

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ У ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

© Соколова Л.В., Верясова Г.М., Соколов О.Є., 2011

Проведено аналіз методичних підходів щодо застосування методів кластерного аналізу для виконання конкретних практичних завдань, що повсякденно стоять перед основними ринковими суб'єктами господарювання. Узагальнення практичного досвіду у цій сфері дослідження надає можливість визначити перспективи використання сучасного інструментарію кластерного аналізу для проведення оцінки ефективності функціональних сфер діяльності підприємств.

**Ключові слова:** кластерний аналіз, підприємство, кластер, методичний підхід, метод, критерій, ефективність.

L.V. Sokolova, G.M. Veriasova, O.Ye. Sokolov  
Kharkiv national university of radioelectronics

## THE USE OF CLUSTER ANALYSIS METHODS IN ENTERPRISES PRACTICAL ACTIVITY

The methodological approaches concerning to use cluster analysis methods which help to solve concrete practical problems that appears everyday in front of basic market economic agents was analyzed in the article. Generalization of experience in this area of research provides an opportunity to determine the perspectives of using modern tools of cluster analysis to estimation the effectiveness of the functional areas of enterprise's activity.

**Key words:** cluster analysis, an enterprise, a cluster, the methodological approach, a method, a criteria, an effectiveness.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах посилення конкуренції на ринках збуту актуалізується проблема необхідності підвищення конкурентоспроможності вітчизняної промислової продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках. За цих умов ключовим питанням стає пошук резервів зниження собівартості продукції, що є економічною основою ціни та отримання прибутку. Внаслідок цього значна кількість промислових підприємств проводить стратегію низьких витрат, орієнтуючись на різні шляхи її реалізації: відмова від дорогих супутніх послуг; економія витрат за рахунок створення дешевших для виробництва моделей продукції тощо. Але прямі витрати значною мірою визначаються технологією виробництва, рівнем завантаження підприємства-товаровиробника, а недостатньо використаними залишаються можливості зниження управлінських витрат на основі підвищення ефективності управління функціональними сферами діяльності підприємств.

Одним із сучасних інструментаріїв є зниження витрат на управління та забезпечення підвищення якості управління, яке можливо інтерпретувати як точність прогнозу прибутку, рентабельності для кожного кластера (групи промислових підприємств однакового виду економічної діяльності) порівняно з початковою ситуацією, або точність прогнозу рентабельності функціональних сфер діяльності цих підприємств, є кластерний аналіз.

**Аналіз останніх досліджень.** Спектр сфери наукових досліджень на основі застосування методів кластерного аналізу дуже широкий: археологія, інформатика, медицина, психологія, хімія, біологія, державне управління, філологія, антропологія, маркетинг, соціологія тощо. За резуль-

татами проведеного аналізу спеціальних літературних джерел було з'ясовано, що науковці приділяють велику увагу дослідженню теоретичних та практичних проблем застосування методів кластерного аналізу. В економіці методи кластерного аналізу використовуються як інструментарій для: визначення пріоритетних напрямів розвитку регіонів; прогнозування соціально-економічних явищ; класифікації емітентів цінних паперів; вибору локальних стратегій; типологізації інвестиційного потенціалу лісозаготівельних підприємств; дослідження рівня вмотивованості працівників; прогнозування банкрутства промислових підприємств; вирішення проблем розвитку лісового господарства; сегментації ринку; аналізу фінансово-економічного стану підприємств будівельної галузі тощо. Вже існують такі види кластерів, як лісовий, лікарський, портовий, бізнес-послуг, деревообробний, меблевий, виробників альтернативної енергії, вантажопіднімальної техніки тощо [1–7]. Загалом стає очевидним, що кластерний аналіз насамперед виступає як важливий інструмент регіонального розвитку країни.

Слід зауважити, що науковці ще недостатньо уваги приділяють застосуванню методів кластерного аналізу для вирішення конкретних практичних проблем, які кожного дня постають перед товаровиробниками. Результати таких досліджень знайшли своє відображення у працях Н.А. Волкової, А.В. Вороніна, С.С. Гаркавенко, А.Ю. Геворкяна, Г.М. Квіти, Н.В. Котелевської, А.С. Лавренка, Л.М. Попової, М.В. Рети, О.В. Стукача та ін. [1, 3, 5–12].

