

Отримано: 07 грудня 2016 р.

Прорецензовано: 11 грудня 2016 р.

Прийнято до друку: 16 грудня 2016 р.

Дзюбановська Н. В. Застосування кластерного аналізу для оцінки міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу / Н. В. Дзюбановська // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»: науковий журнал. – Острог: Вид-во НУ«ОА», грудень 2016. – № 3(31). – С. 204–208.

УДК 519.67:339.5

JEL Classification: C10, F14

**Дзюбановська Наталія Володимирівна,**

кандидат економічних наук, старший викладач кафедри економіко-математичних методів  
Тернопільського національного економічного університету

## ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Проведено кластерний аналіз методом *k-means* засобами пакету програми STATISTICA 10. Змінними групування було обрано обсяги експортних операцій протягом 2002-2015 рр., а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідова відстань. На основі методів кластеризації за показниками обсягів експорту країн ЄС протягом досліджуваного періоду було виділено країни ЄС, що є найпотужнішими експортерами у ЄС, країни з середнім рівнем експорту та країни з найнижчим рівнем експорту.

**Ключові слова:** Евклідова відстань, експорт, групування, кластерний аналіз, поверхня значень.

**Дзюбановская Наталья Владимировна,**

кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономико-математических методов  
Тернопольского национального экономического университета

## ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

Проведено кластерный анализ методом *k-means* средствами пакета программы STATISTICA 10. Переменными группировки были избраны объемы экспортных операций в течение 2002-2015 гг., а мерой расстояния объектов в кластерах – Евклидово расстояние. На основе методов кластеризации за показателями объемов экспорта стран ЕС в течение исследуемого периода было выделено страны ЕС, что являются самыми мощными экспортерами в ЕС, страны со средним уровнем экспорта и страны с низким уровнем экспорта.

**Ключевые слова:** Евклидово расстояние, экспорт, группировка, кластерный анализ, поверхность значений.

**Nataliia Dziubanovska,**

PhD in Economics, senior lecturer in Economics and Mathematical Methods of Ternopil National Economic University

## THE APPLICATION OF THE CLUSTER ANALYSIS OF ASSESSMENTS FOR THE INTERNATIONAL TRADE AMONG THE COUNTRIES OF THE EUROPEAN UNION

The cluster analysis is made by means of *k-means* software package STATISTICA 10. The variable group was selected by the volume of exports during 2002-2015 and the measure distance of objects in clusters was the Euclidean distance. Based on the clustering methods in exports of the EU during the period, there were allocated the EU countries, which were the most powerful exporters with an average level of exports and the countries with the lowest level of exports.

**Key words:** export, grouping, the Euclidean distance, the cluster analysis, the surface of values.

**Постановка проблеми.** Під час дослідження міжнародної торгівлі важливою є кількісна оцінка конкурентоспроможності країни на світовому ринку. Найпоширенішим серед інструментів, що дають змогу провести кількісну оцінку конкурентоспроможності досліджуваного об'єкту, є кластерний аналіз. Саме за допомогою методів кластеризації поділимо країни ЄС на групи за їх обсягами експортних операцій та визначимо найпотужніших.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням використання методів кластеризації під час дослідження соціально-економічних процесів займалися такі науковці: М. С. Безруков [1], Н. Голубєва [2], Ю. Ю. Гусєва [3], А. В. Коваленко [4], Т. В. Кравець [5], О. М. Ляшенко [6], О. Г. Янковий [7] та інші.

**Формулювання цілей статті.** Метою нашого дослідження є застосування кластерного аналізу для визначення основних груп країн ЄС за інтенсивністю експорту, а також виявлення серед них найпотужніших експортерів товарної структури експортних операцій.

**Виклад основного матеріалу.** Використовуючи методи кластеризації, розіб'ємо країни Європейського Союзу на групи, які характеризуються однаковою інтенсивністю експорту. Таким чином, ми зможемо виявити серед них лідерів, середнього рівня країни та аутсайдерів щодо обсягів експортних операцій у млн дол. Основним завданням кластерного аналізу є об'єднання досліджуваних об'єктів у кластери

так, щоб в один кластер потрапляли максимально схожі об'єкти, а об'єкти різних кластерів максимально відрізнялися один від одного. Кількісний показник подібності розрахований на основі обсягів експортних операцій країн ЄС протягом 2002–2015 рр. Для цього були використані статистичні дані Eurostat [8].

