



КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ В ЕКОНОМІЦІ

Р.О. Кулинич*

АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ І ЗОВНІШНЬОЇ ТОРГІВЛІ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧНИХ РІВНЯНЬ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

Обґрунтовано можливість і доцільність використання методу статистичних рівнянь залежностей в аналізі взаємозв'язку розвитку економіки і зовнішньої торгівлі.

Розвиток національної економіки вимагає умілої і реалістичної політики у сфері зовнішньої торгівлі, і, навпаки, ефективна зовнішньоторговельна діяльність вимагає кращого розуміння різних взаємозв'язків між макроекономічними чинниками та результатами економічної діяльності країни. Менеджерам, економістам та особам, відповідальним за обґрунтування управлінських рішень, потрібно враховувати систему цих взаємозв'язків та впливати на них через відповідні важелі управління.

Оскільки обсяг зовнішньоторговельного обороту товарів й послуг складається з суми обсягів експорту та імпорту, то використаємо їх рівні для встановлення впливу на синтетичний показник економічного розвитку України — валовий внутрішній продукт (див. табл. 1).

Для порівняльного аналізу показників взаємозв'язку і взаємовпливу обсягу валового внутрішнього продукту та зовнішньої торгівлі (експорту/ імпорту) України застосуємо методи регресійного аналізу та статистичних рівнянь залежностей.

Комп'ютерне опрацювання розрахунків одночинникових рівнянь залежностей здійснено за допомогою авторської комп'ютерної програми “Метод статистичних рівнянь залежностей”, а рівнянь регресії — ППП “Статистика”. Обчислення параметрів одночинникових рівнянь регресії та залежностей прямого лінійного зв'язку дозволило прийти до таких результатів:

1. Встановлено, що між експортом (імпортом) та обсягом валового внутрішнього продукту України існує дуже тісний зв'язок (значення лінійного коефіцієнта кореляції складають 0,982 та 0,991 відповідно). Фактичні значення F - критерію Фішера становлять для експорту 106,24 та 213,63 — для імпорту, значно перевищують їх критичний рівень (7,71), тобто вибрані рівняння лінійної регресії адекватно описують взаємозв'язок економічних явищ.

2. Порівнювати безпосередньо параметри рівнянь регресії та залежностей неможливо. Для їх порівняння, після визначення параметрів рівнянь залежностей, потрібно виконати нормативні розрахунки за відповідними формулами. Значення коефіцієнтів стійкості зв'язку для параметрів рівнянь залежностей складають для чинника X_1 “Експорт” 0,83 та для чинника X_2



“Імпорт” 0,84 свідчать про високий рівень стійкого впливу¹ вибраних чинників на обсяг валового внутрішнього продукту, що дозволяє отримати достовірні нормативні розрахунки. Нормативні розрахунки здійснюються за спеціальними формулами при вирішенні задачі: “На скільки зміниться рівень результативної ознаки при зміні значень чинника на одиницю?” (див. табл. 2).

Таблиця 1.

Вихідні дані для аналізу взаємозв'язку між обсягами валового внутрішнього продукту та зовнішньоторговельного обороту України за 1996-2001 рр., млн. грн.²

Рік	Обсяг зовнішньоторговельного обороту	У тому числі:		ВВП
		експорт	імпорт	
	символ	X ₁	X ₂	Y
1996	76511	37215	39296	81519
1997	78652	37898	40754	93365
1998	88281	42974	45307	102593
1999	134553	70884	63669	130442
2000	203843	106200	97643	170070
2001	223169	113245	109924	204190

Таблиця 2.

Порівняння значень параметрів рівнянь одночинникової регресії та нормативних розрахунків методом статистичних рівнянь залежностей

Чинник	Розрахунок зміни валового внутрішнього продукту при зміні чинників на 1 млрд. грн.	
	метод статистичних рівнянь залежностей	рівняння регресії (параметри)
1. Експорт	+1583,06 (млн. грн.)	+1362,8 (млн. грн.)
2. Імпорт	+1822,35 (млн. грн.)	+1550,93 (млн. грн.)