**Постановка цілей.** Метою роботи є узагальнення існуючого практичного досвіду застосування методів кластерного аналізу під час виконання різноманітних економічних завдань у промислових підприємствах та пошук додаткових можливостей для цього. До того ж як невирішена частина проблеми у розглянутих роботах недостатньо висвітлені питання визначення напрямів ефективного застосування кластеризації конкретних об'єктів промислових підприємств під час дослідження тих чи інших проблем управління на мікрорівні та надання відповідних рекомендацій на основі узагальнення практичного досвіду у цій сфері.

**Виклад основного матеріалу.** В економічному словнику бізнесмена подано таке визначення: «Кластер – англ. *cluster* – група об'єктів в розпознаванні образів, об'єдинених общими признаками» [13, с. 294]. У [6] зазначено, що: «Кластерный анализ – один из способов классификации объектов по их признакам». Кластерний аналіз є багатовимірною статистичною процедурою, яка «... передбачає збір даних, що зберігають інформацію про вибірку об'єктів, та упорядкування об'єктів у порівняно однорідні групи» [8, с. 518]. За результатами проведеного аналізу спеціальної літератури щодо напрямів використання кластерного аналізу у практичній діяльності господарюючих суб'єктів ринку було встановлено, що сфера використання цього методу є доволі поширеною [3, 7–12].

Автор наукового дослідження у сфері управління витратами на створення нової продукції (СНП) М.В. Рета для апробації запропонованого методичного підходу щодо аналізу цих витрат на машинобудівних підприємствах дослідила 20 підприємств Харківської області з метою їх групування [12, с. 8–9]. Задля цього автор запропонувала використання багатовимірного статистичного методу – кластерного аналізу за такими показниками: часткою витрат матеріальних, адміністративних, на оплату праці та інших у загальній сумі витрат на СНП; часткою загальної суми витрат на СНП у доходах підприємства від реалізації інноваційної продукції; коефіцієнтом рентабельності витр на СНП; часткою витрат за СНП на гривню сукупних доходів підприємства та сукупних витрат підприємства.

Для класифікації підприємств був використаний ієрархічний агломеративний метод Уорда з використанням евклідової метрики. За результатами кластерного аналізу були отримані три групи: до першого кластера (А) увійшли підприємства, що мають високий рівень витрат на СНП; другий кластер (В) утворили підприємства із середнім рівнем витрат на СНП; третій кластер (С) – це підприємства з низьким рівнем витрат на СНП. Графічну інтерпретацію отриманих результатів подано у вигляді ієрархічної дендрограми об'єднання обраних для аналізу машинобудівних підприємств. Далі у межах кожного кластера був оцінений інтегральний показник рівня інноваційної та фінансово-господарської діяльності підприємств відповідно до мети та завдань дослідження автора [12, с. 11].

У статті економіста Л.М. Попової проводиться оцінка розподілу пріоритетів сфер діяльності машинобудівних підприємств (фінансова, виробнича, маркетингова, трудова, інноваційна сфери) з

метою визначення найоптимальнішого варіанта розподілу коштів між цими сферами для ефективного проведення диверсифікації діяльності товаровиробників [7]. Так, у разі волонтаристського підходу щодо зарахування коштів до тієї чи іншої сфери діяльності приймаються науково необгрунтовані управлінські рішення, що ускладнює ефективне функціонування підприємства загалом. Тому стимулювання діяльності однієї зі сфер, ігноруючи інші, не є доцільним, з огляду на тісне їх переплетіння.

Дослідження проводилося на основі 10-ти провідних підприємств машинобудування Харківської області. Оскільки майже усі підприємства, що були проаналізовані, проводять політику диверсифікації і, як було з'ясовано, не зовсім вдало, тому було поставлене завдання дослідити й установити причину невдач. Для цієї мети була проведена кластеризація підприємств за рівнем їх розвитку, за результатами якої були отримані два кластери. До першого кластера увійшли такі підприємства, як ВАТ «Автрамат» (С\_1), ЗАТ «Лозівський завод «Трактородеталь»» (С\_4), АТЗТ «Харківський завод електромонтажних виробів» (С\_5), ВАТ «ХТЗ ім. Орджонікідзе (С\_6), ВАТ «Турбоатом» (С\_7), ВАТ «Укрелектромаш» (С\_8) і ВАТ «Гідропривід» (С\_9), які мають гірші показники діяльності порівняно з другим кластером. До другого кластера входять ЗАТ «Південкабель» (С\_2), ВАТ «Завод ім. Фрунзе» (С\_3) та ВАТ «ХМЗ «Світло Шахтаря» (С\_10).

