

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.67:339.5

Дзюбановська Н.В.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри прикладної математики
Тернопільського національного економічного університету

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КАНОНІЧНИХ КОРЕЛЯЦІЙ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ТОРГІВЛІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

У статті оцінено вплив демографічних і соціально-економічних показників регіонів України на показники їх зовнішньої торгівлі. Застосовано метод канонічних кореляцій для дослідження зовнішньої торгівлі регіонів України. Основними чинниками впливу на обсяги експортно-імпортних операцій вибрано чисельність населення, міграцію, рівень безробіття та валовий регіональний продукт. Розраховано канонічні коефіцієнти для опису кореляційної залежності між показниками зовнішньої торгівлі регіонів України та досліджуваними чинниками. На основі результатів аналізу побудовано діаграму розсіювання канонічних змінних.

Ключові слова: канонічна кореляція, експорт, імпорт, зовнішня торгівля, оцінювання.

В статье оценено влияние демографических и социально-экономических показателей регионов Украины на показатели их внешней торговли. Применен метод канонических корреляций для исследования внешней торговли регионов Украины. Основными факторами влияния на объемы экспортно-импортных операций выбраны численность населения, миграция, уровень безработицы и валовой региональный продукт. Рассчитаны канонические коэффициенты для описания корреляционной зависимости между показателями внешней торговли регионов Украины и исследуемыми факторами. На основе результатов анализа построена диаграмма рассеяния канонических переменных.

Ключевые слова: каноническая корреляция, экспорт, импорт, внешняя торговля, оценка.

In this article, the impact of demographic and socio-economic indicators of Ukrainian regions on the indicators of their foreign trade was estimated. The method of canonical correlations for the analysis of foreign trade of Ukrainian regions has been applied. The population, the migration, the unemployment rate, and the gross regional product are chosen as the key factors of influence on the amount of export-import operations of the regions of Ukraine. The canonical coefficients for the description of correlation dependence between the foreign trade indicators and the factors under investigation are counted. The scattering graph of canonical variables is constructed following on from the analysis results.

Keywords: canonical correlation, export, import, foreign trade, estimation.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Економічний розвиток кожної країни є багатofакторним процесом, що відображає зміни в усіх сферах господарського життя країни. Торговля як одна з таких сфер чинить чи не найбільший вплив на економічне зростання територій, зайнятість населення тощо. Проте в Україні на регіональному рівні

існує низка територіальних невідповідностей, тому актуальними є дослідження й оцінка зовнішньої торгівлі регіонів країни для виявлення чинників, що впливають на формування та розвиток цієї сфери [1]. Одним з ефективних інструментів вирішення даного завдання є метод канонічних кореляцій. Основною перевагою цього методу є те, що він дає змогу визначити множину чинників, що впливають не на один по-

казник досліджуваного процесу, а на декілька. За результатами аналізу можна виокремити домінуючі та другорядні чинники впливу [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Застосування методу канонічних кореляцій під час дослідження економічних процесів знайшло своє відображення у працях таких науковців, як: Р.М. Волчек [3], І.В. Турський [4], Г.С. Корепанов [5], І.Б. Олексів, В.Ю. Харчук [6], Т.А. Терещенко, Т.П. Романюк, В.М. Богомазова [7] та ін.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою дослідження є виявлення залежностей між основними показниками зовнішньої торгівлі регіонів України та їх демографічними і соціально-економічними характеристиками за допомогою методу канонічних кореляцій.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Відомо, що на економічний розвиток регіонів країни неабиякий вплив має демографічна ситуація. Враховуючи міграційний рух, а також ступінь розвитку регіональної економіки його характеризують такі показники, як валовий регіональний продукт, рівень безробіття, експорт, імпорт тощо. Крім того, доведеним фактом є те, що економічне зростання і національний добробут територій залежить від ефективності прийняття рішень у сфері торгівлі, тому для оптимального вибору множини ідентифікаторів дослідимо вплив низки чинників на основні показники зовнішньої торгівлі регіонів.