Отже, результати розв'язку традиційної постановки задачі методом регресійного аналізу: “На скільки зміниться рівень валового внутрішнього продукту при зміні експорту й імпорту на 1 млрд. грн.?” можна інтерпретувати так, що зростання кожної з складових частин зовнішньоторговельного обороту на 1 млрд. грн. сприяє збільшенню валового внутрішнього продукту на 1583,06 млн. грн. (за рахунок зростання експорту) та 1822,35 млн. грн. – імпорту. При вирішенні цього завдання методом регресійного аналізу отримано такі результати: зростання обсягу експорту на 1 млрд. грн. зумовлює збільшення рівня валового внутрішнього продукту на 1362,8 млн. грн., а таке ж збільшення обсягу імпорту призводить до зростання обсягу ВВП на 1550,93 млн. грн.

Розрахунки, виконані за одночинниковими рівняннями регресії та залежностей, складно інтерпретувати тому, що результативна ознака змінюється під дією багатьох чинників, і одночинникове рівняння характеризує вплив як одного чинника, так і всіх пов'язаних з ним

¹ Кулинич О.І. Економетрія: Навч. посібник. – Хмельницький: Поділля, 2003. – 215 с.

² Національні рахунки України за 2002 рік / Державний комітет статистики України. – К.: ІВЦ Держкомстату України, 2004. – С. 15, 55; Статистичний щорічник України за 2001 рік / Державний комітет статистики України: Під ред. О. Г. Осауленка – К.: Техніка, 2002. – С. 38; Статистичний щорічник України за 2002 рік / Державний комітет статистики України: Під ред. О.Г. Осауленка. – К.: Консультант, 2003. – С. 31, 39.



чинників, що формують розвиток результативної ознаки. Тому вважаємо, що змістовно інтерпретувати параметри одночинникових рівнянь регресії та статистичних рівнянь залежностей можна тоді, коли у формуванні розвитку результативного показника чинник відіграє головну роль. Визначення ролі окремих чинників на розвиток економічного явища здійснимо за допомогою використання багаточинникових моделей рівнянь залежностей.

Для визначення частки впливу окремих чинників на обсяг валового внутрішнього продукту розрахуємо параметри множинного рівняння лінійної залежності за формулою³:

$$Y_{x_{1,2}} = Y_{min} \left[1 + B \left(d_{\frac{x_{1,2}}{x_{min}}} + d_{\frac{x_{2,1}}{x_{min}}} \right) \right],$$

де $Y_{x_{1,2}}$ - рівняння множинної лінійної залежності;

$x_{1,2}$ - число чинників з першого по другий;

x - значення чинника;

X_{min} - мінімальне значення чинника;

Y_{min} - мінімальне значення результативної ознаки (початковий параметр);

B - сукупний параметр множинної залежності;

d - символ відхилень.

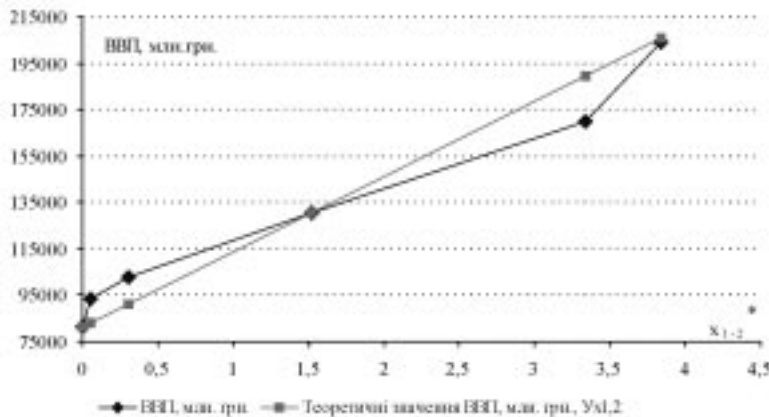
Встановлено, що параметри множинного рівняння прямого лінійного зв'язку складуть:

1. $Y_{min} = 81519$ (млн. грн.);

2. Параметр B визначимо за формулою⁴:

$$B = \frac{\sum d_{x_{1,2}}}{\sum d_{x_{1,2}}} = \frac{3,595051}{9,066952} = 0,396500564.$$

Це означає, що зміна сукупного розміру відхилень коефіцієнтів порівняння чинників X_1 та X_2 на одиницю зумовлює зміну розміру відхилень коефіцієнтів порівняння результативної ознаки у 0,4 рази. Більш чітко уявлення про характер цієї зміни дає графік множинної залежності (див. рис. 1).



