

ЛИТЕРАТУРА

1. Похвиснев А.Н., Курунов И.Ф. Сталь, 1966, № 4, С. 300-303.
2. Сорокин В.А. Комплексная автоматизация доменных печей. Металлургиздат, 1966, С. 200.
3. Рамм А.Н. Сталь, 1954, №12, С. 1073-1084
4. Любан А.П. Анализ явлений доменного процесса. Металлургиздат, 1962, с.180.
5. Langen I. Continuous Control of the Blast Furnace. «I. of Metals», 1965, №12, P. 1379.
6. Готлиб А.Д. Доменный процесс. «Металлургия», 1966, С. 300.
7. Смоляк В.А. Алгоритмы модернизированного управления доменным процессом. Публикация III. Под-система автоматического управления сходом шихты. Науковий журнал. «Математичне моделювання», 2009, №1(20), С. 52-56.

пост. 09.12.09

Методи кластер-аналізу в пошуковій системі пилогазовловлюючого обладнання*КАРМАЗІНА В.В., КОСУХІНА О.С., ТОЛОК А.О., ТИМЧЕНКО С.В.*

Дніпродзержинський державний технічний університет

У роботі проводиться розділення пилогазовловлюючого обладнання на кластери за рівнями та пошарове розділення. Проведений кластер-аналіз дозволяє побудувати дендрограму для пилогазовловлюючого обладнання.

В работе проводится разделение пылегазоулавливающего оборудования на кластеры по уровням и пошаровое разделение. Проведенный кластер-анализ позволяет построить дендрограмму для пылегазоулавливающего оборудования.

The article deals with the division of the dust and gas catching equipment on clusters for levels and level-by-level division. The clusters – analysis conducted allows to construct dendrogramma for the dust and gas of the catching equipment.

Пил і газ, що викидають в атмосферу промислові підприємства, змінюють її склад, зменшують кількість кисню. Одним з методів зниження викидів є надійна герметизація обладнання, при якій всі газоподібні продукти і пил, що утворюються, уловлюються, очищуються та знезаражуються. Зниження викидів технічно можливо і здійснюється шляхом використання апаратів і установок пилоуловлювання й очистки газів, але потребує надзвичайно великих капітальних та експлуатаційних витрат.

Різноманітність існуючих типів такого обладнання і поява нових ускладнюють пошук обладнання підприємствам-замовникам. У теперішній час в Україні майже не вводяться в експлуатацію нові металургійні та хімічні підприємства, а здебільшого здійснюється тільки реконструкція старих. Такі реконструкції накладають на оновлення пилогазовловлюючого обладнання ряд умов, які обумовлюються параметрами підприємства, такими, як потужність, ступінь очищення, розміри, ціна та інше. До того ж, ці умови не рівноправні, тобто їх виконання регулюється деякими коефіцієнтами. Ці коефіцієнти встановлюються кожним підприємством самостійно і залежать від потреб і фінансових можливостей. Таким чином, пошук пилогазовловлюючого обладнання ще більше ускладнюється. Використання пошукових систем Internet у таких умовах не вирішує проблеми. Слід створити систему розділення пилогазовловлюючого обладнання на певні класи та розробити методику пошуку. Як кажуть, класифікація – це один з

фундаментальних процесів у науці, так як факти і явища повинні бути упорядковані для того, щоб їх можна було зрозуміти і розробити загальні принципи їх дослідження. Методи, які використовують у кластер-аналізі для утворення класів подібних об'єктів, дозволяють оцінити схожість (подібність) кількісно. Побудова кластерів виконується за деякою схемою (рис.1), в якій існують три основних типи даних: перший тип - це багатомірні дані, другий тип – дані про близькість, третій тип – дані про кластери

Багатомірні дані задають значення декількох змінних для визначення об'єктів. Будемо позначати такі дані через x_{ij} , де i відповідає об'єкту (обладнанню), а j -змінній $i = \overline{1, l}$, $j = \overline{1, k}$. Нехай обладнання утворюють простір V із n -одиниць обладнання $\{o_1, o_2, \dots, o_n\}$. Кожному o_i відповідає функція розподілу $o_i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ деяких вимірів, отриманих на основі принципів дії пилогазовловлюючого обладнання, таких, як способи виведення уловлюваного продукту, засоби застосування, ступені очистки тощо.