Застосуємо канонічний кореляційний аналіз для дослідження зовнішньої торгівлі регіонів України, використовуючи статистичні дані Державної служби статистики [8]. Нашим завданням є визначити, який вплив на обсяги експортно-імпортних операцій регіонів України чинять їхні демографічні характеристики, зокрема чисельність населення, та деякі соціально-економічні показники, а саме: міграційний рух, рівень безробіття та валовий регіональний продукт. Для аналізу використаємо статистичні дані регіонів України протягом 2008–2016 рр.

Виберемо дві множини змінних: залежних Y (Y_1 – обсяг експорту регіонів України, тис. дол. США; Y_2 – обсяг імпорту регіонів України, тис. дол. США) та незалежних X (X_1 – чисельність населення регіонів України, осіб; X_2 – міграційний рух населення регіонів України, осіб; X_3 – безробіття населення регіонів України,

тис. осіб; X_4 – валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, грн).

Математична задача методу канонічних кореляцій у нашому разі полягає у знаходженні таких нормованих лінійних комбінацій $U = \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_2$ та $V = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$, щоб кореляція між U та V була максимальною. Тісноту зв'язку між канонічними величинами вимірюють за допомогою канонічного коефіцієнта кореляції R .

За допомогою модуля Canonical Analysis програмного продукту STATISTICA 10 виконаємо канонічний кореляційний аналіз двох множин змінних X та Y (рис. 1).

Canonical Analysis Summary (Spreadsheet1)		
Canonical R: ,85433		
Chi(8)=494,43 p=0,0000		
	Left Set	Right Set
N=225		
No. of variables	2	4
Variance extracted	100,000%	74,4713%
Total redundancy	70,7229%	50,2407%
Variables:	1 Y1, Export	X1, Population
	2 Y2, Import	X2, Migration
		X3, Unemployment
		X4, GRP

Рис. 1. Результати канонічного аналізу

У результаті ми одержали два корені з канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R = 0,85433$, що є досить значущим, оскільки ($p < 0,001$). Даний коефіцієнт показує тісноту зв'язку між канонічними змінними в першій і другій множині. Два корені описують 100% дисперсії множини показників зовнішньої торгівлі регіонів України та 74,47% – множини демографічних і соціально-економічних характеристик. Використовуючи значення показників зовнішньої торгівлі регіонів та отриманих канонічних коренів, можна пояснити в середньому 70,72% дисперсії змінних у лівій множині та 50,24% мінливості в правій множині. Ці результати вказують на досить сильну залежність між змінними двох множин.

Значущість канонічних коренів перевіряється за допомогою критерію χ^2 (рис. 2).

Значення коефіцієнта кореляції $R = 0,85433$ для першого канонічного кореня більше (рис. 2), ніж значення коефіцієнта кореляції для другого канонічного кореня $R = 0,77897$. Враховуючи, що для них обидвох $p < 0,001$, обидва канонічні корені є значущими. Проте подальше послідовне застосування критерію χ^2 дає підстави розглядати лише перший канонічний корінь із $R = 0,85433$.

Root Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadsheet1)					
	Canonicl R	Canonicl R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,854329	0,729879	494,4300	8	0,000000	0,106213
1	0,778972	0,606797	205,8211	3	0,000000	0,393203

Рис. 2. Перевірка значущості канонічних коренів

Описати кореляції між змінними кожної з множин можна, розглянувши їх факторні структури. Спершу розглянемо факторну структуру лівої множини. Як видно з рис. 3, змінні лівої множини сильно корелюють із другим канонічним фактором, і дещо слабшою є кореляція з першим канонічним фактором.

Root Variable	Factor Structure, left set (Spreadsheet1)	
	Root 1	Root 2
Y1, Export	-0,872229	-0,489098
Y2, Import	-0,933366	0,358927

Рис. 3. Факторна структура лівої множини

Розглянувши частки витягнутої дисперсії для лівої множини (рис. 4), бачимо, що перший канонічний корінь витягує в середньому близько 81,6% дисперсії зі змінних, що відповідають показникам зовнішньої торгівлі регіонів. А задавши значення змінних у множині демографічних і соціально-економічних характеристик, можна пояснити близько 60% дисперсії в змінних, що пов'язані з торгівлею, врахувавши значення першого канонічного кореня.

