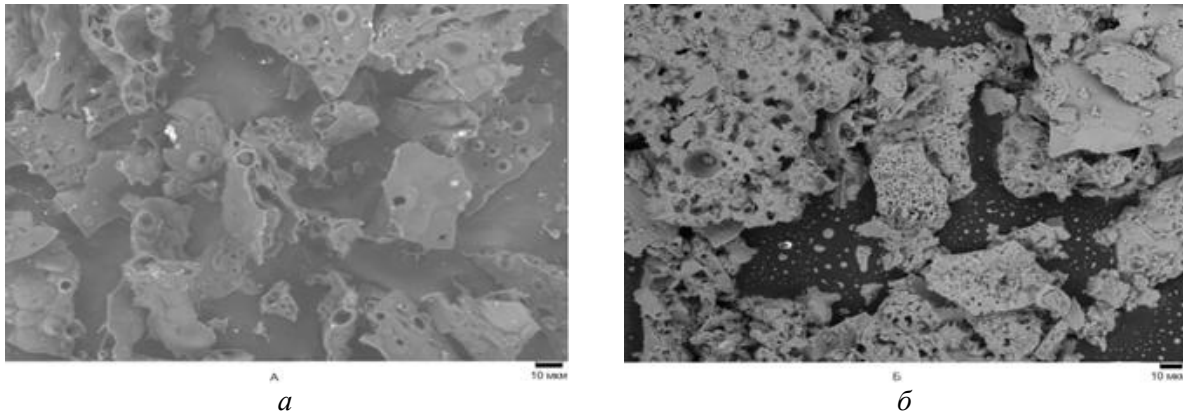


Рис. 2. Електронномікроскопічні знімки модифікованих меланжем, а потім термооброблених зразках таймирського (а) та іловайського (б) антрацитів

Для оцінки динаміки зміни значень цільової функції використовуємо команду побудови графіка `plot(obj_fcn)`.

Далі визначаємо максимальний ступінь приналежності окремого елемента даних кластеру.

Результат розв'язання задачі нечіткої кластеризації для чотирьох нечітких кластерів із використанням зазначеної послідовності команд може бути візуалізований та представлений множини даних, що підлягають кластеризації зі знайденими центрами кластерів. Візуалізація спрощує завдання експерта з аналізу зображень та зменшує ймовірність помилки.

У процесі виконання дослідження було виявлено, що для аналізу кольорових зображень неможливо застосувати алгоритм субтрактивної кластеризації, тому що вхідна матриця даних повинна мати розмір $n \times 2$, далі дослідження проводились вже для чорно-білих зображень.

Для того щоб зображення подати в потрібному форматі для подальшого дослідження, використовуючи алгоритм субтрактивної кластеризації, було написано М-файл `convert.m`, який присвоює чорному кольору – нуль, а білому – одиницю.

У разі відсутності будь-яких апріорних припущень щодо кількості нечітких кластерів можна використовувати функцію командного рядка `subclust`. У результаті виконання цього фрагмента команд будуть одержані значення матриці центрів кластерів і вектора σ -значень [2].

Висновки. Система MATLAB дозволяє розв'язувати задачі нечіткої кластеризації двома способами: алгоритм FCM; алгоритм субтрактивної нечіткої кластеризації. Результати нечіткої кластеризації мають наближений характер і можуть служити лише для попередньої структуризації інформації, що міститься в множині вихідних даних. Розв'язуючи задачі нечіткої кластеризації, потрібно пам'ятати про особливості та обмеження процесу вимірювання ознак у сукупності об'єктів кластеризації.

Оскільки нечіткі кластери формуються на основі евклідової метрики, відповідний простір ознак має задовольняти аксіомам метричного простору. У той же час для пошуку закономірностей в проблемній області, що мають не метричний характер, необхідно використовувати спеціальні засоби та інструментарій, розроблені для інтелектуального аналізу даних.

Алгоритми нечіткої кластеризації дозволяють розбити досліджувані об'єкти на нечіткі кластери, а нечіткі кластери, у свою чергу, можуть бути візуалізовані шляхом управління рівнем яскравості відповідних кольорів, аналогічним функції приналежності. Візуалізація спрощує завдання експерта з аналізу зображень і зменшує ймовірність помилки.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн Райзина. – М.: Мир, 1980. – 392 с.
2. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб. : БХВ. – Петербург, 2003. – 736 с.