Визначаємо коефіцієнт відмінності як відображення d на невід'ємні дійсні числа, для яких виконується умова

$$\begin{aligned} d(o_i, o_j) &= d(o_j, o_i), \\ d(o_i, o_j) &= 0, \quad \text{якщо } o_i = o_j, \\ d(o_i, o_j) &> 0, \quad \text{якщо } o_i \neq o_j. \end{aligned}$$

Виходячи з так уведеного коефіцієнта відмінності, визначеного між усіма можливими парами, описуємо взаємне розташування o_i у V . Визначення коефіцієнта відмінності залежить від природи виконуваних досліджень і вимірювання ознак (якісні, кількісні, дихотомічні). Опис цього взаємного розташування здійснюється шляхом кластер-аналізу, який визначається як такий метод формування підмножин (які, імовірно, перетинаються) елементів з V , що елементи всередині підмножини у деякому сенсі ближчі один до одного (у сенсі мінімальної дисперсії), ніж до елементів з інших підмножин. Формалізм методів кластер-аналізу, який заснований на упорядкованості значень близькості, повною мірою дозволяє використовувати теорію графів. Для теорії характерно, що вихідні дані з реальних задач припускають представлення у вигляді графа близькості. Граф близькості $G = (V, E)$ складається з не порожньої множини вершин $V = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ і множини ребер $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$, $m \leq n(n-1)/2$, де кожне ребро e_k є окремою парою $o_i, o_j \in V$, яка позначається $e_k = o_i o_j$.

Так як множина E має відношення порядку $e_1 \leq e_2 \leq \dots \leq e_m$, тоді G є упорядкований граф. У побудованій моделі кластер-аналізу елементи V є об'єктами, а елементи E – зв'язками. Відношення порядку на зв'язках визначається даними про близькість для пар об'єктів. Тобто, якщо $e_i = o_p o_q$, $e_j = o_r o_s$, тоді $e_i \leq e_j$ означає, що об'єкти $o_p i o_q$ не менш подібні ніж об'єкти $o_r i o_s$. Рівнями розщеплювання графа близькості $G = (V, E)$ називають рівні $h = 0, h = m = |E|$, а також усі $h, 1 \leq h \leq m-1$, для яких $e_h < e_{h+1}$. Для кожного рівня розщеплювання $0 \leq h \leq m$, $E_h = \{e_1, e_2, \dots, e_h\}$ упорядкований граф $G_h = (V, E_h)$, де E_h має таке ж відношення порядку, що і E , але в межах E_h є підграфом близькості h -ого порядку для G . Граф $T_h = (V, E_h)$, де T_h не є упорядкованим, називаємо пороговим підграфом h -ого порядку для G .

