

УДК 519. 86

Кармелюк Г. І.,*кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри економіко-математичних методів Тернопільського національного економічного університету*

ЕКОНОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙ В ОСНОВНИЙ КАПІТАЛ У ДОКРИЗОВИЙ ПЕРІОД В УКРАЇНІ

Побудовано низку моделей динаміки тенденцій розвитку обсягів ВВП та вкладених інвестицій в основний капітал у докризовий період 1996-2008 рр. в Україні. Побудовані економетричні моделі залежності обсягу ВВП від інвестицій в основний капітал.

Ключові слова: *тренди, моделі тенденцій розвитку, прогнози, ВВП, основний капітал, інвестиції в основний капітал, метод Ейткена.*

Построены модели динамики тенденций развития объемов ВВП и вложенных инвестиций в основной капитал в предкризисный период 1996-2008 гг. в Украине. Построены эконометрические модели зависимостей объемов ВВП от инвестиций в основной капитал.

Ключевые слова: *тренды, модели тенденций развития, прогнозы, ВВП, основной капитал, инвестиции в основной капитал, метод Эйткена*

A range of dynamics of GDP's volume and investment into capital assets before crisis period in 1996-2008 in Ukraine was conducted. Econometrical models of dependence of GDP's volume into capital assets' investment were built.

Keywords: *trends, econometrical models of dependence, prognosis, GDP, capital assets, investment into capital assets, Aitkin's method.*

Постановка проблеми. Інвестиції – це рушійна сила економічного прогресу. Сукупні інвестиції в основний капітал приводять до збільшення ВВП. Але в 2009 р. в порівнянні з 2008 роком відбувся спад інвестицій в основний капітал на 34,9%, ВВП на 3,6 %. Зниження цих показників відбувалось і в наступні роки. У зв'язку з цим виникає необхідність у виявленні закономірностей впливу інвестицій в основний капітал на формування ВВП для створення моделей з метою можливості використання прогнозних показників для розробки заходів державної політики.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Тема статті належить до проблеми, яка в економічних дослідженнях висвітлена недостатньо. І оскільки для проведення дослідження були використані методи кореляційно-регресійного аналізу, слід відзначити, що таких досліджень за даною методикою практично не проводилось [2, с. 107-109].

Мета і завдання дослідження. Метою статті є виявлення закономірностей впливу інвестицій, вкладених в основний капітал на створення ВВП в умовах стабільного розвитку економіки за допомогою кореляційно – регресійного аналізу. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити завдання: побудувати і дослідити моделі основних тенденцій розвитку обсягів ВВП і інвестицій вкладених в основний капітал; побудувати регресійні моделі залежності обсягів ВВП від інвестицій вкладених в основний капітал; спрогнозувати подальший розвиток надходжень до ВВП.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження були використані статистичні дані за 1996-2009 рр. (див табл. 1) [6, с. 30, 206].

Таблиця 1
Співвідношення обсягів ВВП та інвестицій в основний капітал у фактичних цінах в Україні за 1996-2002 рр., (млн. грн.)

Роки	ВВП	Інвестиції в основний капітал	Роки	ВВП	Інвестиції в основний капітал
1996	81519,0	12557	2003	267344	51011
1997	93365	12401	2004	345113	75714
1998	102593	13958	2005	441452	93096
1999	130442	17552	2006	544153	125254
2000	170070	23629	2007	720731	188486
2001	204190	32573	2008	948056	233081
2002	225810	37178	2009	914720	151777

Як видно з таблиці, за дані роки, крім 2009 року (кризовий рік в економіці), йде зростання обох економічних чинників. Щоб виявити, як змінився темп їх росту, розглядали такі два періоди: I – 1996-2008 рр., II – 2001–2008 рр. Всі дослідження проводились для кожного з цих періодів. Хоч як було показано в роботі [2, с. 9], кризові явища в економіці почали проявлятися наприкінці 2008 року, для збільшення обмеженого обсягу вибірки цей рік у дослідженнях враховувався. У програмі “MS Excel” були проведені розрахунки з високим ступенем узгодженості (R^2) і побудовані основні аналітичні моделі тенденцій розвитку (тренди) наведених у таблиці 1 економічних чинників (табл. 1, 2) залежно від змінної часу t : I – обсяги, II – інвестиції. Низка інших моделей з меншим коефіцієнтом детермінації R^2 не наведена.