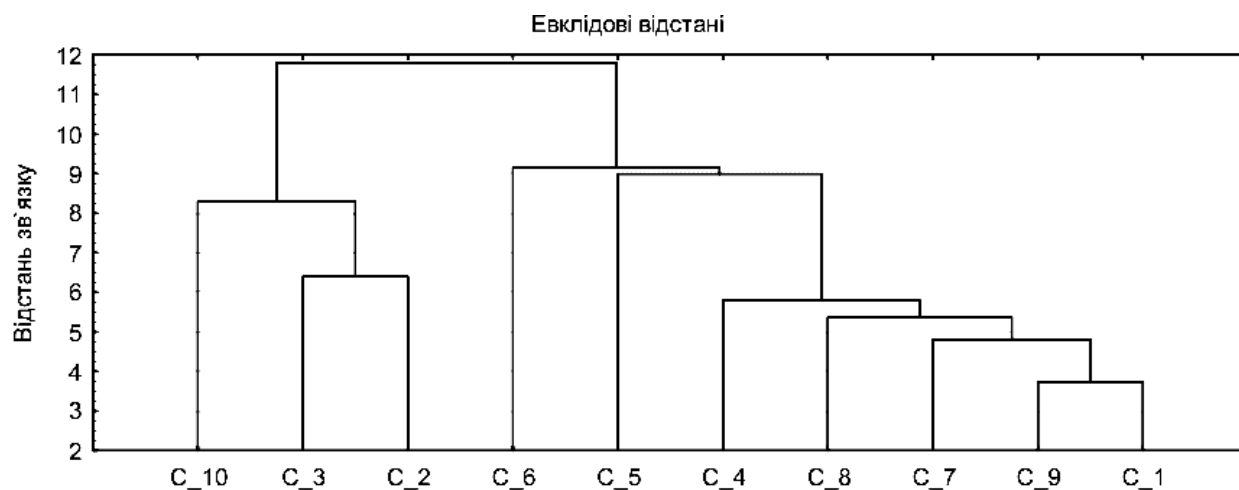


Рис. 1. Вертикальна дендрограма

Для підприємств першого кластера характерним є не досить ефективний розподіл пріоритетів сфер діяльності підприємств, який був оцінений за інтегральним показником із використанням методу аналізу ієрархій. Це не тільки гальмує їх подальший розвиток та ефективне функціонування, а ще й негативно впливає на реалізацію стратегії розвитку кожного із цих підприємств на основі диверсифікації їхньої діяльності.

Розподіл коштів за сферами діяльності в такий спосіб, як це зробили підприємства другого кластера, на думку авторів статті, дасть позитивний синергетичний ефект, який можливий лише за своєчасної підтримки розвитку й функціонування різноманітних сфер діяльності машинобудівних підприємств.

В умовах ринку спостерігається постійне розширення мережі каналів реалізації товарів з метою якісного та швидкого їх доведення до кінцевого споживача. Але за зростання мережі магазинів процес асортиментного планування ускладнюється і дорожчає, що зумовлює пошук шляхів вирішення цієї проблеми. Поділ безлічі магазинів на однорідні групи дасть змогу скоротити кількість об'єктів управління, зменшуючи при цьому витрати на реалізацію процесу управління, терміни підготовки асортиментних матриць, а також сприятиме усуненню дублювання операцій. У статті російського науковця А.С. Лавренка розглядаються особливості кластеризації каналів реалізації торгових роздрібних мереж під час асортиментного планування [3]. Одним із найпопуляр-

ніших підходів до формування таких груп магазинів є застосування методів кластерного аналізу, що дає змогу на основі заданої міри подібності виявляти групи об'єктів (кластери) за відсутності навчальної вибірки, а в деяких методах заздалегідь відому кількість кластерів. Для проведення кластеризації каналів реалізації торгових роздрібних мереж, на думку автора, слід вибрати алгоритм, який уможливорює проводити кластеризацію під час оцінки об'єктів за різними метриками, й обрати метод пошуку розбиття, компромісного з точки зору витрат на управління та якості асортиментного планування.

