

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ Й УПРАВЛІННІ

DOI: [10.26565/2311-2379-2025-109-01](https://doi.org/10.26565/2311-2379-2025-109-01)
УДК 330.3:658.5

М. М. ШАБЕЛЬНИК*

аспірант кафедри статистики і економічного прогнозування

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4182-8273>, e-mail: shabelnik003@gmail.com

* Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця,
просп. Науки, 9-А, м. Харків, 61166, Україна

МОДЕЛЬ КЛАСИФІКАЦІЇ АСОРТИМЕНТУ МЕТАЛОПРОДУКЦІЇ ЗА ІНДИКАТОРАМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ РЕЗИСТЕНТНОЇ ПОВЕДІНКИ МЕТАЛОТРЕЙДЕРСЬКОЇ КОМПАНІЇ

В умовах сучасної нестабільності зовнішнього середовища, зумовленої дією різних типів кризових явищ металотрейдерські компанії постають перед необхідністю зміцнення власної резистентної поведінки. Визначальним чинником у процесі формування та підвищення рівня резистентності металотрейдерських компаній виступає ефективне управління асортиментом металопродукції. Мета роботи визначена, як розробка та реалізація моделі класифікації асортименту металопродукції за основними індикаторами бізнес-процесів резистентної поведінки металотрейдерської компанії. У дослідженні, на основі аналізу та узагальнення існуючих класифікацій асортименту металопродукції, встановлено їхню недостатність для розроблення ефективних заходів із формування та посилення резистентної поведінки металотрейдерських компаній в умовах нестабільності економічних процесів. У зв'язку з цим обґрунтовано об'єктивну необхідність створення нової класифікації металопродукції, яка б враховувала ключові індикатори бізнес-процесів, що визначають резистентну поведінку металотрейдерської компанії, з метою підвищення рівня її стійкості шляхом формування дієвих стратегій управління асортиментом. Обґрунтовано доцільність включення до моделі класифікації асортименту металопродукції таких індикаторів, що відображають основні параметри бізнес-процесів резистентної поведінки, як: тип клієнта (B2B/B2C), тип попиту (стабільний / сезонний), обіговість металопродукції, маржинальний дохід, обсяг реалізації та частота продажів. Розроблено та реалізовано модель класифікації асортименту металопродукції з використанням методів ієрархічної кластеризації (метод Уорда та метод К-середніх), що забезпечує оптимальний розподіл асортименту металопродукції за однорідними кластерами та створення інформаційної бази для стратегічного планування продажів. Для кожного кластеру визначено відповідні стратегії управління, що спрямовані на зміцнення резистентних властивостей бізнес-процесів металотрейдерської компанії.

Ключові слова: **металотрейдерська компанія, резистентні властивості, резистентна поведінка, бізнес-процеси, модель класифікації, асортимент металопродукції.**

JEL Classification: C38, L61, M11, O21.

Постановка проблеми. Від початку XXI століття відомі два суттєвих періоди економічної нестабільності світової економічної системи стосовно економічних наслідків, які характеризуються глобальними економічними кризами. Перша з них, фінансово-економічна, яка тривала з 2007 р. по 2009 р. в науковій літературі розглядається як приклад поєднання процесів фінансової нестабільності з негативними структурними змінами у реальному секторі економіки (Bulatova et al., 2020; Barthelemy et al., 2020; Hardy et al., 2021; Bodea et al., 2021). Її наслідками стали масштабний спад у виробничій сфері та перерозподіл фінансових ресурсів на користь країн-експортерів сировини. Наступна глобальна економічна криза розгорнулася раптово у 2020 році та була спричинена пандемією коронавірусу SARS-CoV-2. Особливість цієї кризи полягає в тому, що її перебіг характеризується не динамічним спадом із подальшим



швидким відновленням, а складним, затяжним і циклічним процесом рецесії (Zhang et al., 2020; Guryanova et al., 2021; Romanenko et al., 2022; Alyokhin et al., 2024; Brada et al., 2021).

Безперечно, що характер перебігу кожної з наведених криз, причини та наслідки мають певні особливості та індивідуальні ознаки, які породили загрози та економічну нестабільність більшості національних економік світу як в цілому, так і окремих галузей.

Отже, сучасних умовах нестабільності зовнішнього середовища, яка може бути викликана різними типами криз (економічними, фінансовими, геополітичними, технологічними тощо), металотрейдерські компанії стикаються з необхідністю посилення своєї резистентної поведінки. Одним із ключових чинників формування та посилення резистентної поведінки металотрейдерської компанії є ефективне управління асортиментом металопродукції. Адже саме асортимент визначає стійкість компанії в умовах динамічних змін попиту та платоспроможності клієнтів (Gudmundsson et al., 2021; Шабельник, 2015; Раєвнева та ін., 2021).

У цьому контексті важливим інструментом виступає класифікація металопродукції для забезпечення можливості більш точного аналізу структури асортименту з метою підвищення стійкості металотрейдерської компанії до змін кон'юнктури ринку та зміцненню її конкурентоспроможності.

Аналіз наукових досліджень і публікацій. На сьогодні не існує класифікацій металопродукції з економічної точки зору, здебільшого у джерелах представлена структура виробництва, ринки збуту, групи металопродукції або класифікація за технологічними та якісними ознаками. Так, міжнародні стандарти (Central Product Classification, International Standard Industrial Classification, Standard International Trade Classification) та українські стандарти (Українська класифікація товарів ЗЕД, ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005, ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005) містять класифікації металопродукції за типами та виробами з них.