* $x_{1,2}$ - це значення суми відхилень коефіцієнтів порівняння чинникових ознак " $d_{x_1} + d_{x_2}$ "

Рис. 1. Залежність валового внутрішнього продукту України від експорту та імпорту товарів й послуг за 1996–2001 роки

³ Кулинич О.І. Теорія статистики: Підручник. 2-е доп. і доопр. видання. – Кіровоград: Державне Центрально-Українське видавництво, 1996. – С. 103.

⁴ Кулинич О.І. Економетрія: Навч. посібник. – Хмельницький: Поділля, 2003. – С. 84.



На основі проведених розрахунків доведено, що формування обсягу валового внутрішнього продукту відбувається, у нашому прикладі, під дією чинників “Експорт” та “Імпорт” на 54,86 і 45,14 % відповідно.

Якщо для вирішення цієї задачі замість вивчення впливу окремих частин зовнішньоторговельного обороту (експорту/ імпорту) прийняти за чинник весь його обсяг, то можна констатувати, що:

- при застосуванні одночинникового рівняння регресії збільшення обсягу зовнішньоторговельного обороту на 1 млрд. грн. дозволить збільшити обсяг валового внутрішнього продукту на 727,26 млн. грн. (за рівнянням регресії $\bar{Y}_x = 32788,57733 + 0,72726x$);

- при застосуванні одночинникового рівняння залежності збільшення обсягу зовнішньоторговельного обороту на 1 млрд. грн. дозволить збільшити обсяг валового внутрішнього продукту на 847,15 млн. грн.

Проведені розрахунки, виконані на основі застосування сукупного обсягу зовнішньоторговельного обороту, дають змогу більш змістовно інтерпретувати розрахунки, що характеризують вплив зовнішньоторговельної діяльності на обсяг валового внутрішнього продукту, як методом регресійного аналізу, так і методом статистичних рівнянь залежностей.

Ці розрахунки, проведені методом одночинникових статистичних рівнянь залежностей, можна одержати і за допомогою множинного рівняння залежностей:

$$Y_{x_{1,2}} = 81519 \left[1 + 0,396500564 \left(d_{\frac{x_1}{x_{1,2}}} + d_{\frac{x_2}{x_{1,2}}} \right) \right]$$

Використовуючи параметри цього рівняння та частку впливу кожного чинника на обсяг валового внутрішнього продукту, визначимо розмір сукупного впливу чинників при їх зростанні на 1 млрд. грн. Тут частка впливу чинника X_1 “Експорт” становить 0,548641, а чинника X_2 “Імпорт” складає 0,451359. Тепер до мінімальних значень кожного з чинників додаємо суму зовнішньоторговельного обороту (1 млрд. грн.), розділену за часткою їх впливу, і підставляємо ці обчислення у множинне рівняння залежності:

$$Y_{x_{1,2}} = 81519 \left[1 + 0,396500564 \left(\left(\frac{37763,641}{37215} - 1 \right) + \left(\frac{39747,359}{39296} - 1 \right) \right) \right] = 82366,77.$$

Отже, якщо обидві складові зовнішньоторговельного обороту зростуть на суму, відповідну їх частці впливу на обсяг валового внутрішнього продукту, то обсяг валового внутрішнього продукту зросте на 847,77 млн. грн. (82366,77-81519). Вивчення сумісної зміни кожного з чинників є логічним вирішенням цієї задачі, оскільки залишити на незмінному рівні всі інші чинники неможливо, бо це означало б зупинення їх розвитку.

Метод статистичних рівнянь залежностей також дозволяє вирішити й обернену задачу: “На скільки потрібно змінити рівень чинників (експорту й імпорту) для забезпечення зростання результативного показника (валового внутрішнього продукту) на 1 млрд. грн.?”.

Визначення нормативних рівнів чинників та розміру їх зміни для забезпечення збільшення обсягу валового внутрішнього продукту на 1 млрд. грн. проводимо у такій послідовності. Спочатку обчислимо різницю коефіцієнтів порівняння результативної ознаки (обсягу валового внутрішнього продукту) за формулою⁵:

$$d_{\text{гн}} = \frac{Y_{\text{н}}}{Y_{\text{ст}}} - 1.$$

⁵ Кулинич О.І. Теорія статистики: Підручник. 2-е доп. і доопр. видання. – Кіровоград: Державне Центрально-Українське видавництво, 1996. – С. 147.



