

РОЗДІЛ 10

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.67:339.5

Дзюбановська Н. В.

Тернопільський національний економічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОФАКТОРНОГО РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДО ОЦІНЮВАННЯ ТОРГІВЛІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

У статті застосовано багатофакторний регресійний аналіз для оцінювання торгівлі регіонів України. Для проведення аналізу вибрано низку демографічних та соціально-економічних факторів впливу на основні показники торгівлі. В результаті аналізу отримано дві регресійні моделі, що описують залежності експорту та імпорту регіонів України від вибраних факторів.

Ключові слова: багатофакторний аналіз, експорт, імпорт, моделювання, регресія, торгівля.

Постановка проблеми. Для управління кожної країни надзвичайно важливим питанням є забезпечення економічного зростання та добробуту для своєї нації. З огляду на те, що певний вплив на розвиток економіки країни чинить торгівля, постає актуальним питання оцінювання основних показників торгівлі. З урахуванням того, що ці показники залежать від багатьох різноманітних факторів, є потреба виявлення множини детермінантів, що безпосередньо впливають на торговельні операції. Для вирішення цього завдання доцільно скористатись інструментарієм економіко-математичного моделювання. Одним з методів, що дає змогу виявити чинники та оцінити ступінь їх впливу, є багатофакторний регресійний аналіз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чимало науковців присвятили свої роботи дослідженню соціально-економічних процесів з використанням багатофакторного регресійного аналізу. Серед них варто назвати таких, як М.В. Бесчастна [1], О.Ф. Євсєєнко [2], Л.О. Левченко, Д.С. Белова [3], Н.М. Надь [4], А.О. Сімахова [5], Ю.А. Харченко [6], В.С. Чубань [7].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. З огляду на численність вже проведених досліджень з використанням багатофакторного регресійного аналізу, а також на те, що сьогодні остаточно не визначено конкретну множину детермінантів, все ж таки проблема виявлення чинників на розвиток торгівлі залишається актуальною. Беручи до уваги сучасну політичну ситуацію в Україні та динаміку показників торговельних операцій в цих умовах, можемо сказати, що саме пошук визначальних факторів впливу дасть змогу правильно оцінити наявну ситуацію у сфері торгівлі України, а також вибрати інструменти для її подальшого моделювання.

Мета статті полягає у виявленні множини факторів впливу на основні показники торгівлі регіонів України за допомогою багатофакторного регресійного аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під багатофакторним регресійним аналізом розуміють оцінювання впливу двох та більше чинників на досліджувану ознаку. Оскільки основними показниками торгівлі є обсяги експортно-імпорتنних операцій, саме вони були вибрані нами як досліджувана величина під час моделювання та оцінювання торгівлі регіонів України.

З огляду на теперішню ситуацію на ринку праці та збільшення чисельності мігруючого населення розглянемо низку демографічних та соціально-економічних чинників для проведення аналізу:

- X1 – чисельність населення, тис. осіб;
- X2 – міграційний рух, тис. осіб;
- X3 – рівень безробіття населення, тис. осіб;
- X4 – рівень зайнятості населення, % до всього населення;
- X5 – наявний дохід населення, млн. грн;
- X6 – середньомісячна заробітна плата в розрахунку на одного штатного працівника, грн;
- X7 – індекс споживчих цін, %;
- X8 – обіг роздрібною торгівлю, млн. грн.;
- X9 – індекс фізичного обсягу валового регіонального продукту, %;
- X10 – капітальні інвестиції, млн. грн.

Для аналізу використано статистичні дані регіонів України Державної служби статистики України [8] протягом 2010–2017 рр. (без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях).

Багатофакторний регресійний аналіз здійснено за допомогою засобів програмного продукту STATISTICA 10 для двох залежних величин, таких як Y1 – обсяг експорту, тис. дол. США, Y2 – обсяг імпорту, тис. дол. США.

Спочатку розглянемо результати моделювання експорту регіонів України. На першому етапі аналізу побудуємо рівняння регресії, включивши всі наявні фактори (рис. 1, 2).