У табл. 1 наведено узагальнення існуючих підходів класифікацій металопродукції з акцентом на їх економічне значення.

Але наведені ознаки класифікації є недостатніми для розробки заходів щодо формування та посилення резистентної поведінки металотрейдерської компанії в умовах нестабільності економічних процесів. І, отже, існує об'єктивна необхідність в розробці такої класифікації металопродукції, яка б враховувала основні індикатори бізнес-процесів резистентної поведінки металотрейдерської компанії для підвищення та розвитку саме їх резистентних властивостей за рахунок формування дієвих та ефективних стратегій управління асортиментом.

Метою роботи є розробка та реалізація моделі класифікації асортименту металопродукції за основними індикаторами бізнес-процесів резистентної поведінки металотрейдерської компанії.

Методологічною основою дослідження є системний підхід до оцінювання резистентної поведінки металотрейдерської компанії через формування класифікаційної моделі асортименту металопродукції на основі індикаторів ключових бізнес-процесів. У дослідженні використано реальні дані металотрейдерської компанії, що включають 48 найменувань металопродукції. Для кожної товарної позиції визначено шість індикаторів, що відображають характерні параметри бізнес-процесів резистентної поведінки: тип клієнта (B2B/B2C), тип попиту (сталий/сезонний), обіговість металопродукції, маржинальний дохід, обсяг реалізації та частота продажів.

Алгоритм побудови класифікаційної моделі передбачає послідовне застосування двох методів кластерного аналізу. На першому етапі використано метод ієрархічної кластеризації за методом Уорда, який дозволяє отримати попередню структуру об'єктів і визначити кількість кластерів шляхом аналізу дендрограми та різниць між сумами квадратів відхилень. Отримана структура слугує основою для вибору оптимальної кількості кластерів, що відображають внутрішню однорідність асортименту металопродукції. На другому етапі проведено класифікацію методом К-середніх, що забезпечує уточнення кластерної структури та підвищення стійкості результатів. Для перевірки логічної та економічної інтерпретованості кластерів здійснено аналіз відповідності характеристик груп стратегічним орієнтирам металотрейдерської компанії, передусім у контексті формування її резистентної поведінки. Статистичне оброблення даних виконано із застосуванням програмного середовища Jami.

Таблиця 1 – Узагальнення існуючих підходів класифікації металопродукції
Table 1 – Summary of existing approaches to the classification of metal products

Ознака класифікації	Групи класифікації	Економічне значення
За станом готовності	Руда та сировина. Чавун. Напівфабрикати. Прокат.	Кожна стадія переробки додає цінності продукту, що відображається на ринковій ціні та маржинальності.
За призначенням	Конструкційні сталі (сортовий прокат, листовий прокат). Інструментальні сталі. Сталі з особливими властивостями (корозійностійки, теплостійкі). Спеціалізована продукція (труби, дріт та канати). Металобрухт.	Визначає цільовий ринок, відповідність характеристик металопродукції потребам кінцевих споживачів, впливає на стратегії збуту.
За сферою використання	Будівництво та архітектура. Машинобудування. Транспортне машинобудування. Нафтогазова та енергетичні галузі. Металоконструкційна та інженерна інфраструктура. Житлово-комунальне господарство тощо.	Кожна категорія металопродукції орієнтована на певний ринковий сегмент і це впливає на стратегію продажів.
За способом прокатування	Гарячекатаний прокат. Холоднокатаний прокат.	Економічний сенс полягає у балансі між собівартістю виробництва, технічними характеристиками та ринковою ціною, що впливає на маржинальність.

Джерело: складено автором на основі даних / Source: compiled by the author based on data (Central Product Classification, International Standard Industrial Classification; Standard International Trade Classification; Українська класифікація товарів ЗЕД; ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005; ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005; Шифрін та ін., 2025)

Основні результати дослідження. Класифікація металопродукції на основі економічних та поведінкових індикаторів дозволяє виявити стратегічно важливі позиції в асортименті, оптимізувати складські запаси через визначення низько обігових позицій, і таким чином, зменшити витрати на зберігання, а також підвищити рівень обслуговування клієнтів через зосередження на більш популярних позиціях.

Особливої ваги класифікаційна модель набуває в умовах високої конкуренції та волатильного попиту, якими характеризується сучасний ринок металопродукції України. Вона дозволяє металотрейдерській компанії не лише реагувати на зміни ринку, а й проактивно управляти асортиментною політикою через врахування особливостей клієнтських сегментів (B2B та B2C), сезонності та регіональної специфіки. Застосування кластерного аналізу в цьому контексті забезпечує об'єктивність оцінки та дозволяє уникнути суб'єктивного підходу до групування металопродукції.

Таким чином, розробка моделі класифікації асортименту металопродукції на основі методів кластерного аналізу є не лише актуальним інструментом підвищення резистентної поведінки бізнес-процесів металотрейдерської компанії, а виступає також складовою загальної системи забезпечення її стійкості. Впровадження моделі класифікації асортименту металопродукції дозволить створити інформаційну базу для покращення стратегічного планування, гнучкого управління процесами реалізації, створення запасів та сервісними послугами.

Побудова класифікаційної моделі асортименту металопродукції в межах дослідження резистентної поведінки металотрейдерської компанії передбачає попереднє визначення релевантних індикаторів, які відображають ключові характеристики бізнес-процесів, які виділено у дослідженні (Шабельник та ін., 2025).