Нормативний рівень валового внутрішнього продукту (Y_n) складе 82519 млн. грн. (81519+1000), а різниця коефіцієнта порівняння становить:

$$d_{yn} = \frac{(81519+1000)}{81519} - 1 = 0,0122671.$$

Нормативні рівні чинників при прямій залежності обчислимо за формулою⁶:

$$x_n = \left(\frac{d_{yn}}{b_x} + 1 \right) x_{min}$$

Для проведення нормативних розрахунків використаємо параметри залежності b_{x1} та b_{x2} , які становлять відповідно 0,722696 для чинника X_1 та 0,878459 — для чинника X_2 .

Отже, нормативні рівні чинників складуть:

- для чинника X_1 : $x_{n1} = \left(\frac{d_{yn}}{b_{x1}} + 1 \right) x_{min} = \left(\frac{0,0122671}{0,722696} + 1 \right) \cdot 37215 = 37846,69$ (млн.грн.);

- для чинника X_2 : $x_{n2} = \left(\frac{d_{yn}}{b_{x2}} + 1 \right) x_{min} = \left(\frac{0,0122671}{0,878459} + 1 \right) \cdot 39296 = 39844,74$ (млн.грн.).

З даних табл.3 видно, що збільшення обсягу валового внутрішнього продукту на 1 млрд. грн. має супроводжуватися зростанням експорту на 631,69 млн. грн., а імпорту — на +548,74 млн. грн. Сукупне зростання обсягу зовнішньоторговельного обороту для забезпечення збільшення обсягу валового внутрішнього продукту повинно складати 1180,43 млн. грн.

Таблиця 3.

Порівняння фактичних і нормативних рівнів чинників для забезпечення зростання обсягу валового внутрішнього продукту на 1 млрд. грн.

Символ чинника	Чинник	Рівні чинників		Потрібно збільшити фактичні рівні чинників, млн. грн.
		мінімальні (при прямій залежності)	нормативні	
X_1	Експорт	37215	37846,69	-631,69
X_2	Імпорт	39296	39844,74	+548,74
Разом				-1180,43

І поряд з оцінкою нормативних рівнів чинників, що забезпечують зміну результативної ознаки на 1 млрд. грн., обчислимо також оптимальні рівні чинників для формування обсягу результативної ознаки в динаміці (за 1997 — 2001 роки). Виконання цих розрахунків дозволить вирішити таку задачу: “З якою інтенсивністю чинники формували розвиток результативного показника (обсягу ВВП) за кожний період (рік) ряду динаміки?”. Розрахунки проводимо аналогічно викладеним вище. Спочатку розраховуємо різницю від одиниці коефіцієнта порівняння між валовим внутрішнім продуктом за кожен рік (починаючи з 1997 року) і його початковим рівнем за 1996 рік. Потім обчислюємо розмір відхилень коефіцієнтів чинникових ознак від одиниці на основі яких розраховуємо оптимальні рівні чинників.

⁶ Кулинич О.І. Економетрія: Навч. посібник. — Хмельницький: Поділля, 2003. — С. 85.



Так, для 1997 року послідовність розрахунків така:

1. Різниця від одиниці коефіцієнта порівняння між фактичним обсягом валового внутрішнього продукту у 1997 році і початковим рівнем (1996 роком) складе:

$$d_{y_n} = \frac{Y_n}{Y_{\text{max}}} - 1 = \frac{93365}{81519} - 1 = 0,145316.$$

2. Оптимальні рівні чинників для 1997 року дорівнюватимуть:

- для чинника X_1 : $x_n = \left(\frac{0,145316}{0,722696} + 1 \right) \times 37215 = 44697,99$ (млн.грн.);

- для чинника X_2 : $x_n = \left(\frac{0,145316}{0,878459} + 1 \right) \times 39296 = 45796,39$ (млн.грн.).

Для 1998 – 2001 років розрахунки оптимальних рівнів виконуються аналогічно. Дані табл.4 дозволяють оцінити вплив чинників на формування результативної ознаки - валового внутрішнього продукту України протягом 1997 – 2001 років.