Розроблений алгоритм передбачає використання однієї метрики як основної, а інші – зарахувати до сфери експертних оцінок. Використання такого методичного підходу було описане у роботі [14]. В алгоритмі «кластеризації з обмеженнями», запропонованому Вагстафом і Карді для кластеризації методом *k*-середніх, для прийняття рішення щодо приєднання об'єкта до класу використовується не тільки міра подібності, тобто метрика, але й деякі обмеження, які відображають експертну оцінку можливості групування об'єктів в один кластер. Обмеження можуть бути представлені: на групування об'єктів за значенням метрик; на характеристики утворених кластерів, що розглядаються в різних просторах ознак. Використання такого підходу дає змогу оцінити можливість групування об'єктів по другорядних метриках до початку кластеризації і в такий спосіб обмежити об'єднання при кластеризації за основною метрикою. У разі наявності суперечливих критеріїв доцільно застосувати методи багатокритеріальної оптимізації для пошуку ефективних рішень, наприклад, діалоговий алгоритм Соболя–Статнікова [15]. Шукане розбиття на кластери є однією із розбивок, що відповідає множині Парето-ефективних точок у просторі обраних критеріїв.

Перевагами запропонованого методичного підходу, з авторської точки зору, є такі: вирішення проблеми багатометричності за рахунок виділення основної метрики і зарахування інших до сфери експертних оцінок; можливість пошуку ефективних рішень за зовнішніми критеріями; автоматизація вибору альтернативних експертних оцінок та пошук ефективних рішень; розширення можливості експертної оцінки. Щодо недоліків роботи, то вони вбачаються у доволі великій трудомісткості пост-аналізу за великої кількості метрик або зовнішніх критеріїв. Отже, розглянутий ще один із напрямів використання методів кластеризації на прикладі вирішення проблеми асортиментного планування у торговельних мережах. Запропоновано вирішення завдання кластеризації за наявності кількох метрик і суперечливих критеріїв оцінки ефективності використання різних розподілів під час асортиментного планування в торговельних мережах.

Економіст Н.В. Котелевська у роботі [10, с. 118–120] описала процедуру використання кластерного аналізу з метою оцінки стратегічного протистояння підприємств-конкурентів на вітчизняному фармацевтичному ринку. Кластеризація підприємств-товаровиробників дає змогу спростити процедуру діагностики їх стратегічного протистояння та точніше розробити стратегічні та оперативні управлінські рішення щодо пристосування підприємств до мінливого зовнішнього середовища з метою забезпечення їхнього виживання в умовах конкуренції на ринках збуту.

Групування 10-ти підприємств проведено за трьома показниками – широта номенклатури продукції, обсяг продажів, рентабельність продажів із використанням кластерного аналізу за допомогою програми STATISTICA. За результатами кластеризації були отримані три кластери: до першого з них увійшло п'ять підприємств, до другого – три, до третього – два. Підприємства першого кластера, які мають найвищі показники обсягів продажів, широту номенклатури та рентабельності продажів, є лідерами фармацевтичного ринку. Ці підприємства є пріоритетними конкурентами між собою, для яких характерним є найвищий рівень конкуренції. Відповідно до даних щодо евклідових відстаней між середніми кластерами гострота конкуренції знижується через віддалення кластерів один від одного. Отже, найгостріша конкуренція спостерігається між першим та другим кластером, менш гостра – між першим та третім.

Такий самий методичний підхід був використаний О.В. Манаковою, яка розглянула конкретний приклад використання методу кластерного аналізу, що об'єднує різні процедури, які

використовуються для проведення групування схожих між собою об'єктів – малих промислових підприємств однієї галузі [11, с. 86–89]. Під кластером у роботі розуміється група об'єктів, які мають властивість густоти, форми, розміру [10]. Кластерний аналіз був проведений методом k-середніх із використанням обраних показників діяльності малих підприємств-товаровиробників. За результатами аналізу підприємства розподілилися на три кластери: найгостріша конкуренція існує між підприємствами Cluster №1 та Cluster №2 (рис. 2).