Включення до моделі класифікації асортименту металопродукції індикатора «тип клієнта (B2B / B2C)» є доцільним з точки зору адаптації асортиментної політики металотрейдерської компанії до специфіки обслуговування різних категорій споживачів у межах бізнес-процесу

«Формування та управління сервісними послугами металопродукції». Цей індикатор дозволяє враховувати відмінності у структурі попиту різних типів клієнтів, їх очікуваному рівні обслуговування, обсягах закупівель, а також у вимогах до гнучкості та швидкості логістичних операцій.

Зокрема, B2B-клієнти (промислові споживачі), як правило, зацікавлені в оптових партіях металопродукції, індивідуальних умовах постачання, передпродажній підготовці (порізка, пакування, складання партій тощо), та супровідних послугах. Формування сервісних пропозицій в цьому випадку потребує глибшого аналізу операційної спроможності металотрейдерської компанії до кастомізації послуг, включаючи гнучке ціноутворення та довгострокову підтримку.

Водночас B2C-клієнти (малі підприємці, роздрібні покупці) орієнтовані переважно на наявність металопродукції на складі, швидку обробку замовлень та зручні форми оплати і доставки. Для них ключовими є простота взаємодії та оперативність виконання замовлення. Це потребує інших підходів до організації сервісного обслуговування, які враховують нестандартні роздрібні замовлення.

Отже, класифікація асортименту металопродукції за типом клієнта дає змогу удосконалити бізнес-процес «Формування та управління сервісними послугами металопродукції», сформувати диференційовані підходи до обслуговування, що, в умовах нестабільності перебігу економічних процесів, є основою для підвищення резистентних властивостей металотрейдерської компанії через виявлення груп металопродукції, які потребують різних сервісних стратегій.

Наступним важливим індикатором для класифікації асортименту металопродукції є «тип попиту (сталий / сезонний)», що пояснюється можливістю врахування коливань попиту та відповідно диференціювати підходи до управління різними групами металопродукції. Причому попит на металопродукцію переважно може бути сталим або сезонним.

Сталий попит виникає у випадках замовлень промисловими та інфраструктурними галузями та забезпечує сталу реалізацію базових позицій металопродукції, зокрема гарячекатаного прокату, швелера, арматури тощо. Так, наприклад, машинобудування, енергетика, вагонобудування та трубопровідний транспорт споживають великі обсяги металопродукції в рамках довгострокових виробничих циклів, а ремонтні чи технічні роботи в інфраструктурі ведуться планово, з розподілом замовлень на цілий рік. На сталість попиту також впливає експортоорієнтованість ринку металопродукції України так, як експортні замовлення формуються незалежно від сезонності.

Сезонний попит виникає переважно у випадках замовлень будівельної галузі, сільського господарства або малого бізнесу. Так, наприклад, у будівельній галузі пікові значення замовлень припадають на весняно-літній період, з різким спадом у зимові місяці; сільське господарство робить замовлення у період підготовки до сезону; малий бізнес також більшу частину замовлень робить навесні. Таким чином, класифікація асортименту металопродукції за типом попиту дає змогу удосконалити бізнес-процеси резистентної поведінки металотрейдерської компанії через зменшення вразливості до коливань попиту, шляхом своєчасного перерозподілу складських ресурсів між групами металопродукції, оптимізації продажів та підтримку маркетингових і сервісних рішень.

Важливим індикатором резистентних властивостей бізнес-процесу «Формування та зберігання запасів металопродукції» є «обіговість металопродукції», як такий, що відображає швидкість реалізації металопродукції та її ефективність використання в обігу. Коли певний вид металопродукції має тривалий термін зберігання, то це свідчить про зниження попиту і виникають додаткові витрати на його зберігання. У разі високої обіговості певного виду металопродукції, він визначається як затребуваний і не потребує додаткових витрат на зберігання.

Індикаторами резистентних властивостей бізнес-процесу «Управління асортиментом металопродукції» пропонується «маржинальний дохід», «обсяг реалізації», «частота продажів», «обіговість металопродукції».

Маржинальний дохід представляє собою різницю між виручкою від продажів металопродукції та змінними витратами і, таким чином, ступінь вигідності певної одиниці металопродукції. Металопродукція з високою маржинальністю може бути пріоритетною, навіть у разі більш рідких випадків продажів. Обсяг реалізації у натуральному вимірі визначає кількість певного виду металопродукції, що реалізується за певний період часу. Отже, високе

значення індикатора свідчить про наявність попиту та стратегічну важливість для металотрейдерської компанії. Також слід додати, що у поєднанні з індикатором «маржинальний дохід» дозволяє виділити ключові види металопродукції.

Індикатор частоти продажів дозволяє зробити оцінку регулярності реалізації металопродукції, що, в свою чергу, вказує на важливість позиції для клієнтів та про регулярний попит.

Таким чином, маємо 3 рівня моделі класифікації асортименту металопродукції:

- перший рівень (поведінковий) - містить індикатор «тип клієнта (B2B / B2C)»;
- другий рівень (за типом попиту) - містить індикатор «тип попиту (сталий / сезонний)»;
- третій рівень (економічний) - містить індикатори «обіговість металопродукції», «маржинальний дохід», «обсяг реалізації» та «частота продажів».