Відповідно до результатів аналізу рівняння множинної регресії щодо експорту регіонів України можна представити так:

Summary Statistics; DV: Y1 (Spreadsheet1)	
Statistic	Value
Multiple R	0,884588525
Multiple R1	0,782496859
Adjusted R1	0,770988757
F(10, 189)	67,995297
p	0
Std. Err. of Estimate	1493126,83

Рис. 1. Основні показники моделі множинної регресії для експорту регіонів України

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

Regression Summary for Dependent Variable: Y1 (Spreadsheet1)						
R= ,88458853 RI= ,78249686 Adjusted RI= ,77098876						
F(10, 189)=67,995 p<0,0000 Std.Error of estimate: 1493E3						
N=200	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(189)	p-value
Intercept			-12667693	4729952	-2,67819	0,008054
X1	0,497095	0,071050	1826	261	6,99645	0,000000
X2	-0,134627	0,046593	-82	29	-2,88941	0,004311
X3	0,071204	0,049614	35411	24674	1,43515	0,152896
X4	0,116861	0,052920	130118	58923	2,20826	0,028429
X5	0,056008	0,221297	4	16	0,25309	0,800475
X6	-0,100745	0,074475	-207	153	-1,35273	0,177757
X7	0,024414	0,046908	5496	10560	0,52047	0,603342
X8	-0,144804	0,120926	-16	13	-1,19746	0,232627
X9	0,068397	0,041694	27705	16889	1,64047	0,102570
X10	0,617202	0,125180	112	23	4,93054	0,000002

Рис. 2. Таблиця параметрів рівняння множинної регресії та їх оцінок

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

$$Y1 = -12667693 + 1826X_1 - 82X_2 + 35411X_3 + 130118X_4 + 4X_5 - 207X_6 + 5496X_7 - 16X_8 + 27705X_9 + 112X_{10}$$

Як бачимо, для цієї моделі коефіцієнт детермінації $R^2=0,7825$.

З таблиці параметрів рівняння багатофакторної регресії (рис. 2) також видно, що частина коефіцієнтів статистично незначима ($t_{\text{розрах.}} < t_{\text{табл.}}$).

Отже, наступним етапом проведення регресійного аналізу є відбір факторів, які впливають на досліджувану ознаку. Для цього застосуємо покроковий аналіз (stepwise), який полягає в послідовному виключенні факторів з моделі чи їх включенні в модель на основі певних критеріїв. В результаті цього одержимо кінцевий вигляд регресійної моделі (рис. 3, 4) з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,7694$.

Summary Statistics; DV: Y1 (Spreadsheet1)	
Statistic	Value
Multiple R	0,877154366
Multiple RI	0,769399781
Adjusted RI	0,76466952
F(4, 195)	162,65483
p	0
Std.Err. of Estimate	1513586,99

Рис. 3. Основні показники моделі множинної регресії для експорту регіонів України з чотирма факторами

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

Таким чином, в результаті покрокового багатофакторного регресійного аналізу ми отримали економетричну модель для оцінювання впливу певних факторів на показник експорту, попередньо відкинувши чинники, що незначною мірою впли-

вають на досліджувану ознаку. Отже, ми встановили, що обсяги експорту регіонів України (Y1) залежать від таких факторів, як чисельність населення, тис. осіб (X1); міграційний рух населення, тис. осіб (X2); рівень зайнятості населення, % до всього населення (X4); капітальні інвестиції, млн. грн. (X10). Ця залежність описується таким рівнянням багатофакторної регресії:

$$Y1 = -13367472 + 1836X_1 - 81X_2 + 199463X_4 + 83X_{10}$$

Адекватність моделі підтверджується аналізом залишків. Чим більше розподіл подібний до нормального, тим краще значення залишків лягають на пряму лінію, про що свідчить нормальний імовірнісний графік залишків для нашої моделі (рис. 5).

Аналогічно розглянемо залежність обсягів імпорту регіонів України від тих самих факторів. Спочатку побудуємо рівняння регресії, включивши всі вибрані нами фактори (рис. 6, 7).

За результатами аналізу рівняння багатофакторної регресії щодо обсягів імпорту регіонів України матиме такий вигляд:

$$Y2 = -12543481 + 1876X_1 - 8X_2 - 113364X_3 + 237494X_4 - 82X_5 - 80X_6 + 8518X_7 + 9X_8 - 9208X_9 + 340X_{10}$$

Коефіцієнт детермінації для цієї моделі $R^2=0,8933$. Знову ж таки звертаємо увагу на те, що частина коефіцієнтів є статистично незначимою ($t_{\text{розрах.}} < t_{\text{табл.}}$). Можливо, існує мультиколінеарність змінних, що входять до складу моделі. Отже, для вибору лише значимих факторів, що впливають на досліджувану величину, застосуємо покроковий аналіз (stepwise).

В результаті отримуємо регресійну модель з п'ятьма факторами (рис. 8, 9) (коефіцієнт детермінації $R^2=0,8910$).