Міра близькості, яка визначається Евклідовою відстанню, є геометричною відстанню в  $n$ -вимірному просторі та обчислюється за формулою:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Для визначення кількості кластерів побудуємо поверхню значень обсягів експорту у млн дол. країн ЄС протягом досліджуваного періоду (рис. 1).

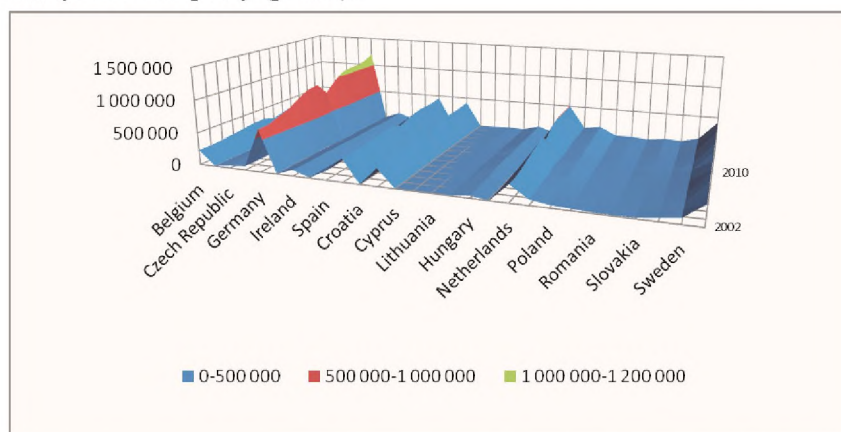


Рис. 1. Поверхня значень обсягів експорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр..

На основі побудованої поверхні значень обсягів експорту у млн дол. країни ЄС можна поділити на 5 кластерів за інтенсивністю експортних операцій.

Ще одним способом визначення кількості кластерів під час проведення кластерного аналізу є побудова дендрограми, яка графічно демонструє послідовність об'єднання кластерів. Використовуючи ті ж самі статистичні дані Eurostat [8] та програмний продукт STATISTICA 10, нами була побудована дендрограма країн ЄС за обсягами експорту протягом 2002–2015 рр. (рис. 2).

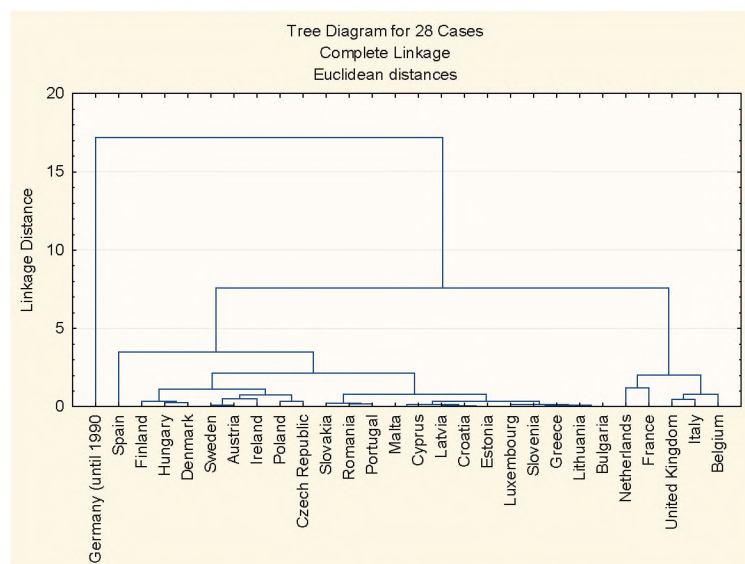


Рис. 2. Дендрограма країн ЄС за обсягами експорту протягом 2002–2015 рр.

Як видно з рис. 2, на основі дендрограми країни ЄС умовно можна поділити теж на 5 кластерів.

Дендрограма починається зверху з кожної країни у своєму власному кластері. Коли рухатися вниз, країни, які ближчі одна до одної, об'єднуються й утворюють кластери. Кожен вузол дендрограми, наведеної на рис. 2, є об'єднанням двох або більше кластерів. Окрім того, положення вузлів на вертикальній осі визначає відстань, на якій були об'єднані відповідні кластери.