Далі для формування моделі класифікації асортименту металопродукції введемо наступні позначення:

$Client_type$ (B2B / B2C) – індикатор «тип клієнта». Приймає бінарне значення 0 (клієнт B2B) або 1 (клієнт B2C). Dem_type (Seas_dem / Sust_dem) – індикатор «тип попиту». Приймає бінарне значення 0 (Seas_dem – попит сезонний) або 1 (Sust_dem – попит сталий). $Prod_turnover$ – індикатор «обіговість металопродукції», вимірюється у днях. $Marg_income$ – індикатор «маржинальний дохід», вимірюється у грошовому вимірі. $Sales_volume$ – індикатор «обсяг реалізації», вимірюється у натуральному вимірі. $ales_frequency$ – індикатор «частота продажів», вимірюється у кількості разів. Met - множина видів асортименту металопродукції за період аналізу T . $Kl(t)$ - множина кластерів асортименту металопродукції за період аналізу T .

На схемі (рис. 1) представлено модель класифікації асортименту металопродукції за визначеними рівнями та індикаторами, результатом якої є формування матриці кластерів з максимальною внутрішньою однорідністю та зовнішньою ізоляваністю.

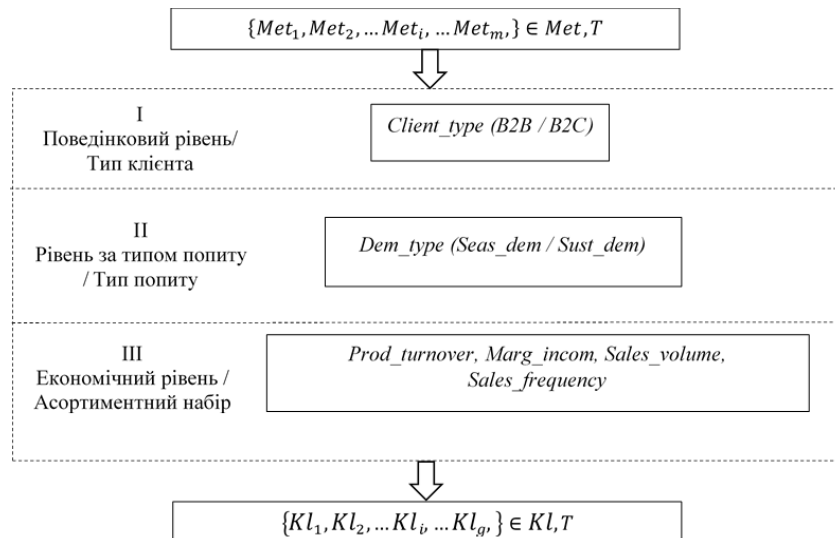


Рис. 1. Модель класифікації асортименту металопродукції
Fig. 1. Model of metal products assortment classification

Джерело: складено автором / Source: compiled by the author

В результаті рішення задачі кластеризації асортименту металопродукції формується множина:

$$\{Kl_1, Kl_2, \dots, Kl_j, \dots, Kl_g\} \in Kl, \quad (1)$$

де g – кількість кластерів асортименту металопродукції.

Для кожного кластеру асортименту металопродукції розробляються певні підходи та методи управління запасами, реалізацією та сервісними послугами для підвищення резистентних властивостей відповідних бізнес-процесів.

Формування функції мети та формалізація індикаторів моделі класифікації асортименту металопродукції, які відображають ключові характеристики бізнес-процесів резистентної поведінки металотрейдерської компанії, дозволяє зробити оптимальний розподіл за однорідними кластерами для створення інформаційної бази стратегічного планування продажів на основі співвідношення відповідних підходів та методів згідно виділених кластерів.

Реалізацію моделі класифікації асортименту металопродукції виконано за даними з 48 найменувань металотрейдерської компанії ТОВ «Метінвест - СМЦ» з використанням методів ієрархічної кластеризації (метод Уорда та метод К-середніх). На рис. 2 наведено фрагмент таблиці з вхідними даними у стандартизованому виді.

Асортимент металопродукції	Client_type (B2B / B2C)	Dem_type (Seas_dem / Sust_dem)	Prod_turnover	Marg_income	Sales_volume	Sales_frequency
Арматура	1.00	1.00	0.16	-0.69	4.05	3.50
Балка двугаврова 10-20	0.99	1.00	1.53	0.16	-0.53	-0.47
Балка двугаврова 30-45	1.00	1.00	-0.01	-0.31	-0.50	-0.47
Балка інша	1.00	0.00	-1.29	-0.74	-0.54	-0.49
Горячекатаный лист рифленый	0.97	1.00	0.28	-0.51	-0.43	-0.30
Горячекатаный лист різаний	1.00	1.00	0.10	-0.50	1.17	1.45
Горячекатаный рулон	1.00	1.00	0.54	-0.45	-0.14	-0.36
Заготівля для куль	1.00	0.00	-0.91	-0.72	-0.48	-0.49
Заготівля осьова безперервнолита	1.00	0.00	-1.29	-0.36	-0.24	-0.39
Заготівля трубна катана та кована	1.00	0.00	0.22	2.36	-0.54	-0.49
Катанка високовуглецева	1.00	1.00	-0.96	-0.71	0.17	-0.05
Катанка низьковуглецева	1.00	1.00	-0.71	-0.66	2.60	2.05
Конструкційний лист	1.00	1.00	0.99	-0.54	2.25	1.56
Котельний/інженерний лист	1.00	0.00	0.36	-0.89	-0.50	-0.44
Лист Q&T	1.00	1.00	0.31	1.42	-0.52	-0.48
Лом чорних металів	0.98	0.00	-1.28	-0.21	-0.53	-0.48

Рис. 2. Фрагмент таблиці з вхідними даними у стандартизованому виді

Fig. 2. Fragment of the table with input data in a standardized form

Джерело: складено автором / Source: compiled by the author

На вертикальній дендрограмі на рис. 3 відображено результати кластеризації методом Уорда.