Root Factor	Variance Extracted (Proportions), left set (Spreadsheet1)	
	Variance extractd	Reddncy.
Root 1	0,815977	0,595564
Root 2	0,184023	0,111664

Рис. 4. Частки витягнутої дисперсії для лівої множини

Аналогічно розглянемо факторну структуру правої множини (рис. 5).

Root Variable	Factor Structure, right set (Spreadsheet1)	
	Root 1	Root 2
X1, Population	-0,762649	-0,587316
X2, Migration	-0,669836	0,694372
X3, Unemployment	-0,058968	-0,705174
X4, GRP	-0,779719	0,112855

Рис. 5. Факторна структура правої множини

Щодо першого канонічного кореня, з рис. 5 видно, що навантаження за змінними, які відповідають рівню безробіття, набагато менші,

ніж за змінними, що відповідають за чисельність населення, міграційний рух та валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу. Можна зробити висновок, що значна кореляція між змінними в двох множинах (на основі значення першого кореня), скоріше за все, є наслідком сильної залежності між показниками зовнішньої торгівлі та чисельністю населення регіонів України, валовим регіональним продуктом, трохи слабшою залежністю від міграційного руху населення і практично зовсім незначною залежністю від рівня безробіття.

За середнім значенням дисперсії для правої множини, яка пояснює перший канонічний корінь (рис. 6), спостерігаємо витягування зі змінних, що характеризують демографічні і соціально-економічні показники, у середньому близько 41% дисперсії. Задавши значення змінних у множині показників зовнішньої торгівлі регіонів України, пояснюється близько 30% дисперсії в змінних, що пов'язані з правою множиною.

Root Variable	Variance Extracted (Proportions), right set (Spreadsheet1)	
	Variance extractd	Reddncy.
Root 1	0,410438	0,299570
Root 2	0,334275	0,202837

Рис. 6. Частки витягнутої дисперсії для правої множини

Базуючись на канонічних вагах відповідно лівої (рис. 7) та правої (рис. 8) множин, розрахуємо значення канонічних змінних.

Variable	Canonical Weights, left set (Spreadsheet1)	
	Root 1	Root 2
Y1, Export	-0,466397	-1,21284
Y2, Import	-0,635544	1,13339

Рис. 7. Канонічні ваги лівої множини

Variable	Canonical Weights, right set (Spreadsheet1)	
	Root 1	Root 2
X1, Population	-0,736847	-0,448162
X2, Migration	-0,359206	0,842786
X3, Unemployment	0,216843	-0,257554
X4, GRP	-0,269613	-0,266186

Рис. 8. Канонічні ваги правої множини

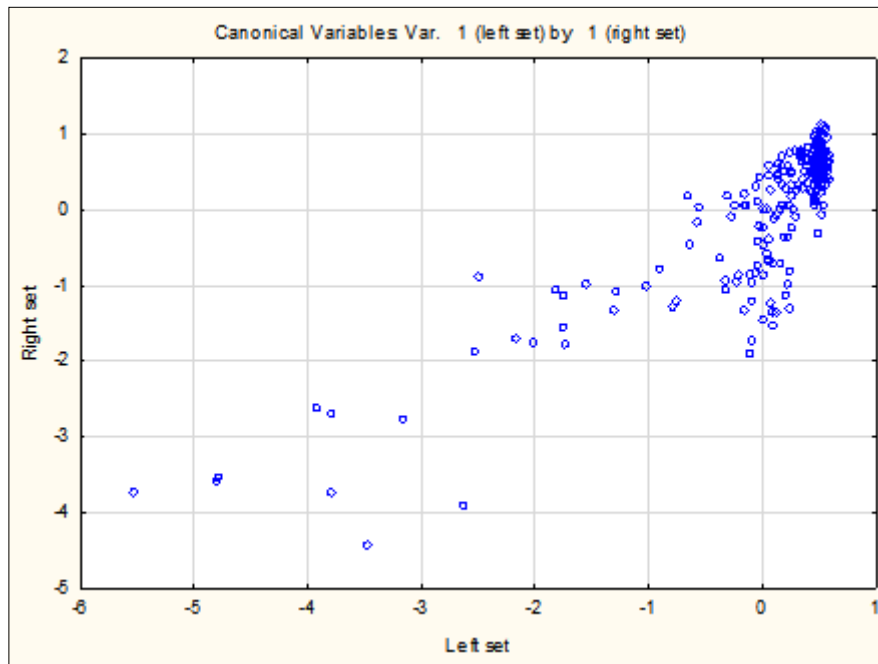


Рис. 9. Діаграма розсіювання канонічних змінних для першого канонічного кореня

На основі рис. 7 та рис. 8 складемо рівняння канонічних моделей для змінних U та V для першого канонічного кореня ($R = 0,85433$):