Виходячи з візуального представлення результатів, можна припустити, що країни ЄС утворюють

п'ять кластерів. Перевіримо це припущення, розбивши вихідні дані методом k-means на 5 кластерів, і порівняємо відмінності між отриманими групами. Для проведення кластерного аналізу використовуємо засоби пакету програми STATISTICA 10. Змінними групування було обрано обсяги експортних операцій протягом 2002–2015 рр. (14 змінних групування), а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідова відстань. Значення середніх змінних групування представлено на рис. 3.

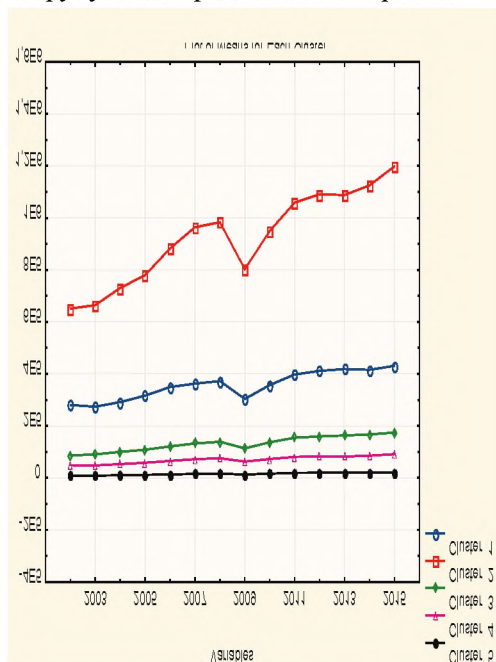


Рис. 3. Середні значення змінних групування у кластерах.

Геометричну інтерпретацію різниці між країнами ЄС за Евклідовою відстанню представлено на рис. 4.

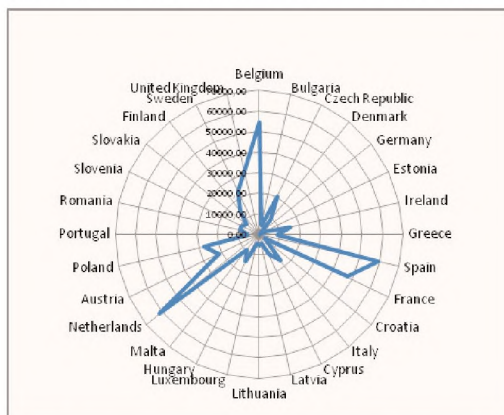


Рис. 4. Геометрична інтерпретація відмінності країн ЄС між собою на основі Евклідової відстані.

А різниця між отриманими кластерами за Евклідовою відстанню зображена на рис. 5.

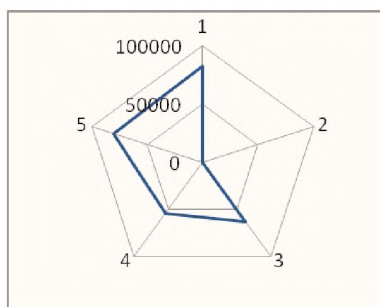


Рис. 5. Геометрична інтерпретація відмінності кластерів між собою (відстань від центрів кластерів на основі Евклідової відстані)

До першого кластеру увійшли п'ять країн: Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди та Об'єднане Королівство. Як видно з рис. 3, у цьому кластері був вищий рівень за експортними операціями ніж у кластерах 3, 4, та 5, проте нижчий, ніж у кластері 2.

Другий кластер відзначається найвищим рівнем експорту. До цього кластера увійшла Німеччина.

Третій кластер відрізняється нижчим рівнем експорту ніж у країнах, що належать до кластерів 1 і 2, проте вищим, ніж у країнах, що увійшли до кластерів 4 і 5. Тобто можна сказати, що країни, які складають цей кластер характеризуються середнім рівнем експорту між усіма країнами ЄС. Цей кластер становлять такі країни: Іспанія, Австрія, Польща, Швеція.

Четвертий кластер – Чеська Республіка, Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Фінляндія, для яких характерний дещо вищий рівень експорту, порівняно із 5-м кластером, але загалом нижчий від інших кластерів.