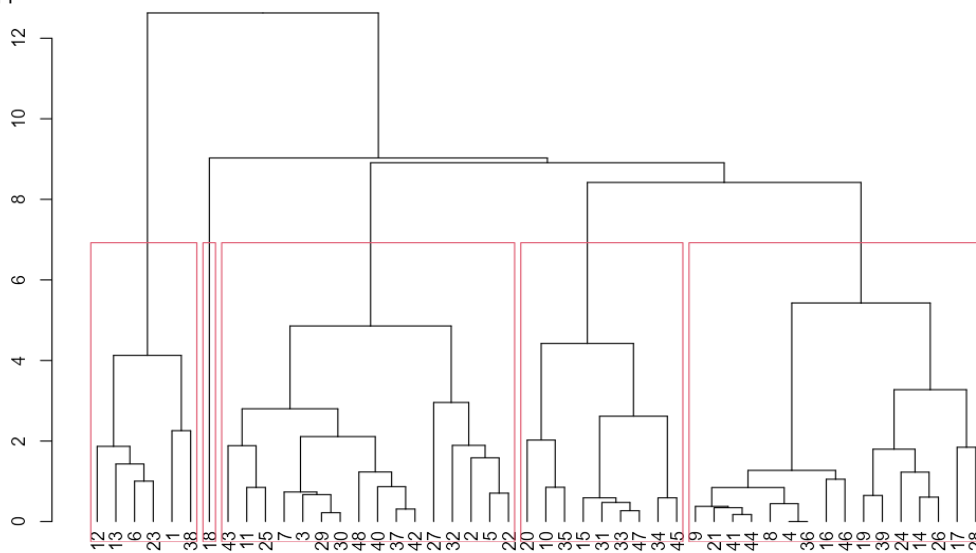


Рис. 3. Дендрограма класифікації асортименту металопродукції за методом Уорда

Fig. 3. Dendrogram of metal products assortment classification using ward's method

Джерело: побудовано автором / Source: constructed by the author

На основі аналізу дендрограми (рис. 3) можна розпізнати 5 кластерів.

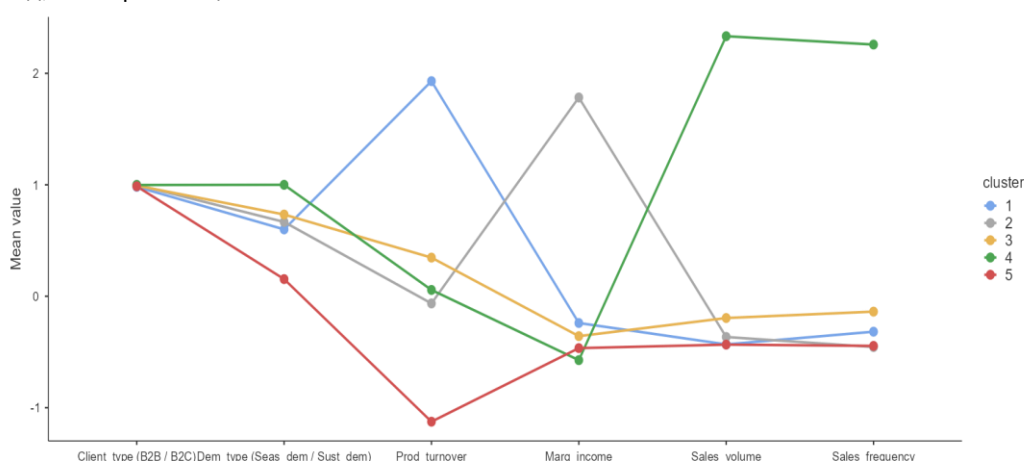
Результати кластеризації асортименту металопродукції за методом К-середніх наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Центроїди кластерів асортименту металопродукції
Table 2 – Centroids of metal products assortment clusters

№ кластеру	Client_type (B2B / B2C)	Dem_type (Seas_dem / Sust_dem)	Prod_turnover	Marg_income	Sales_volume	Sales_frequency
1	0.982	0.600	1.930	-0.240	-0.432	-0.318
2	1.000	0.667	-0.064	1.783	-0.366	-0.456
3	0.993	0.733	0.347	-0.358	-0.195	-0.138
4	0.998	1.000	0.057	-0.573	2.333	2.258
5	0.986	0.154	-1.125	-0.465	-0.434	-0.445

Джерело: розраховано автором / Source: calculated by the author

Графік середніх значень кластерів асортименту металопродукції наведено на рис. 4. Отже, кластери найбільше відрізняються за показниками: тип попиту, обіговість, маржинальний дохід, обсяг реалізації.

**Рис. 4. Графік середніх значень кластерів асортименту металопродукції**
Fig. 4. Chart of mean values of metal products assortment clusters

Джерело: побудовано автором / Source: constructed by the author

На рис. 5 наведено графічне відображення результатів кластеризації асортименту металопродукції методом К-середніх, на основі якого маємо змогу візуально оцінити якість розподілу об'єктів за кластерами.