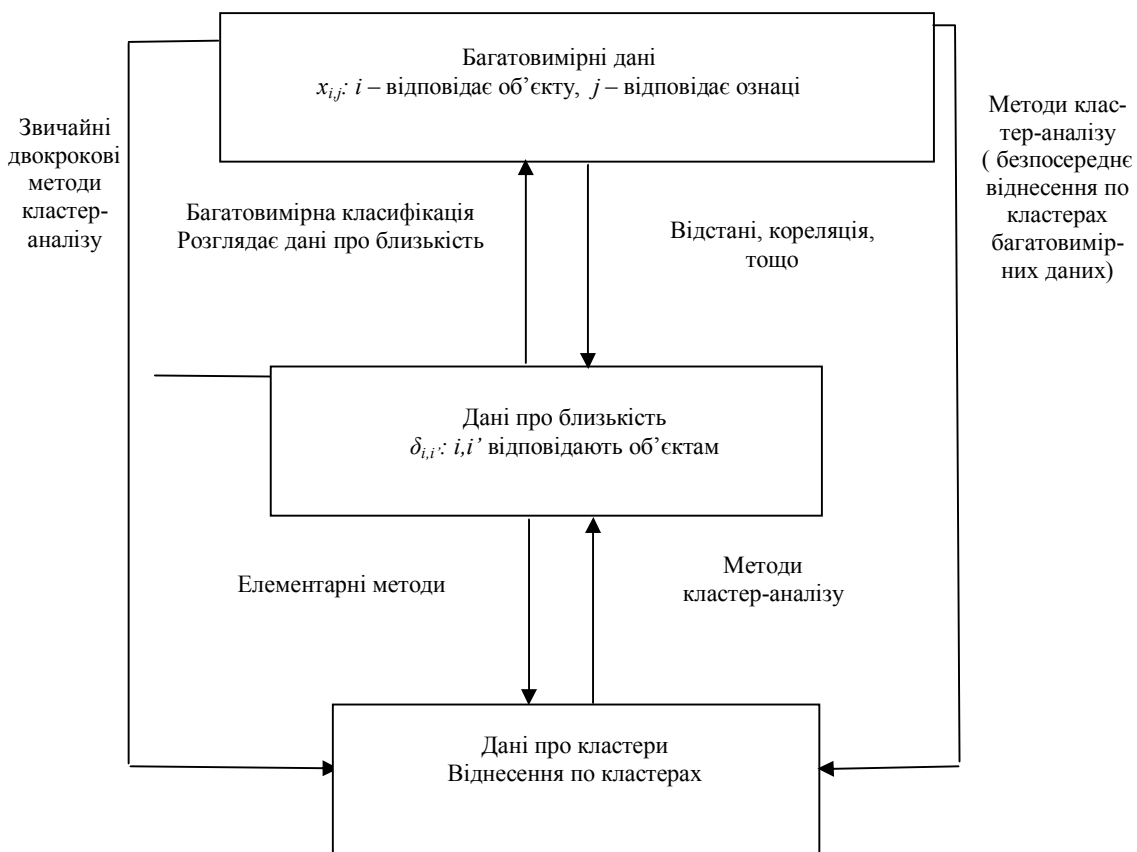


Рис. 1. Схема типів даних побудови кластерів

У роботі використовуються як рівневі групування, так і пошарові. Рівневим групуванням множини об'єктів $V = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ є множина L не вкладених підмножин множини V , які називають кластерами, що покривають V , тобто із того, що $C, C' \in L, C \subset C'$ виходить, що $C = C'$ і $UL = V$.

Пошаровим групуванням множини об'єктів $Q = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ є послідовність $S = (L_1, L_2, L_3, \dots, L_k)$ рівневих групувань V , для яких справедливо:

- $L_0 = \{\{o_1\}, \{o_2\}, \dots, \{o_n\}\}$ - усі об'єкти є одно-об'єктними кластерами рівня 0;