$$U = -0,466Y_1 - 0,636Y_2;$$

$$V = -0,737X_1 - 0,359X_2 + 0,217X_3 - 0,27X_4.$$

Ураховуючи значення коефіцієнта кореляції для першого канонічного кореня, можна стверджувати, що існує досить тісний зв'язок між лінійними комбінаціями вихідних змінних, тобто показники зовнішньої торгівлі тісно пов'язані з досліджуваними чинниками.

Залежність між значеннями канонічних змінних із правої та лівої множин зобразимо графічно (рис. 9).

Із рис. 9 видно, що різко виражених відхилень від регресійної лінії немає. Отже, можна зробити висновок, що основні припущення канонічного аналізу підтверджуються. Однак на графіку чітко спостерігаємо розбиття спостережних даних на групи. Причиною виникнення даних груп є неоднорідність досліджуваної вибірки даних, тобто дуже велика різниця між числовими значеннями показників для різних регіонів України.

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Отже, на основі результатів проведеного канонічного кореляційного аналізу зовнішньої торгівлі регіонів України можна стверджувати про наявність достатньо тісного зв'язку між показниками експортно-імпортних операцій регіонів та їх демо-

графічними і деякими соціально-економічними характеристиками. Крім того, за результатами аналізу ми можемо виокремити основні й другорядні чинники впливу на показники експорту та імпорту регіонів України, а саме: ми можемо розглядати таку сукупність чинників впливу на зовнішню торгівлю, як чисельність населення, міграційний рух та валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, і при цьому відкинути рівень безробіття, як другорядний чинник.

Для подальших наукових досліджень із метою виявлення основних напрямів розвитку зовнішньої торгівлі регіонів України доцільним було б провести канонічний кореляційний аналіз, розглядаючи множину інших імовірних чинників впливу на основні показники експортно-імпортних операцій.

Окрім того, завдяки графічній інтерпретації одержаних результатів чітко видно, що регіони України можна об'єднати щонайменше у три групи, враховуючи різницю між числовими значеннями статистичних даних. Таким чином, для більш точного висновку з приводу впливу тих чи інших чинників на зовнішню торгівлю регіонів України є потреба їх поділу на групи з одноріднішими вибірками, а вже потім застосування методу канонічних кореляцій для аналізу кожної із цих груп. Точніший результат щодо залежності основних показників зовнішньої торгівлі від досліджуваних чинників дасть змогу виокремити домінуючі й другорядні чинники впливу.

Бібліографічний список:

1. Кобилін П.О. Фактори формування і розвитку сфери торгівлі в Україні. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Географічні науки». 2018. Вип. 8. С. 71–77.
 2. Дзюбановська Н.В. Підхід до оцінювання міжнародної торгівлі з використанням канонічного кореляційного аналізу. Проблеми системного підходу в економіці. 2017. Вип. 1. С. 194–198.
 3. Волчек Р.М. Канонічні кореляції як аналітичний інструмент управління фінансовим станом харчових підприємств. Економіка АПК. 2012. № 11. С. 72–81.
 4. Турський І. Моделювання оцінки готовності регіонів України до розвитку економіки знань. Моделювання регіональної економіки. 2016. № 1(27). С. 30–40.
 5. Корепанов Г.С. Статистична оцінка потенціалу інвестиційної привабливості муніципальних одиниць Харківської області. Бізнес Інформ. 2015. № 4. С. 137–143.
 6. Олексів І.Б., Харчук В.Ю. Основні та допоміжні показники в системі оцінювання діяльності підприємства. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. 2014. № 794. С. 289–294.
 7. Метод канонічних кореляцій у багатовимірних економічних дослідженнях / Т.А. Терещенко, Т.П. Романюк, В.М. Богомазова. Науковий вісник Чернігівського державного інституту економіки і управління. Економіка. 2012. Вип. 1. С. 51–58.
 8. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
- References:**
1. Kobylin, P. O. Factors of the formation and development of the trade sphere in Ukraine [Text] / P. O. Kobylin // Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriiia : Heohrafichni nauky. – Kherson, 2018. – № 8. – P. 71-77. [in Ukrainian]
 2. Dziubanovska N. V. A strategy to the international trade estimation with the use of canonical correlation analysis [Text] / N. V. Dziubanovska // Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi. – 2017. – № 1. – P. 194-198. [in Ukrainian]
 3. Volchek R. M. Canonical correlations as an analytical tool for the financial condition managing of food businesses [Text] / R. M. Volchek // Ekonomika APK. – 2012. – № 11. – P. 72-81. [in Ukrainian]
 4. Turskyi I. Assessment modeling of the Ukrainian regions readiness to development of knowledge economy [Text] // Modeliuvannia rehionalnoi ekonomiky. – № 1(27). – 2016. – P. 30-40. [in Ukrainian]
 5. Korepanov H. S. Statistical Evaluation of the Investment Attractiveness Potential of the Municipal Units of Kharkov Region [Text] / H. S. Korepanov // Biznes Inform. – 2015. – № 4. – P. 137-143. [in Ukrainian]
 6. Oleksiv I. B. Primary and secondary indicators in company performance measurement system [Text] / I. B. Oleksiv, V. Ju. Charshuk // Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». – 2014. – № 794 : Menedzhment ta pidpriemnytstvo v Ukraini: etapy stanovlennia i problemy rozvytku. – P. 289-294. [in Ukrainian]
 7. Tereshchenko T. A. The method of canonical correlations in multivariate economic research [Text] / T. A. Tereshchenko, T. P. Romaniuk, V. M. Bohomazova // Naukovyi visnyk Chernihivskoho derzhavnoho instytutu ekonomiky i upravlinnia. Seriiia 1 : Ekonomika. – 2012. – № 1. – P. 51-58. [in Ukrainian]
 8. State Statistics Service of Ukraine: Official site. – Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua>. [in Ukrainian]

Dziubanovska N.V.

Candidate of Economic Sciences,
Senior Lecturer at Department of Applied Mathematics,
Ternopil National Economic University

THE APPLICATION OF THE CANONICAL CORRELATION METHOD FOR THE EVALUATION OF FOREIGN TRADE OF UKRAINIAN REGIONS

In this article, the impact of demographic and socio-economic indicators of Ukrainian regions on the indicators of their foreign trade was estimated. The method of canonical correlations for the analysis of foreign trade of Ukrainian regions has been applied. The population, the migration, the unemployment rate, and the gross regional product are chosen as the key factors of influence on the amount of export-import operations of the regions of Ukraine. To conduct the canonical correlation analysis, the plurality of dependent variables is chosen Y (Y_1 – export turnover of Ukrainian regions; Y_2 – import turnover of Ukrainian regions) from the plurality of variables X (X_1 – the number of inhabitants of Ukrainian regions; X_2 – migration movement of the population; X_3 – unemployment rate of the population; X_4 – the gross regional product per capita).

As a result of the canonical correlation analysis, we got two canonical roots with the canonical meaning of correlation coefficient that describe 100% of the dispersion of indicators plurality of foreign trade and 74.47% – the plurality of demographic and socio-economic indicators. On an average, there can be explained 70.72% of variables dispersion in the left plurality and 50.24% of variableness in the right plurality by using indicator values of foreign trade and received canonical roots. Considering the importance of correlation coefficient and fulfilment of conditions, the importance of both canonical roots was established (as far as the p -level $\ll 0,001$).

Canonical coefficients for the description of correlation dependence between the foreign trade indicators and factors that are under investigation are counted. The scattering graph of canonical variables is constructed following on from the analysis results.

It is substantiated that using the method of canonical correlation can reduce the number of factors that influence foreign trade by separating the main and secondary factors.