3. **Мандель Н. Д.** Кластерный анализ. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
4. **Новікова К. Ю., Михальов О. І.** Дослідження алгоритмів нечіткої кластеризації в задачах аналізу металографічних зображень // Системные технологии. Регионал. межвуз. сб. науч. раб. – Вып. 6 (77). – Д. 2011.
5. **Фетисова О. Ю.** Синтез и свойства пористых углеродных материалов из природных графитов и антрацитов. : Автореф. дис. канд. хим. наук. – Красноярск, 2012. – 21 с.

УДК 621.868.27

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ РОЗБИРАННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ТА РЕКОНСТРУЙОВАНИХ СПОРУД ТА БУДІВЕЛЬ

С. В. Шатов, к. т. н., доц.

Ключові слова: техногенні аварії, стихійні лиха, пошкоджені споруди та будівлі, розбирання споруд, реконструкція, засоби механізації

Проблема. В Україні щорічно відбувається понад 300 надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру [10]. Матеріальні збитки, завдані надзвичайними ситуаціями за останні 11 років, оцінюються в 12 млрд гривень. Техногенні катастрофи, аварії та стихійні лиха спричиняють пошкодження або руйнування споруд та будівель. Під завалами зруйнованих об'єктів та в пошкоджених спорудах можуть знаходитися потерпілі. Розбирання завалів та будівель або їх відновлення виконується машинами та механізмами, які не відповідають вимогам цих робіт. Це зумовлює виконання робіт за недосконалою технологічними схемами, особливо коли пошкоджені частини будівель мають значні розміри та перебувають у нестійкому стані.

При реконструкції споруд та будівель, коли виникає необхідність розбирання їх частин, також виникає потреба у раціональній організації робіт із використанням ефективних машин.

Аналіз публікацій. Проявами техногенних катастроф та аварій є вибухи газу, пожежі, руйнування мереж водопостачання та каналізації [1 – 5; 10; 11]. До стихійних лих відносять землетруси, урагани, зсуви ґрунту та повені. Аналіз відновних робіт у Вірменії (1989 р.), Дніпропетровську (2007 р.), Євпаторії (2008 р.), Луганську (2009 р.) показав, що до них входять розбирання завалів, руйнування або відновлення пошкоджених конструкцій споруд та будівель, навантаження й вивезення продуктів розбирання завалів [1; 3; 5]. При розбиранні завалів, коли необхідно прибрати частину уламків для витягання людей, почергово використовувалась вантажопідійомна техніка (крани з гаковою підвіскою або захватом) для підйому великих уламків та екскаватори або навантажувачі з ковшем. Подрібнення великих уламків виконувалось гідромолотом на базі екскаватора або цю роботу виконували рятівники з механізованим інструментом. Уламки із завалу навантажують у транспортні засоби, або переміщують екскаватором та автокраном у майданчики – відвали (склади). Потім автокран та екскаватор міняються місцями і виконують розбирання решти завалу. До недоліків відомої технології робіт відносять те, що вона не забезпечує ефективного розбирання нестійких елементів будівель шляхом їх вилучення без падіння уламків.

Метою досліджень є розробка організаційно-технологічних рішень розбирання пошкоджених та реконструйованих споруд та будівель із використанням нових типів машин та їх робочого обладнання.

Результати дослідження. При розбиранні пошкоджених споруд та будівель або при їх реконструкції використовують екскаватори із ковшами та гідроможицями (рис. 1), самохідні крани та механізований інструмент. Це дозволяє розбирати частини будівель, схоплювати та підіймати уламки конструкцій на відстані. При реконструкційних роботах у центральній частині Дніпропетровська виконувалось розбирання старих будівель магазину «Дитячий світ» та готелю «Центральний». Будівельні частини цих споруд мали цегельну кладку стін та залізобетоні перекриття і перемички (рис. 1, а). Основні технологічні операції були пов'язані з послідовним розбиранням кожного поверху екскаваторами з різними типами гідроможиць та довжиною стріл (рис. 1, в, г). Уламки поверхів падали або переміщувалися гідроможицями під будівлі, тому у зоні дії цих екскаваторів інші роботи не виконувалися. Екскаватор із великогабаритною стрілою для розбирання верхніх поверхів мав кабіну, яка могла міняти кут нахилу, що значно поліпшувало умови роботи машиніста – відпала необхідність машиністу