П'ятий кластер утворений із 12 країн ЄС, де обсяги експортних операцій протягом досліджуваного періоду найнижчі. До 5-ого кластеру увійшли: Болгарія, Естонія, Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія.

Таким чином, ми отримали географічні сегменти за інтенсивністю експортних операцій. Як бачимо 12 із 28 країн ЄС характеризуються найнищим рівнем експорту і лише 6 із 28 країн ЄС (що входять до 1-ого та 2-ого кластеру) мають високу інтенсивність експорту. Тобто до лідерів-експортерів можна віднести Німеччину, Бельгію, Францію, Італію, Нідерланди та Об'єднане Королівство. До середнього рівня країн-експортерів належать: Іспанія, Австрія, Польща, Швеція, Чеська Республіка, Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Фінляндія. І як свідчить кластерний аналіз аутсайдерами серед країн ЄС за обсягом експортних операцій є Болгарія, Естонія, Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія.

Проведений аналіз всередині кожного кластера дозволив виявити варіацію досліджуваних даних. Таким чином, країни, що входять до 5-го кластера окремо від інших можна ще раз ділити на кластери. Оскільки коефіцієнт варіації для цього кластера приймає значення від 0,07 (Ірландія) до 0,46 (Латвія), тобто надто велика різниця між статистичними розподілами обсягів експорту країн із точки зору їх розмірності відносно середньої вибіркової.

Окрім того, методом кластерного аналізу k-means засобами пакету програм STATISTICA 10 ми провели кластерний аналіз країн Європейського Союзу за інтенсивністю експортних операцій товарної структури протягом 2015 року. Змінними групування було обрано: харчові продукти, напої та тютюнові вироби (x1); сировина (x2); мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали (x3); хімічні речовини та пов'язані з ними продукти (x4); інші промислові товари (x5); техніка та транспортне обладнання (x6); товари та операції, не класифіковані в SITC (x7), а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідова відстань.

На основі поверхні значень змінних групування країни ЄС поділено на 5 кластерів, що відрізняються між собою інтенсивністю експортних операцій товарної структури протягом 2015 р. (значення середніх змінних групування представлено на рис. 6).

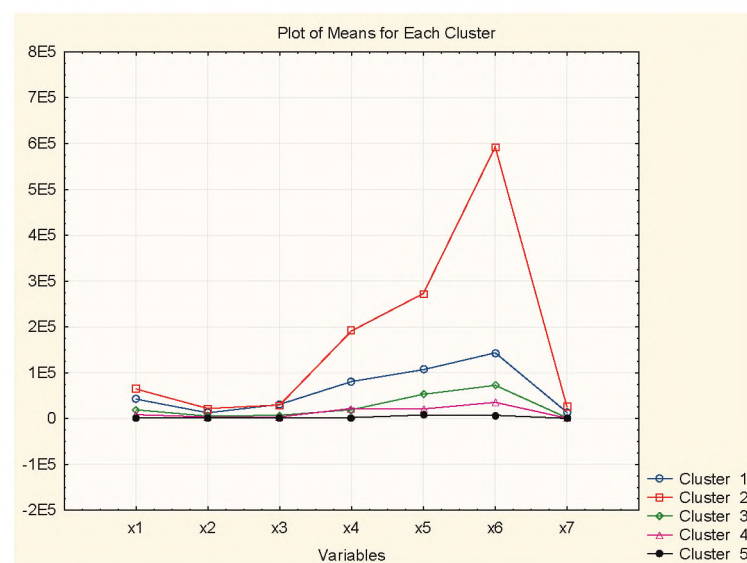


Рис. 6. Середні значення змінних групування у кластерах

До першого кластеру увійшли Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди та Об'єднане Королівство. Цей кластер є другим після найвищого рівнем за всіма змінними групування. Як бачимо для країн, що входять до цього кластеру, притаманний високий рівень експорту таких товарних груп: хімічні речовини та пов'язані з ними продукти; інші промислові товари; техніка та транспортне обладнання.

До другого кластеру увійшла лише одна країна – Німеччина. Як видно з рис. 6, у цьому кластері – найвищі рівні за всіма змінними групування, а особливо був найвищий рівень експорту техніки та транспортного обладнання.