Regression Summary for Dependent Variable: Y1 (Spreadsheet1)						
R= ,87715437 RI= ,76939978 Adjusted RI= ,76466952						
F(4, 195)=162,65 p<0,0000 Std.Error of estimate: 1514E3						
N=200	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(195)	p-value
Intercept			-13367472	2438549	-5,48173	0,000000
X1	0,499732	0,042091	1836	155	11,87272	0,000000
X2	-0,131495	0,043097	-81	26	-3,05115	0,002597
X4	0,179141	0,038669	199463	43055	4,63272	0,000007
X10	0,459366	0,049887	83	9	9,20808	0,000000

Рис. 4. Параметри рівняння множинної регресії з чотирма факторами

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

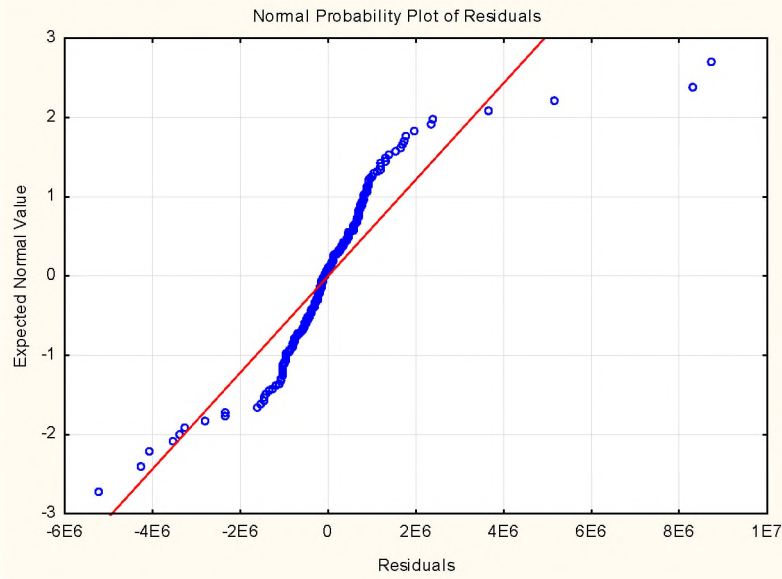


Рис. 5. Нормальний імовірнісний графік залишків моделі для експорту

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

Summary Statistics; DV: Y2 (Spreadsheet1)	
Statistic	Value
Multiple R	0,945161204
Multiple RI	0,893329701
Adjusted RI	0,887685769
F(10, 189)	158,281466
p	0
Std.Err. of Estimate	1464744,07

Рис. 6. Основні показники моделі множинної регресії для імпорту регіонів України

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

Regression Summary for Dependent Variable: Y2 (Spreadsheet1)						
R= ,94516120 RI= ,89332970 Adjusted RI= ,88768577						
F(10, 189)=158,28 p<0,0000 Std.Error of estimate: 1465E3						
N=200	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(189)	p-value
Intercept			-12543481	4640041	-2,70331	0,007491
X1	0,364521	0,049757	1876	256	7,32607	0,000000
X2	-0,009657	0,032630	-8	28	-0,29597	0,767581
X3	-0,162726	0,034745	-113364	24205	-4,68343	0,000005
X4	0,152268	0,037060	237494	57803	4,10868	0,000059
X5	-0,809944	0,154976	-82	16	-5,22626	0,000000
X6	-0,027757	0,052156	-80	150	-0,53219	0,595216
X7	0,027013	0,032850	8518	10359	0,82232	0,411932
X8	0,060613	0,084686	9	13	0,71575	0,475030
X9	-0,016228	0,029198	-9208	16568	-0,55579	0,579013
X10	1,342670	0,087664	340	22	15,31606	0,000000

Рис. 7. Параметри рівняння множинної регресії та їх оцінювання

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

Отже, за допомогою покрокового багатофакторного регресійного аналізу ми отримали модель оцінювання впливу певної множини факторів на показник імпорту. Таким чином, виявлено, що на обсяги імпорту регіонів України (Y2) впливають такі фактори, як чисельність населення, тис. осіб (X1); рівень безробіття населення, тис. осіб (X3); рівень зайнятості населення, % до всього населення (X4); наявний дохід населення, млн. грн. (X5); капітальні інвестиції, млн. грн. (X10). Рівняння багато-

факторної регресії щодо обсягів імпорту регіонів України має такий вигляд:

$$Y2 = -12575617 + 1953X_1 - 106294X_3 + 232819X_4 - 80X_5 + 342X_{10}$$

Адекватність моделі підтверджується нормальним розподілом залишків, що демонструє нормальний імовірнісний графік залишків (рис. 10).

