

Застосування алгоритмів кластеризації для аналізу енергоефективності виробничих об'єктів у сільському господарстві

Ігнатенко Дмитро,

здобувач вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Миколаївський національний аграрний університет,

м. Миколаїв, Україна

Анотація: У роботі розглянуто застосування алгоритмів кластеризації для аналізу енергоефективності виробничих об'єктів у сільському господарстві. Досліджуються можливості використання методів інтелектуального аналізу даних для обробки інформації про енергоспоживання аграрних підприємств. Основну увагу приділено алгоритмам кластеризації, які дозволяють групувати об'єкти за подібними характеристиками енергоспоживання та визначати рівень їх енергоефективності.

Ключові слова: кластеризація, алгоритми кластеризації, інтелектуальний аналіз даних, машинне навчання, енергоефективність, енергоспоживання, сільське господарство, аграрні підприємства, оптимізація енергоресурсів.

Сучасний розвиток інформаційних технологій, методів аналізу даних та систем підтримки прийняття рішень створює нові можливості для підвищення ефективності функціонування різних галузей економіки. Однією з таких галузей є сільське господарство, яке відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави та сталого розвитку економіки. Водночас аграрний сектор характеризується значними витратами енергетичних ресурсів, що обумовлено використанням великої кількості техніки, систем зрошення, тепличних комплексів, а також обладнання для зберігання та переробки продукції.

У зв'язку з цим актуальним є питання підвищення енергоефективності виробничих об'єктів у сільському господарстві. Енергоефективність є одним із ключових факторів зменшення витрат підприємств, підвищення конкурентоспроможності аграрної продукції та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Для вирішення цього завдання все частіше використовуються сучасні методи аналізу даних, зокрема методи машинного навчання та інтелектуального аналізу даних. Одним із перспективних підходів до дослідження та аналізу енергоефективності є застосування алгоритмів кластеризації. Кластеризація належить до методів неконтрольованого машинного навчання і використовується для групування об'єктів за ступенем їх подібності. Основною метою кластеризації є розподіл множини об'єктів на групи (кластери) таким чином, щоб об'єкти в межах одного кластера були максимально схожими між собою за певними характеристиками, а об'єкти різних кластерів — суттєво відрізнялися. У контексті аналізу енергоефективності виробничих об'єктів

сільського господарства алгоритми кластеризації можуть застосовуватися для аналізу показників енергоспоживання підприємств, виробничих комплексів або окремих технологічних процесів. Використання таких методів дозволяє виявити закономірності у споживанні енергетичних ресурсів, визначити групи підприємств із подібними характеристиками енергоспоживання та оцінити ефективність використання енергії.

Застосування алгоритмів кластеризації дає можливість класифікувати виробничі об'єкти за рівнем їх енергоефективності. Наприклад, на основі аналізу даних можна виділити групи підприємств з високим, середнім та низьким рівнем енергоефективності. Це дозволяє виявити об'єкти, які використовують енергетичні ресурси нерационально, а також визначити фактори, що впливають на рівень енергоефективності.

Для проведення кластерного аналізу можуть використовуватися різні алгоритми кластеризації. Одним із найбільш поширених є алгоритм **k-середніх (k-means)**, який передбачає розподіл об'єктів на задану кількість кластерів на основі мінімізації відстані між об'єктами та центрами кластерів. Цей метод є відносно простим у реалізації та ефективним при роботі з великими обсягами даних.

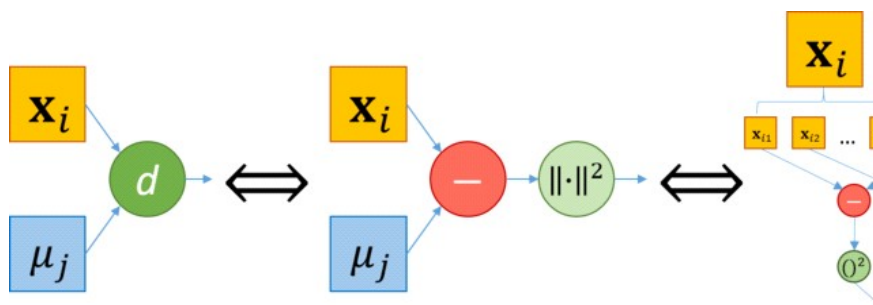


Рисунок 1 Алгоритм **k-середніх (k-means)**

Крім того, у задачах аналізу енергоефективності можуть застосовуватися ієрархічні методи кластеризації, які дозволяють формувати ієрархічну структуру кластерів та визначати взаємозв'язки між об'єктами. Ще одним ефективним методом є алгоритм **DBSCAN**, який дозволяє виявляти кластери довільної форми та знаходити аномальні об'єкти, що суттєво відрізняються від інших.

Використання кластеризації в аграрному секторі може базуватися на аналізі різних показників, зокрема обсягів споживання електроенергії, витрат пального, площі оброблюваних земель, типу використовуваної техніки, продуктивності виробництва та інших параметрів. Аналіз таких даних дозволяє отримати більш повне уявлення про ефективність використання енергетичних ресурсів на підприємствах.

Важливою перевагою використання алгоритмів кластеризації є можливість роботи з великими масивами даних, які можуть надходити з різних джерел, таких як інформаційні системи підприємств, датчики енергоспоживання, системи моніторингу техніки та інші цифрові платформи. Завдяки цьому з'являється можливість створення автоматизованих систем аналізу та моніторингу енергоефективності виробничих процесів.

Отримані результати кластерного аналізу можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо підвищення енергоефективності виробничих об'єктів. Зокрема, вони можуть допомогти визначити напрямки модернізації обладнання, оптимізації технологічних процесів, впровадження енергозберігаючих технологій та більш раціонального використання ресурсів.

Крім того, результати дослідження можуть бути використані органами управління, науковими установами та аграрними підприємствами для планування розвитку галузі, розробки стратегій енергозбереження та підвищення ефективності аграрного виробництва.

Список використаних джерел:

1. Бондаренко В. М. Енергоменеджмент та підвищення енергоефективності підприємств / В. М. Бондаренко. – Київ : КНТ, 2017. – 312 с.
2. Ковальчук О. І. Цифрові технології в енергетичному менеджменті / О. І. Ковальчук // Енергетика та електрифікація. – 2019. – №5. – С. 34–42.
3. Гнатенко І. В., Савченко М. О. Інформаційні системи контролю енергоспоживання / І. В. Гнатенко, М. О. Савченко // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2020. – №14. – С. 56–65.
4. Петренко С. П. Інтелектуальні технології в управлінні енергоефективністю / С. П. Петренко // Сучасна енергетика. – 2018. – №3. – С. 21–29.
5. Литвиненко О. М. Роль цифровізації у підвищенні енергоефективності виробництва / О. М. Литвиненко // Економіка та управління енергетикою. – 2021. – №2. – С. 45–53.

Abstract: *The paper considers the application of clustering algorithms for analyzing the energy efficiency of production facilities in agriculture. The possibilities of using methods of intelligent data analysis for processing information on the energy consumption of agricultural enterprises are investigated. The main attention is paid to clustering algorithms, which allow grouping objects according to similar energy consumption characteristics and determining the level of their energy efficiency.*

Keywords: *clustering, clustering algorithms, intelligent data analysis, machine learning, energy efficiency, energy consumption, agriculture, agricultural enterprises, optimization of energy resources.*

Науковий керівник:

Крайній В.О.,

*к.е.н., старший викладач кафедри економічної кібернетики,
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
Миколаївський національний аграрний університет*