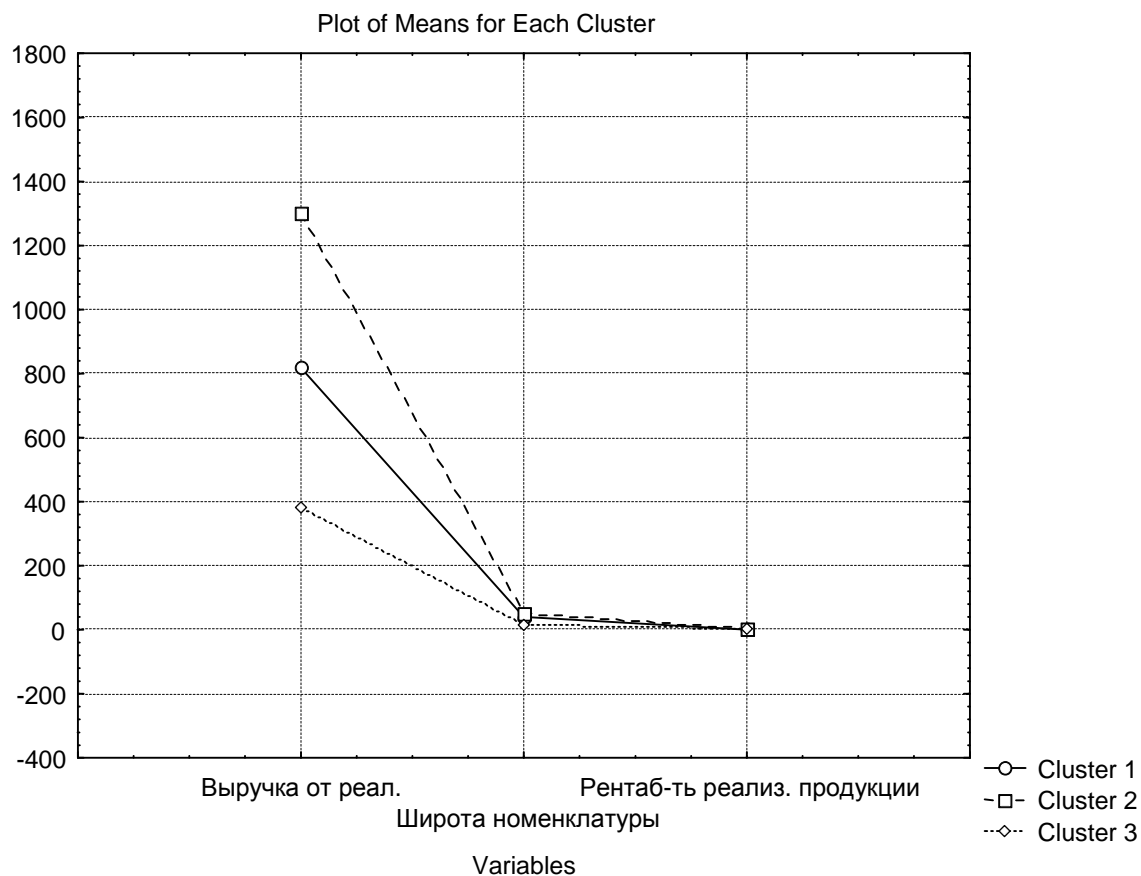


Рис. 2. Графік середніх для кожного кластера

Отже, проведений кластерний аналіз дав змогу виявити основних пріоритетних конкурентів для досліджуваного підприємства, що сприяло спрощенню проведення заходів щодо аналізу та діагностування стану підприємств-конкурентів і надало автору можливості у подальшому провести SWOT-аналіз підприємства й виявити його конкурентні переваги.

За рекомендаціями українського провідного фахівця у сфері теорії та практики маркетингу С.С. Гаркавенко у роботі [8, с. 519–529] зазначено, що у маркетингу кластерний аналіз доцільно застосовувати для сегментування ринку за групами споживачів, за основними конкурентами та за параметрами продукції. У роботі наведено опис схеми алгоритму сегментування ринку за обраними параметрами продукції (натуральна шкіра для виготовлення взуття) з подальшим визначенням прямих конкурентів-постачальників продукції у кожній групі (сегменті). До основних параметрів за кожною назвою об'єкта зараховано такі: стійкість до багаторазового згинання шкіри, ціна 1 дм<sup>2</sup> шкіри, назва фірми-постачальника. Для сегментування цього ринку був використаний агломеративний ієрархічний алгоритм класифікації. За відстань між об'єктами була обрана звичайна Евклідова відстань. За результатами проведених розрахунків було встановлено, що на ринку шкіряних матеріалів можна виділити два сегменти товарів: сегмент 1 представлено матеріалами, які мають середні та вищі від середніх ціни й показники стійкості та поставляються фірмами Італії,

Великої Британії, Кіпру; сегмент 2 представлено матеріалами, які поставляються фірмами Німеччини й Бразилії та мають низькі ціни і низькі показники стійкості.