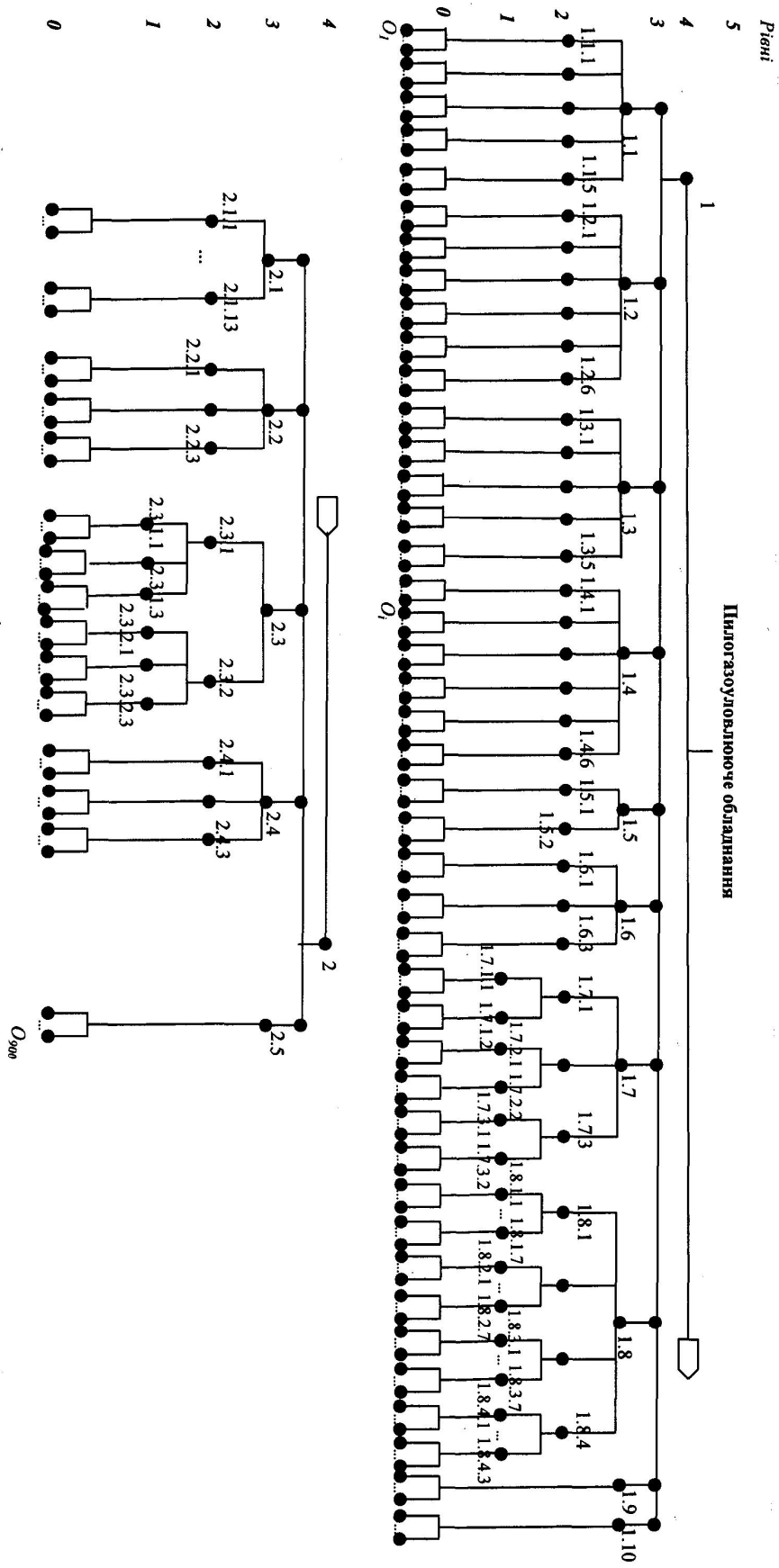


Рисунок 2. Дендрограма

- із $C \in L_i$, $i \leq k-1$ витікає, що $C \subset C'$ для деякого $C' \in L_{i+1}$ - послідовне уточнення, тобто кожний кластер рівня i є частина кластера рівня $i+1$.

Пошарове групування $S = (L_1, L_2, L_3, \dots, L_k)$ є ієрархічним, якщо кожне рівневе групування L_i , $0 \leq i \leq k$, утворює розбиття V . Кластери із L_i називають кластерами з S рівня i . Побудована модель кластер-аналізу забезпечує те, що довільний пошаровий метод кластеризації суттєво залежить тільки від упорядкування початкових даних про близькість.

