

ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЯК ЕТАП АНАЛІЗУ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Науринський Ю. В., науковий керівник Вайганг Г.О.

У системах підтримки прийняття рішень (СППР) кластеризація як метод без нагляду дозволяє структурувати складні дані, виявляючи приховані закономірності, що сприяє обґрунтованості управлінських рішень. Вона виконує функцію структуризації неструктурованих або слабо структурованих даних, формуючи базу для подальшого моделювання, прогнозування та прийняття рішень.

Попри широке впровадження кластерного аналізу, ефективність його застосування у СППР значною мірою залежить від чіткого визначення вимог до цього процесу. Відсутність формалізованих критеріїв може призводити до отримання результатів, які, хоча й є математично коректними, не мають практичної цінності в контексті управлінських завдань. Саме тому формування вимог до кластеризації як окремого етапу аналітичного процесу є важливим елементом забезпечення цільової ефективності системи та її відповідності прикладним сценаріям використання.

У сучасних дослідженнях зростає інтерес до доступності кластеризації для користувачів без технічної підготовки, а також до її використання в оптимізації процесів постановки вимог. Зокрема, у роботі Yunhasnawa та співавт. [1] запропоновано архітектурні підходи, що полегшують взаємодію з кластеризаційними системами в межах СППР. Saleem і Butt [2] розглядають застосування алгоритмів K-Means і GMM для класифікації та пріоритезації вимог у програмній інженерії. Водночас залишається недостатньо дослідженим питання формалізації вимог до кластерного аналізу як окремого етапу. Особливо актуальною є розробка моделей, які інтегрують метрики якості кластеризації в архітектуру СППР відповідно до вимог стандартів ISO/IEC.

Метою дослідження є обґрунтування доцільності застосування формалізованого підходу до визначення вимог до кластеризації як складового етапу аналізу даних у системах підтримки прийняття рішень. У межах цього підходу враховуються характеристики якості даних, стандартизовані критерії оцінювання результатів (зокрема згідно з ISO/IEC 25012 та ISO/IEC 25024), а також вимоги до інтеграції кластерного аналізу в архітектуру СППР для забезпечення узгодженості між алгоритмічними рішеннями та потребами користувача.

Кластеризація у системах підтримки прийняття рішень виконує як допоміжну, так і стратегічну функцію. Вона дозволяє зменшити складність вхідних даних, виявити патерни, сегментувати об'єкти та підтримати вибір сценаріїв управлінських дій. Метод ефективно застосовується у завданнях сегментації клієнтів, виявлення аномалій, побудови сценаріїв тощо. Узагальнені напрями використання кластеризації в СППР разом із характерними вимогами до її реалізації подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Сфери використання кластеризації в СППР

Сфера	Приклад використання	Ключові вимоги
Фінанси	Сегментація клієнтів, виявлення шахрайства	Стабільність, інтерпретованість
Телекомунікації	Виявлення шаблонів використання	Масштабованість, автоматичність
Медицина	Пошук типових клінічних картин	Чутливість до аномалій, точність
Торівля	Поведінкове групування споживачів	Зрозумілість, динамічність

У межах СППР кластеризація слугує механізмом структурування даних для подальшого моделювання, прогнозування або вибору оптимальних дій. Оцінка ефективності кластерного аналізу не може обмежуватися лише математичними критеріями — важливим є забезпечення відповідності результатів прикладним потребам, як-от інтерпретованість, відтворюваність та релевантність у конкретному контексті. Формалізація таких вимог передбачає застосування чітких метрик, здатних верифікувати

відповідність результатів поставленим цілям. У таблиці 2 представлено узагальнення вимог до кластеризації з їх відповідністю характеристикам якості даних згідно з міжнародними стандартами ISO/IEC [3, 4].

Таблиця 2 – Вимоги до кластеризації та показники якості в СППР

Категорія вимог	ISO/IEC 25012 Характеристика	Метрика / параметр	Оцінювана властивість
Зрозумілість розподілу	Understandability, Interpretability	Silhouette Score, кількість ознак у кластері	Інтерпретованість
Стабільність результатів	Consistency, Repeatability	Adjusted Rand Index, Jaccard Similarity	Відтворюваність
Структурна роздільність	Accuracy, Cohesiveness	Davies–Bouldin Index, міжкластерна відстань	Чіткість меж
Семантична релевантність	Relevance, Traceability	Відповідність шаблону, експертна оцінка	Зіставлення з бізнес-сутностями
Адаптивність системи	Scalability, Flexibility	Автовибір k , оновлення кластерів	Підтримка змін у часі
Обмеження продуктивності	Efficiency, Time-behaviour	$t_{exec} < t_{max}$, інкрементна кластеризація	Придатність до реального часу

Застосування формалізованих метрик дозволяє не лише оцінювати якість кластерного розбиття, а й забезпечити технічну узгодженість між алгоритмом кластеризації та архітектурними компонентами СППР. Метрики виступають своєрідним інструментом перевірки відповідності результатів заданим очікуванням, підвищуючи прозорість і відтворюваність аналітичного процесу. Наприклад, в задачах сегментації клієнтів у банківській сфері важливо дотримуватись одночасно вимог до інтерпретованості (наприклад, для бізнес-аналітики) та стабільності результатів (для прогнозової аналітики).

Узагальнення проведеного аналізу дозволило сформулювати системне бачення вимог до кластеризації в рамках СППР. Запропонований підхід забезпечує узгодження між технічними характеристиками алгоритмів, якістю вхідних даних та очікуваннями кінцевих користувачів. Формалізація вимог, заснована на міжнародних стандартах ISO/IEC, створює основу для автоматизованої оцінки результатів кластерного аналізу та їх інтеграції в архітектуру СППР. Такий підхід сприяє підвищенню надійності, масштабованості та адаптивності систем підтримки прийняття рішень у складних інформаційних середовищах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Yunhasnawa, Y., Cinderatama, T. A., & Vista, C. B. (2023). Analysis of System Requirements and Architecture for Facilitating Table-Based Data Clustering for Non-Technical Users. *Journal of Applied Business and Technology*, 4(3). <https://doi.org/10.35145/jabt.v4i3.140>
2. Saleem, S. N., & Butt, W. H. (2023). Assisted Requirements Selection by Clustering using Analytical Hierarchical Process. *Preprints*. <https://doi.org/10.20944/preprints202310.0083.v1>
3. ISO/IEC 25012:2023. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Data quality model. International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
4. ISO/IEC 25024:2021. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of data quality. International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ
АСПЕКТИ РОЗРОБКИ
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ
VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ І АСПІРАНТІВ
*24 квітня 2025 року***

Київ 2025

УДК 004

Відповідальна за випуск: М.І. Лендел

Збірник наукових праць за матеріалами VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і аспірантів «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ '2025», 24 квітня 2025 року, НУБіП України, Київ. – 452 с. (електронне видання)

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

Передрук матеріалів, а також використання їх будь-якій формі допускається лише з дозволу авторів