Науковець А.В. Воронін у статті розглянув методичні питання використання кластерного аналізу у системі стратегічного менеджменту фірми [1]. Кластерний аналіз дав змогу виділити групи взаємно сумісних і таких, що підтримують одна одну локальних стратегій фірми. Ця вимога є необхідною для ефективності стратегії організації загалом.

Співавтори Н.А. Волкова та О.В. Стукач розглядають у [6] оцінювання якості трудового життя робітників підприємства із застосуванням кластерного аналізу. За допомогою анкетування було опитано 60 осіб за такими напрямками: оплата праці; трудовий колектив; робоче місце; керівництво організації; службова кар'єра; соціальні гарантії; соціальні блага. На цьому прикладі було показано, що кластерний аналіз методом k-середніх є ефективним методом аналізу рівня задоволеності працею, тобто соціально-психологічної реакції робітників на те, наскільки їх очікування від праці відповідають реальному досвіду.

Досліджуючи питання адаптації підприємств машинобудування до умов Світової організації торгівлі (СОТ), економіст А.Ю. Геворкян зробив висновок про різноманітність стану аналізованих підприємств як у підготовці до умов СОТ, так і в характері економічних перетворень, спрямованих на підвищення власної конкурентоспроможності [9, с. 8–11]. За цих причин він запропонував методичний підхід до розробки політики підвищення конкурентоспроможності підприємств машинобудування України, який ґрунтується на використанні кластерного аналізу та дає змогу визначити однорідні групи підприємств, для кожної з яких запропоновані уніфіковані стратегії економічних перетворень.

Кластерний аналіз ґрунтувався на використанні множини ознак у складі таких показників, як розмір підприємства (чисельність працюючих), знос основних фондів, орієнтація підприємства на виготовлення чи реалізацію продукції на зовнішньому та/або внутрішньому ринках, наявність міжнародних сертифікатів якості (ISO), виявлення потенційних конкурентів, аналіз зарубіжного досвіду, проведення моніторингу проектної законодавчої бази. Це дало змогу отримати кластери – однорідні групи підприємств, для кожної з яких були визначені уніфіковані стратегії економічних перетворень.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** За результатами проведеного аналізу спеціальної літератури з питань узагальнення досвіду використання методів кластерного аналізу у виконанні практичних завдань в економічній сфері діяльності підприємств можна зазначити, що:

а) кластерний аналіз як ефективний спосіб класифікації об'єктів за їх ознаками добре зарекомендував себе в усіх сферах суспільної діяльності;

б) доцільно дотримуватися певної послідовності у проведенні кластерного аналізу, яка містить такі етапи, як: відбір вибірки для кластерного аналізу (наприклад, перелік товарів під час сегментування ринку за параметрами продукції або вибіркова сукупність споживачів під час сегментування ринку за споживачами); визначення множини критеріїв (ознак), за якими проводиться кластеризація (сукупність кількісних, рангових або якісних змінних, яка найкраще відображає подібності); визначення відстані та міри подібності, до якої зараховують коефіцієнт кореляції, міру відстані (відстань Махаланобіса, звичайна Евклідова відстань, «зважена» Евклідова відстань, Хеммінгова відстань), коефіцієнт асоціативності, імовірнісні коефіцієнти подібності; проведення ієрархічної кластер-процедури для створення груп подібних об'єктів, використовуючи для визначення подібності відстані, які заміряються: за принципом «найближчого сусіда», за принципом «середнього зв'язку», «по центрах тяжіння груп», за принципом «далекого сусіда»; перевірка достовірності отриманих результатів кластерного аналізу, яка полягає у проведенні порівняльного аналізу якості можливих способів розподілу обраної сукупності об'єктів на кластери;

в) відкривається реальна можливість застосування сучасних методів кластерного аналізу не тільки для виявлення проблемних ситуацій, але й для оцінювання ефективності функціональних сфер діяльності промислових підприємств, що забезпечить синергетичність очікуваних результатів.