Всі кластери мають чіткі межі без перетинів, об'єкти розташовані максимально близько до точки центроїда, що свідчить про достатню якість розподілу асортименту металопродукції за 5 кластерами.

Далі розглянемо характеристики асортименту металопродукції за виділеними кластерами із можливими стратегіями посилення резистентних властивостей.

Кластер 1. Високооб'ємні B2B-клієнти із сезонним попитом. Для цього кластеру притаманний високий товарообіг за рахунок великих разових контрактів, спостерігається відносно низький рівень маржинального доходу та частоти продажів. Стратегія управління – для зменшення дефіциту у періоди пікового попиту запроваджувати диверсифікацію постачань, гнучку цінову політику та формувати резервні запаси металопродукції.

Кластер 2. Нішевий асортимент з високою маржинальністю. Кластер характеризується низьким товарообігом але з високим рівнем рентабельності продажів. Стратегія управління – запровадження персоналізованого сервісу, системи моніторингу фінансової стійкості клієнтів та заключення довгострокових угод.

Кластер 3. Збалансований асортимент за типом клієнта (B2B / B2C) із середніми значеннями індикаторів. Об'єднує клієнтів B2B / B2C, має помірні значення всіх індикаторів, визначається як «перехідний» сегмент зі стабільними продажами. Стратегія управління – запровадження програм лояльності та проведення сегментації клієнтів у середині кластеру.

Кластер 4. B2C – клієнти з високою частотою закупівель. Характеризується клієнтами з високою частотою та обсягами продажів при стабільному сезонному попиті, помірним рівнем маржинального доходу, регулярними замовленнями, що формує стійкість цього сегменту. Стратегія управління – розширення асортименту металопродукції під потреби роздрібного ринку, активація маркетингових каналів просування.

Кластер 5. Пасивні B2B – клієнти з низькою активністю. Характеризується низькими показниками товарообігу, маржинального доходу, продажів та несталим попитом. Стратегія управління – діагностика причин спаду активності, розробка індивідуальних комерційних пропозицій, за потреби поступове виведення асортиментних позицій зі стратегії обслуговування.

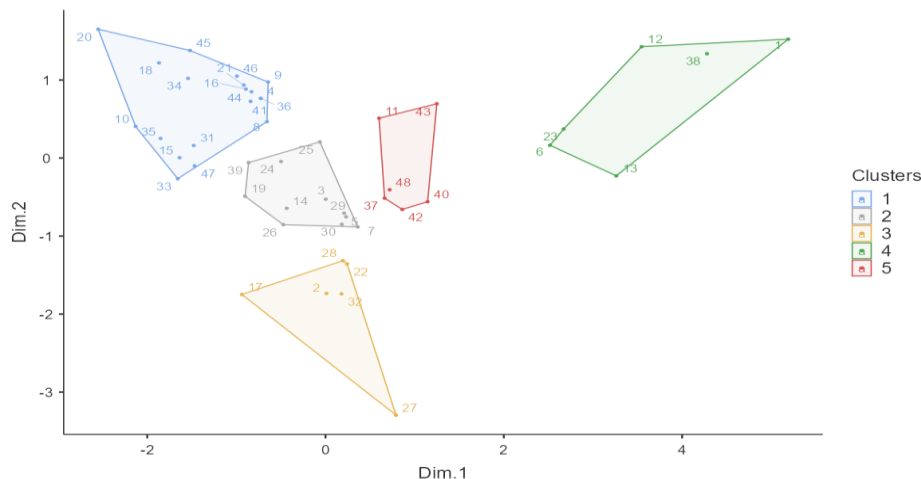


Рис. 5. Графічне відображення результатів кластеризації асортименту металопродукції методом К-середніх

Fig. 5. Graphical representation of metal products assortment clustering results using the K-means method

Джерело: побудовано автором / Source: constructed by the author

Висновки. В роботі на основі аналізу та узагальнення існуючих класифікацій металопродукції доведено, що вони є недостатніми для розробки заходів щодо формування та посилення резистентної поведінки металотрейдерської компанії в умовах нестабільності економічних процесів і тому існує об'єктивна необхідність в розробці такої класифікації металопродукції, яка б враховувала основні індикатори бізнес-процесів резистентної поведінки металотрейдерської компанії для підвищення та розвитку саме їх резистентних властивостей за рахунок формування дієвих та ефективних стратегій управління асортиментом.

Обґрунтовано включення до моделі класифікації асортименту металопродукції індикаторів, які відображають ключові характеристики бізнес-процесів резистентної поведінки, а саме: «тип клієнта (B2B / B2C)», «тип попиту (сталий / сезонний)», «обіговість металопродукції», «маржинальний дохід», «обсяг реалізації» та «частота продажів».

Розроблено та реалізовано методами ієрархічної кластеризації модель класифікації асортименту металопродукції, яка дозволяє зробити оптимальний розподіл за однорідними кластерами для створення інформаційної бази стратегічного планування продажів. Для кожного кластеру асортименту металопродукції запропоновано стратегії управління для посилення резистентних властивостей металотрейдерської компанії.