Ураховуючи послідовність ознак і кількість заданих рівнів, було проведено граничну пошарову кластеризацію $S = (L_0, L_1, L_2, L_3, L_4, L_5)$ і побудовано повноз'язну дендрограму (схематичне зображення отриманої дендрограми наведено на рисунку 2). Множини об'єктів $V = \{o_1, o_2, \dots, o_{900}\}$ представляють нульовий рівень групування, який складається з 900 одиниць обладнання. Перший рівень групування нараховує 36 кластерів, які мають таке позначення:
 $L_1 = \{l_{1,1}, l_{1,2}, \dots, l_{1,36}\} =$
 $= \{1-7-1-1, 1-7-1-2, 1-7-2-1, \dots, 2-3-2-3\} :$

1-7-1-1 - відцентровані поодинокі циклони цілідричної конструкції типів ЦН-11, ЦР-15, ЦН-15У, ЦН-24, ЛІОТ;

1-7-1-2 - відцентровані поодинокі циклони конічної конструкції типів СДК-ЦН-33, ЦК-ЦН-34, СК-ЦН-22, СІОТ;

1-7-2-1 - відцентровані групові циклони з прямокутним компонуванням типів ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15У, ЦН-24;

2-3-2-3 - мокрі двоступеневі волокнисті фільтри.

Другий рівень групування нараховує 57 кластерів, які мають таке позначення

$L_2 = \{l_{2,1}, l_{2,2}, \dots, l_{2,57}\} =$
 $= \{1-1-1, 1-1-2, \dots, 1-7-1, \dots, 2-3-2, \dots, 2-4-3\} :$

1-1-1 - апарати сухого знепилення, пилоосадні, інерційні з простою камерою;

1-1-2 - апарати сухого знепилення, пилоосадні інерційні з камерою з вертикальними перегородками;

1-7-1 - відцентровані поодинокі циклони;

2-3-2 - мокрі волокнисті фільтри – тумановловачі;

2-4-3 - апарати мокрої хімічної очистки газів – десорбція.

Третій рівень групування нараховує 15 кластерів, які мають таке позначення:

$L_3 = \{l_{3,1}, l_{3,2}, \dots, l_{3,15}\} =$
 $= \{1-1-1, 1-2, \dots, 1-7, \dots, 2-3, \dots, 2-4, 2-5\} :$

1-1 - апарати сухого знепилення, пилоосадні, інерційні;

1-2 - апарати сухого знепилення, аспіраційні колектори;

1-7 - апарати сухого знепилення, відцентровані циклони;

2-3 - мокрі фільтри;

2-4 - апарати мокрої хімічної очистки газів;

2-5 - апарати мокрої очистки – акустична коагуляція.

Четвертий рівень групування нараховує 2 кластери, які мають таке позначення:

$L_4 = \{l_{4,1}, l_{4,2}\} = \{1, 2\} :$

1 - апарати сухого знепилення;

2 - апарати мокрої очистки.

П'ятий рівень групування нараховує 1 кластер - пилогазовловлююче обладнання.

Висновок

Проведений кластер-аналіз поділив пилогазовловлююче обладнання на кластери за рівнями та дозволив виконати пошарове розділення. Побудована дендрограма для пилогазовловлюючого обладнання є основою для створення пошукової системи із заданими умовами на обладнання. Результати застосування кластер-аналізу до пилогазовловлюючого обладнання можуть бути корисними в навчальному процесі при вивченні дисциплін з охорони навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Классификация и кластер. // Труды научного семинара по классификации и кластер - анализу. Под редакцией Дж. Вен. Райзин. Мир, 1980. – 390 с.
2. Мандель И.Д. Кластерный анализ. - М.: Финансы и статистика. 1988. – 176 с.
3. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика, 2000. - 352 с.
 Фильтры улавливания промышленных пылей.// М.Г. Мазус и др./М.: Машиностроение, 1985, 240 с.