Отже, здійснивши багатофакторний регресійний аналіз для оцінювання впливу факторів на основні показники торгівлі, ми одержали дві

Summary Statistics; DV: Y2 (Spreadsheet1)	
Statistic	Value
Multiple R	0,943944972
Multiple RI	0,891032111
Adjusted RI	0,88822366
F(5, 194)	317,268199
p	0
Std.Err. of Estimate	1461232,42

Рис. 8. Основні показники моделі множинної регресії для імпорту регіонів України з п'ятьма факторами

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

Regression Summary for Dependent Variable: Y2 (Spreadsheet1)						
R= ,94394497 RI= ,89103211 Adjusted RI= ,88822366						
F(5, 194)=317,27 p<0,0000 Std.Error of estimate: 1461E3						
N=200	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(194)	p-value
Intercept			-12575617	2483175	-5,06433	0,000001
X1	0,379501	0,041845	1953	215	9,06917	0,000000
X3	-0,152578	0,032732	-106294	22803	-4,66142	0,000006
X4	0,149271	0,028918	232819	45103	5,16189	0,000001
X5	-0,790982	0,086470	-80	9	-9,14744	0,000000
X10	1,350364	0,078144	342	20	17,28052	0,000000

Рис. 9. Параметри рівняння множинної регресії з п'ятьма факторами

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

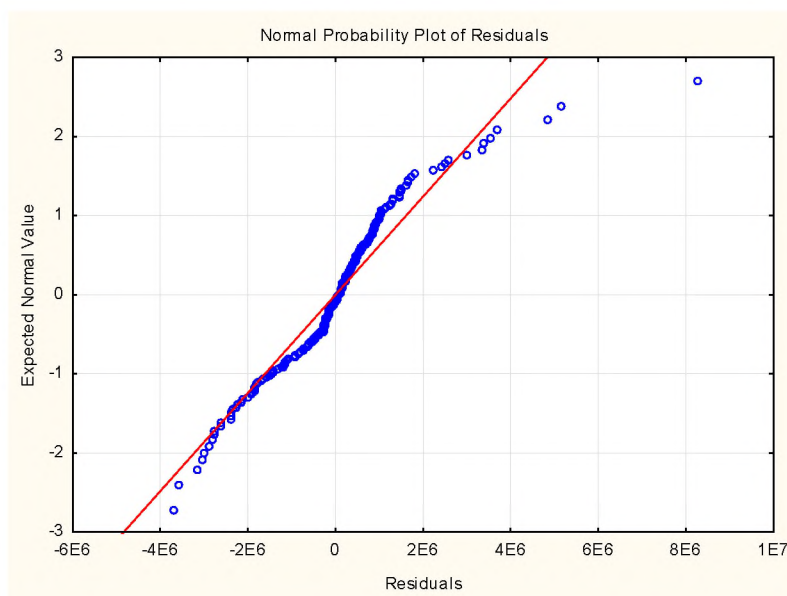


Рис. 10. Нормальний імовірнісний графік залишків моделі для імпорту

Джерело: сформовано автором за даними Державної служби статистики України [8] засобами STATISTICA 10

регресійні моделі з різними наборами детермінант. Проте три чинники (чисельність населення, рівень зайнятості, капітальні інвестиції) увійшли в обидві сукупності факторів, що впливають на обсяги й експортних, й імпортованих операцій.

Висновки. Під час проведення цього дослідження нашим завданням було виділення факторів впливу на основні показники торгівлі регіонів України із застосуванням багатфакторного регресійного аналізу. Для дослідження вибрано низку демографічних та соціально-економічних характеристик регіонів (чисельність населення, міграційний рух населення, рівень безробіття населення, рівень зайнятості населення, наявний дохід населення, середньомісячна

заробітна плата, індекс споживчих цін, обіг роздрібно-торгівлі, індекс фізичного обсягу валового регіонального продукту, капітальні інвестиції), використано статистичні дані обсягів експорту та імпорту регіонів протягом 2010–2017 рр. як залежні величини. Таким чином, з урахуванням обсягу вибірки під час проведення аналізу дотримана одна з важливіших умов моделювання, за якою кількість одиниць сукупності в 20 разів перевищила число факторів (мінімум у 8 разів). Завдяки засобам програмного продукту STATISTICA 10 деякі чинники відкидалися під час моделювання за допомогою покрокового аналізу (stepwise), що забезпечувало відсутність мультиколінеарності факторів.

Отже, за результатами багатofакторного регресійного аналізу побудовано дві моделі, що описують залежності обсягів експорту та імпорту від певних факторів.