Перспективами подальших досліджень є розроблення моделі оцінювання резистентності продажів металопродукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bulatova O., Marena T., Chentukov Y., Shabelnyk T. [The impact of global financial transformations on the economic security of Central and Eastern European countries](https://doi.org/10.21511/pmf.09(1).2020.01). Public and Municipal Finance. Sumy.: Business Perspectives. 2020. Vol. 9. Issue 1. P. 1-13. [http://dx.doi.org/10.21511/pmf.09\(1\).2020.01](http://dx.doi.org/10.21511/pmf.09(1).2020.01)
2. Barthelemy S., Binet M.-E., Pentecote J.-S. Worldwide economic recoveries from financial crises through the decades. Journal of International Money and Finance. 2020. Vol. 105. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2020.102204>
3. Hardy B., Sever C. Financial crises and innovation. European Economic Review. 2021. Vol. 138. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2021.103856>
4. Bodea C., Houle C., Kim H. Do financial crises increase income inequality? World Development. 2021. Vol. 147. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105635>
5. Zhang D., Hu M., Ji Q. Financial markets under the global pandemic of COVID-19. Finance Research Letters. 2020. Vol. 36. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101528>
6. Guryanova L., Yatsenko R., Dubrovina N., Babenko V., Gvozdit'skyi V. Machine learning methods and models, predictive analytics and applications: development trends in the post-crisis syndrome caused by COVID-19. CEUR Workshop Proceedings. 2021. Vol. 2927. P. 1–7.
7. Romanenko V., Milyavsky Y. Combined control of multirate impulse processes in a cognitive map of COVID-19 morbidity. System Research and Information Technologies. 2022. Vol. 3. P. 46–56. <https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2022.3.03>
8. Alyokhin A. B., Brutman A. B., Grabovoy A. N., Shabelnyk T.V. Short-term forecasting of the main indicators of the COVID-19 epidemic in Ukraine based on the seasonal cycle model. System Research & Information Technologies. 2024. № 4. P. 32–42. <https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2024.4.02>
9. Brada Josef C., Gajewski P., Ali M. Kutande. Economic resiliency and recovery, lessons from the financial crisis for the COVID-19 pandemic: A regional perspective from Central and Eastern Europe. International Review of Financial Analysis. 2021. Vol. 74. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101658>
10. Gudmundsson S., Cattaneo M., Redondi R. Forecasting temporal world recovery in air transport markets in the presence of large economic shocks: The case of COVID-19. Journal of Air Transport Management. 2021 Vol. 91. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.102007>
11. Шабельник Т.В. Маркетинго-орієнтоване управління фармацевтичним підприємством: моделі та методи: монографія. Полтава: ПУЕТ, 2015. 312 с.
12. Раєвнева О.В., Тоузані Т. Управління поведінкою підприємства в умовах нестаціонарності ринкового середовища: концептуальні засади та модельний інструментарій : монографія. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 292 с.
13. Central Product Classification. URL: https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ/Detail/EN/16/41?utm_source
14. International Standard Industrial Classification. URL: https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ/Structure/Detail/EN/27/2599?utm_source
15. Standard International Trade Classification. URL: https://apl2.czso.cz/iSMS/en/cisdet.jsp?kodcis=5694&razeni=cd&strana=40&utm_source
16. Українська класифікація товарів ЗЕД. URL: https://gdpro.com.ua/uktzed/7209269000?utm_source
17. ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005. URL: <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/41-dstu-2651-2005-gost-380-2005-stal-vugleceva-zvichajno-yakost-zi-zminoyu1.pdf>
18. ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005. URL: <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/dstu-4484-2005-gost-535-2005.pdf>
19. Якість металопродукції: навч. посібник / Є. І. Шифрін та ін. Харків: Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2025. 415 с. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/86213>

20. Шабельник Т. В. Шабельник М.М. Аналіз бізнес-процесів резистентної поведінки металотрейдерської компанії. Бізнес Інформ. 2025. №3. С. 223–232. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-3-223-232>

Конфлікт інтересів: автор повідомляє про відсутність конфлікту інтересів.

*Стаття надійшла до редакції 09.10.2025
Стаття рекомендована до друку 24.11.2025
Стаття опублікована 30.12.2025*