1. Воронин, А.В. Использование кластерного анализа для выбора локальных стратегий [Текст] / А.В. Воронин // Проблемы и перспективы управления экономикой и маркетингом в организации. – №1. – 2001. – Режим доступа: <http://perspectives.utmn.ru/No1/text02.shtml>. – Загол. з экрана.
2. Коваленко, А. В. Кластерный анализ финансово-экономического состояния предприятий строительной отрасли [Электронный ресурс] / А.В. Коваленко, М.Х. Уртенев, Л.Н. Заикина // Научный журнал КубГАУ.– № 60 (06). – 2010 / <http://ej.kubagro.ru/2010/06/pdf/37.pdf>. – Загол. з экрана.
3. Лавренко, А.С. Кластеризация в задачах ассортиментного планирования в торговых сетях [Электронный ресурс] / А.С. Лавренко // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2011. – № 5 (29).: <http://uecs.mcsip.ru>. – Загол. з экрана.
4. Кластеры у Карпатах [Электронный ресурс] // Галицкий корреспондент. – 2011. – № 41 (320). – Режим доступа: [www.gk-press.if.ua/node/3357](http://www.gk-press.if.ua/node/3357). – 13.10. 2011. – Загол. з экрана.
5. Квита, Г.М. Кластерный анализ в исследовании мотивационной структуры персонала предприятия [Электронный ресурс] / Г.М. Квита // Актуальные проблемы экономики. – № 3 (93). – 2009 /[http:// www.nbuv.gov.ua / Portal/Soc\\_Gum/APR/2009\\_3/226-230.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/Portal/Soc_Gum/APR/2009_3/226-230.pdf). – Загол. з экрана.
6. Волкова, Н.А. Кластерный анализ результатов социологического опроса работников предприятия [Электронный ресурс] / О.В. Стукач. – Режим доступа. – [http:// iee.tusur.ru/nauka/cluster.pdf](http://iee.tusur.ru/nauka/cluster.pdf). – Загол. з экрана.
7. Попова Л.М. Методичний підхід до оцінки розподілу пріоритетів сфер діяльності з метою ефективного проведення диверсифікації діяльності підприємства [Электронный ресурс] / Л.М. Попова. – Режим доступа: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/ Soc\\_Gum/Aprer/2009\\_5\\_1/36.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Aprer/2009_5_1/36.pdf). – Загол. з экрана.
8. Гаркавенко, С. С. Маркетинг [Текст]: підручник для вузів / С.С. Гаркавенко. – К.: Лібра, 2002. – 712 с.
9. Геворкян, А. Ю. Адаптація підприємств машинобудування до умов СОТ [Текст]: автореф. ... канд. екон. наук за спец. 08.00.04 НТУ «ХПИ» / А.Ю. Геворкян. – Харків, 2010.
10. Котелевская, Н.В. Экономическая диагностика предприятия: просто о сложном [Текст] / Н.В. Котелевская. – Харьков: Консульт, 2007. – Том 10 (160). – 160 с.
11. Управління діяльністю підприємства у конкурентному середовищі: монографія / Л.В. Соколова, Г.М. Верясова, О.В. Манакова та ін.; за заг. ред. Л.В. Соколової. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2010. – 190 с.
12. Рета М.В. Управління витратами на створення нової продукції [Текст]: автореф. ... канд. екон. наук за спец. 08.00.04 НТУ «ХПИ». – М. В. Рета. – Харків, 2010 – 19 с.
13. Энциклопедический словарь бизнесмена: Менеджмент, маркетинг, информатика / под общ. ред. М.И. Молдованова. – К.: Техніка, 1993. – 856 с.
14. Wagstaff, K. Constrained K-means Clustreing with Background Knowledge. Proceedings of the Eighteen International Conference on Mahine Learning [Text] /Wagstaff K., Cardie C., 2001. – P. 577–584.
15. Соболев И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями [Текст] / И.М. Соболев, Р.Б. Статников. – М. : Наука, 1981.