Щодо обсягів експорту регіонів України, то під час дослідження ми встановили, що цей показник безпосередньо залежить від впливу таких регіональних характеристик, як чисельність населення, міграційний рух населення, рівень зайнятості населення та капітальні інвестиції. Отже, результати моделювання підтверджують той факт, що чисельність, кількість працездатного населення (особливо міграція населення) мають прямиий вплив на експорт країни.

Щодо обсягів імпорту регіонів України, то ми одержали дещо іншу множину визначальних факторів впливу на цей показник, таких як чисельність населення, рівень безробіття населення, рівень зайнятості населення, наявний дохід населення та капітальні інвестиції. Очевидно, що, окрім чисельності населення, ситуація на ринку праці й дохід населення впливають на показник імпорту.

Також результати аналізу підтверджують вплив капітальних вкладень на показники торгівлі.

Отже, за допомогою багатofакторного регресійного аналізу управлінці можуть отримати множину детермінантів, що впливають на торгівлю, адже правильно прийняті рішення у сфері тор-

гівлі приводять до зростання економіки та національного добробуту країни.

З огляду на політичну ситуацію нашої держави, низький рівень доходів населення, відтік працездатного населення за межі України спостерігаємо наявність від'ємного сальдо, отже, наша країна є активнішим імпортером, ніж експортером. Отже, доходимо висновку, що показники торгівлі регіонів держави прямо пропорційно залежать від ситуації на ринку праці, тобто для досягнення кращих результатів у торговельній сфері потрібно призупинити відтік кадрів за межі країни, покращити умови для працездатного населення, запропонувати привабливішу заробітну плату тощо.

Проте існують інші фактори, які теж впливають на показники торгівлі. Для подальших досліджень варто було б розглянути більшу множину чинників різного характеру задля виокремлення набору найвпливовіших детермінант та розроблення готового інструментарію для прийняття ефективних рішень у сфері торгівлі.

Отже, підсумовуючи отримані результати цього дослідження, можемо стверджувати, що багатofакторний регресійний аналіз доцільно використовувати як один з інструментів оцінювання торгівлі країни задля виявлення факторів впливу на основні показники цього процесу.

Список використаних джерел:

1. Бесчастна М.В. Кореляційно-регресійний аналіз впливу соціальних факторів на продуктивність праці в сільському господарстві. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес.* 2015. Вип. 211 (1). С. 48–52.
2. Євсєєнко О.Ф. Статистична оцінка впливу економічних факторів на соціально-демографічні показники розвитку країни. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка.* 2014. Вип. 4. С. 39–43.
3. Левченко Л.О., Белова Д.С. Огляд методів прогнозування фінансового стану підприємства на основі економетричних моделей. *Управління розвитком складних систем.* 2013. Вип. 14. С. 164–169.
4. Надь Н.М. Застосування багатofакторного регресійного аналізу у моделюванні економічних процесів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка.* 2010. Вип. 30. С. 63–66.
5. Сімахова А.О. Оцінка впливу інноваційно-інвестиційних чинників на динаміку соціально-економічного розвитку України. *Молодий вчений.* 2016. № 2 (29). С. 83–86.
6. Харченко Ю.А. Кореляційно-регресійний аналіз обсягів збуту продукції промислового підприємства. *Економічний простір.* 2014. № 86. С. 214–223.
7. Чубань В.С. Кореляційно-регресійний аналіз цін продукції сільського господарства на товарних біржах. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки.* 2011. Вип. 19. С. 355–360.
8. Державна служба статистики України: офіційний сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>

Дзюбановская Н. В.

Тернопольский национальный экономический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА К ОЦЕНИВАНИЮ ТОРГОВЛИ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ

Резюме

В статье применен многофакторный регрессионный анализ для оценивания торговли регионов Украины. Для проведения анализа выбран ряд демографических и социально-экономических факторов влияния на основные показатели торговли. В результате анализа получены две регрессионные модели, описывающие зависимости экспорта и импорта регионов Украины от выбранных факторов.

Ключевые слова: многофакторный анализ, экспорт, импорт, моделирование, регрессия, торговля.

Dziubanovs'ka N. V.

Ternopol National Economic University

THE APPLICATION OF MULTIVARIATE REGRESSION ANALYSIS FOR EVALUATION OF TRADE OF UKRAINIAN REGIONS

Summary

In the article the multivariate regression analysis for evaluate the trade of Ukrainian regions has been applied. Some demographic and socio-economic factors which have an influence on the main indicators of trade were selected for the analysis. As a result of the analysis, two regression models were constructed that describe the dependence of export and import of Ukrainian regions on selected factors.

Key words: multifactorial analysis, export, import, modeling, regression, trade.