REFERENCES

1. Bulatova, O., Marena, T., Chentukov, Y., & Shabelnyk, T. (2020). The impact of global financial transformations on the economic security of Central and Eastern European countries. *Public and Municipal Finance*, 9(1), 1–13. [https://doi.org/10.21511/pmf.09\(1\).2020.01](https://doi.org/10.21511/pmf.09(1).2020.01)
2. Barthelemy, S., Binet, M.-E., & Pentecote, J.-S. (2020). Worldwide economic recoveries from financial crises through the decades. *Journal of International Money and Finance*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2020.102204>
3. Hardy, B., & Sever, C. (2021). Financial crises and innovation. *European Economic Review*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2021.103856>
4. Bodea, C., Houle, C., & Kim, H. (2021). Do financial crises increase income inequality? *World Development*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105635>
5. Zhang, D., Hu, M., & Ji, Q. (2020). Financial markets under the global pandemic of COVID-19. *Finance Research Letters*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101528>
6. Guryanova, L., Yatsenko, R., Dubrovina, N., Babenko, V., & Gvozditkyi V. (2021). Machine learning methods and models, predictive analytics and applications: development trends in the post-crisis syndrome caused by COVID-19. *CEUR Workshop Proceedings*, 2927, 1–7.
7. Romanenko, V., & Milyavsky, Y. (2022). Combined control of multirate impulse processes in a cognitive map of COVID-19 morbidity. *System Research and Information Technologies*, 3, 46–56. <https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2022.3.03>
8. Alyokhin, A., Brutman, A., Grabovoy, A., & Shabelnyk, T. (2024). Short-term forecasting of the main indicators of the COVID-19 epidemic in Ukraine based on the seasonal cycle model. *System Research & Information Technologies*, 4, 32–42. <https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2024.4.02>
9. Brada, J., Gajewskic, P., & Ali, M. (2021). Economic resiliency and recovery, lessons from the financial crisis for the COVID-19 pandemic: A regional perspective from Central and Eastern Europe. *International Review of Financial Analysis*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101658>
10. Gudmundsson, S., Cattaneo, M., & Redondi, R. (2021). Forecasting temporal world recovery in air transport markets in the presence of large economic shocks: The case of COVID-19. *Journal of Air Transport Management*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.102007>
11. Shabelnyk, T. V. (2015). Market-oriented management of a pharmaceutical enterprise: Models and methods [Monograph]. Poltava University of Economics and Trade. (in Ukrainian)
12. Raievnieceva, O. V., & Touzani, T. (2021). Enterprise behavior management in conditions of non-stationary market environment: Conceptual principles and model tools [Monograph]. FOP Liburkina L. M. (in Ukrainian)
13. United Nations Statistics Division. (n.d.). Central Product Classification (CPC). Retrieved from <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ/Detail/EN/16/41>
14. United Nations Statistics Division. (n.d.). International Standard Industrial Classification (ISIC). Retrieved from https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ/Structure/Detail/EN/27/2599?utm_source
15. Czech Statistical Office. (n.d.). Standard International Trade Classification (SITC). Retrieved from <https://apl2.czso.cz/iSMS/en/cisdet.jsp?kodcis=5694&razeni=cd&strana=40>
16. State Customs Service of Ukraine. (n.d.). Ukrainian Classification of Goods for Foreign Economic Activity (UKTZED). Retrieved from https://qdpro.com.ua/uktzed/7209269000?utm_source
17. State Standard of Ukraine. (2005). DSTU 2651:2005/GOST 380-2005. Carbon steel of ordinary quality (with amendment 1). Retrieved from <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/41-dstu-2651-2005-gost-380-2005-stal-vugleceva-zvichajno-yakost-zi-zminoyu1.pdf> (in Ukrainian)

18. State Standard of Ukraine. (2005). DSTU 4484:2005/GOST 535-2005. Structural quality carbon steel. Retrieved from <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/dstu-4484-2005-gost-535-2005.pdf> (in Ukrainian)

19. Shifrin, Ye. I., et al. (2025). Quality of metal products: A textbook. Kharkiv: National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» Retrieved from <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/86213> (in Ukrainian)

20. Shabelnyk, T. V., & Shabelnyk, M. M. (2025). Analysis of business processes of the resistant behavior of a metal trading company. Business Inform, (3), 223–232. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-3-223-232> (in Ukrainian)

Conflict of Interest: the author declares no conflict of interest.

The article was received by the editors 09.10.2025

The article is recommended for printing 24.11.2025

The article was published on 30.12.2025

M. SHABELNYK*, Postgraduate Student of the Department of Statistics and Economic Forecasting, <https://orcid.org/0009-0008-4182-8273>, shabelnik003@gmail.com

* Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, 9-A Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine

MODEL OF CLASSIFICATION OF THE METAL PRODUCTS ASSORTMENT BY BUSINESS PROCESS INDICATORS OF THE RESILIENT BEHAVIOR OF A METAL TRADING COMPANY

In the context of modern environmental instability caused by various types of crises, metal trading companies face the necessity of strengthening their resilient behavior. The key factor in forming and increasing the level of resilience of metal trading companies is the effective management of the metal products assortment. The purpose of the study is defined as the development and implementation of a model for classifying the metal products assortment according to the main indicators of business processes that determine the resilient behavior of a metal trading company. Based on the analysis and generalization of existing classifications of metal product assortments, the study revealed their insufficiency for developing effective measures aimed at strengthening the resilience of metal trading companies under unstable economic conditions. Therefore, the objective necessity of creating a new classification of metal products is substantiated - one that considers key indicators of business processes determining the company's resilient behavior to enhance its stability through effective assortment management strategies. The feasibility of including in the classification model such indicators reflecting the main parameters of resilient business processes is justified, namely: client type (B2B/B2C), demand type (sustainable/seasonal), product turnover, marginal income, sales volume, and sales frequency. A model for classifying the assortment of metal products has been developed and implemented using hierarchical clustering methods (Ward's method and K-means method), ensuring the optimal distribution of the metal product assortment into homogeneous clusters and creating an information base for strategic sales planning. For each cluster, corresponding management strategies have been determined to strengthen the resilience properties of the business processes of a metal trading company.

Keywords: metal trading company, resilience properties, resilient behavior, business processes, classification model, metal products assortment.

JEL Classification: C38, L61, M11, O21.

Як цитувати: Шабельник М.М. (2025). Модель класифікації асортименту металопродукції за індикаторами бізнес-процесів резистентної поведінки металотрейдерської компанії. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна* серія «Економічна», (109), 6–16. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2025-109-01>

In cites: Shabelnyk M. (2025). Model of classification of the metal products assortment by business process indicators of the resilient behavior of a metal trading company. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University Economic Series*, (109), 6–16. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2025-109-01> (in Ukrainian)