Таблиця 4.

Порівняння фактичних і оптимальних рівнів чинників за 1997–2001 роки

Рік	Експорт			Імпорт		
	оптимальні рівні	фактичні значення	оптимальні рівні у % до фактичних	оптимальні рівні	фактичні значення	оптимальні рівні у % до фактичних
1997	44697,99	37898	117,94	45796,39	40754	112,37
1998	50527,219	42974	117,58	50860,184	45307	112,26
1999	68119,131	70884	96,10	66142,092	63669	103,88
2000	93151,712	106200	87,71	87887,63	97643	90,01
2001	114704,95	113245	101,29	106610,7	109924	96,99

Приведені у табл. 4 дані дозволяють оцінити ступінь інтенсивного (оптимальні рівні чинника перевищують їх фактичні значення) або неінтенсивного (оптимальні рівні чинника менші, ніж їх фактичні рівні) використання чинників (див. рис. 2.).

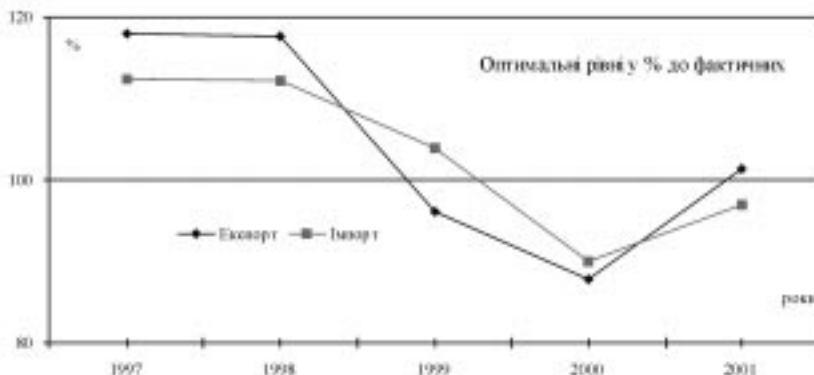


Рис. 2. Динаміка інтенсивності впливу чинників на формування обсягу валового внутрішнього продукту України протягом 1997 – 2001 років.



З графіка (рис. 2) видно, що фактичні рівні обох чинників за 1997 – 1998 роки менші від оптимальних, що свідчить про їх інтенсивний вплив на обсяг валового внутрішнього продукту та перевищення фактичних значень чинників над оптимальними за 2000 рік, тобто про спад інтенсивності впливу цих чинників.

Зважаючи на те, що значення фактичних рівнів чинників зберігають тенденцію до зростання (див. табл. 4), а їх відношення до оптимальних рівнів, починаючи з 2000 року, знижуються (див. рис. 2), то відповідно і сила впливу цих чинників на інтенсивне формування обсягу валового внутрішнього продукту зростатиме.

Оцінка методом статистичних рівнянь залежностей ступеня інтенсивності використання чинників, що формують розвиток економічного явища в динаміці, дозволяє одержати більш розширену інформацію про взаємозв'язок і взаємовплив чинників та результативного показника.

Статистична оцінка взаємозв'язку економічних явищ дозволяє краще зрозуміти господарські явища і процеси, що забезпечує більш достовірне формулювання гіпотез, порад та обґрунтування прогнозів. Метод статистичних рівнянь залежностей може бути використаний для оперативних розрахунків взаємозалежності економічних явищ на державному та регіональному рівнях, а також в будь-якому виді економічної діяльності (промисловості, сільському господарстві, будівництві, транспорті тощо) з урахуванням специфіки чинників та результативних показників функціонування певного виду діяльності. У цьому випадку необхідно уточнити перелік чинників та результативних показників, що характеризують конкретний вид господарської діяльності. Наприклад, на регіональному рівні можна вивчати взаємозалежність зовнішньоторговельного обороту і валової доданої вартості, а в якійсь галузі економіки – взаємозв'язок зовнішньоторговельного обороту і виробленої продукції цієї галузі.

Стаття рекомендована до друку кафедрою математики, статистики та інформаційних технологій Хмельницького університету управління та права (протокол № 3 від 4 листопада 2004 року)