До третього кластеру увійшло 4 країни: Чеська Республіка, Іспанія, Австрія та Польща. Він характерний вищим рівнем експорту інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання, ніж у країнах, що увійшли до кластерів 4 і 5, проте нижчим рівнем ніж у країнах, що належать до кластерів 1 і 2. Окрім цього, для такого кластеру характерний досить низький рівень експорту в інших товарних групах.

Четвертий кластер становлять 5 країн: Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Швеція. Для цих країн характерний дещо вищий рівень експорту в усіх товарних групах порівняно із 5-м кластером, але загалом нижчий від інших кластерів.

До п'ятого кластеру увійшло 13 країн ЄС (Болгарія, Естонія, Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія, Фінляндія). Кластер характеризується найнижчим рівнем за всіма показниками.

Як видно із проведеного кластерного аналізу, ми отримали майже однакового складу кластери за загальним обсягом експорту країн ЄС і за обсягом експорту в товарних групах країн ЄС. Відмінності отрималися внаслідок того, що за загальним обсягом експорту Фінляндія увійшла в четвертий кластер, а за обсягом експорту в товарних групах – у п'ятий.

**Висновки.** Отже, під час проведення кластерного аналізу за обсягами експорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. нами було виділено країни (Німеччину, Бельгію, Францію, Італію, Нідерланди та Об'єднане Королівство), що є найпотужнішими експортерами у ЄС, країни з середнім рівнем експорту (Іспанія, Австрія, Польща, Швеція, Чеська Республіка, Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Фінляндія) та країни з найнижчим рівнем експорту (Болгарія, Естонія, Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія). Проте на основі описового аналізу всередині кожного із отриманих кластерів ми прийшли до висновку, що останній сегмент, який складається із країн-експортерів із 5-ого кластера, варто досліджувати окремо і теж ділити їх на групи.

Проведений кластерний аналіз обсягів експорту товарної структури країн ЄС за 2015 р. дозволив виявити, що країни-лідери є найпотужнішими експортерами трьох товарних груп: хімічних речовин та пов'язаних із ними продуктів, інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання. Для Німеччини обсяг експорту техніки та транспортного обладнання особливо високий. Для всіх країн характерний низький рівень експорту сировини та мінерального палива, змащувальних і супутніх матеріалів. Щодо харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів можна зауважити, що обсяги експорту цієї товарної групи не сильно відрізняються.

Серед країн ЄС найкращими експортерами хімічних речовин та пов'язаних із ними продуктів, інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання є Німеччина, Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди, Об'єднане Королівство.

На основі проведеного дослідження в першому наближенні зроблено припущення про доцільність застосування кластерного аналізу для вимірювання міжнародної торгівлі.

### Література:

1. Безруков Н. С. Способы региональной кластеризации по параметрам человеческого капитала на основе самообучающихся нейронных сетей / Н. С. Безруков, Е. В. Колосова // Управление в социально-экономических системах. – 2008. – № 1(15). – С. 96–102.
2. Голубева Н. Оцінка виробничого потенціалу вугледобувних підприємств на основі кластерного аналізу / Н. Голубева // Схід. – 2011. – № 3(110). – С. 14–17.
3. Гусева Ю. Ю. Методичні рекомендації щодо діагностики фінансового стану машинобудівних підприємств України з використанням кластерного аналізу / Ю. Ю. Гусева, О. В. Гребенікова // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2009. – № 41. – С. 189–195.
4. Коваленко А. В. Кластерный анализ финансово-экономического состояния предприятий строительной отрасли / А. В. Коваленко, М. Х. Ургенов, Л. Н. Заикина // Научный журнал КубГАУ. – 2010. – № 60(06). – С. 1–11.
5. Кравець Т. В. Рейтингове оцінювання діяльності підприємств за допомогою модифікованого методу кластеризації / Т. В. Кравець, Г. М. Кузнецов // Держава та регіони. Серія : Економіка та підприємництво. – 2010. – № 6. – С. 173–180.
6. Ляшенко О. М. Щодо дослідження структури змін споживчих цін на продовольчі товари / О. М. Ляшенко, З. М. Бойко // Інноваційна економіка. – 2011. – № 4 (23). – С. 198–207.
7. Янковой А. Г. Многомерный анализ в системе STATISTICA. – Одесса : Оптимум, 2001. – Вып. 1. – 216 с.
8. Eurostat [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ec.europa.eu/>.