На основі простої екстраполяції побудованих моделей тенденцій розвитку $Y_t = f(t)$ заміною змінної t на номер інтервалу прогнозування T побудовані точкові прогнози Y_t^* змінної Y на інтервалі $Y_t^* = f(T)$. Середня похибка прогнозу розрахована за формулою [5, с. 199]:

$$S_{pt} = \sqrt{\frac{(T-\bar{t})^2}{\sum (t-\bar{t})^2} + \frac{1}{n} + 1} \times S_e \quad (1)$$

де S_e – незміщена стандартна похибка. Інтервал прогнозування для заданої достовірності прогнозу β визначається так, що

$$P\{dy_T^* < y_t < gy_T^*\} = \beta, \quad (2)$$

де dy_T^* – нижня межа інтервалу прогнозування:

$$dy_T^* = y_T^* - v_\beta S_{pT} \quad (3)$$

де dy_T^* – верхня межа інтервалу прогнозування:

$$gy_T^* = y_T^* + v_\beta S_{pT} \quad (4)$$

Оскільки, як показали проведені нами дослідження згідно з тестом Шапіро-Вілька [5, с. 104], випадкові відхилення мають нормальний розподіл, то імовірнісний коефіцієнт v_β вибирається з таблиць інтегральної функції нормального розподілу. Для достовірності прогнозу $\beta = 0,95$, $v\beta = 1,96$. Якщо тренд явища нелінійний, то середня похибка прогнозу й інтервальный прогноз визначаються на основі моделі зведеної до лінійної форми.

У табл. 2 подані спрогнозовані згідно з трендами значення обсягів ВВП, вкладених інвестицій в основний капітал x_t та інтервали прогнозування на 2009-2011 роки для рівня довіри $\beta = 0,95$.

Таблиця 2
Трендові моделі розвитку обсягів ВВП (I) та інвестицій, вкладених в основний капітал (II)

Роки	Рівняння тренду	R ²	Точкові прогнози	Д, %	Se	Інтервали прогнозування
I – ВВП						
2001-2008	\hat{Y} =146256exp (0,2253t)	0,988	1111047 1391807 1743515	-21,46	*0,0655	
2009						944012-1307641
2010						1168856-1657286
2011						1445260-2103303
2001-2008	\hat{X} =102481t + 940,1	0,9111				

2009			923269,1	-0,93		793564-1052975
2010			1025750,1			886764-1164736
2011			1128231,1			978871-1277592
1996-2008	\hat{Y} =59384exp (0,2031t)	0,9909			*0,07928	
2009			1019864	-11,49		851617-1221353
2010			1249533			1037739- 1504551
2011			1530921			1263859- 1854415
1996-2008	\hat{Y} =62924t- 111588	0,8385	769348	15,9		
II – інвестиції в основний капітал						
2001-2008	\hat{X} =22161 exp(0,2952t)	0,9926			*0,0673	
2009			315808	-108,1		267171-373288
2010			424255			354648-507525
2011			569942			470104-690995
2001-2008	\hat{X} =28574t -24033	0,9134			23278,4	
2009			233133	-53,6		175293-290973
2010			261707			199729-323685
2011			290281			223677-356885
1996-2008	\hat{X} =6989,8 exp(0,262t)	0,9831			*0,1589	
2009			273814,8	-80,41		190752-393029
2010			355829,6			245210-516356
2011			462410			314862-679102
1996-2008	\hat{X} =16472t -44808	0,7998				
2009			185800	-18,3		

* позначені Se лінеаризованої моделі
Власні розрахунки автора на основі даних [6]

Зауважимо, що виходячи з коефіцієнтів детермінації R^2 , що виражають ступінь відповідності моделі емпіричним даним нелінійні тренди краще адаптовані до статистичних даних. Незважаючи на це не має підстав їх відкидати, оскільки перевірка їх на адекватність згідно з F-критерієм показує, що лінійна форма зв'язку трендів вибрана правильно. Так, для даних 1996-2008 рр. на рівні довіри результатам $\beta = 0,95$ для ВВП $F_{емп} = 57,11$, для інвестицій $F_{емп} = 43,95$, що більше $F_{крит} = 4,84$; для даних за 2001-2008 рр. для ВВП $F_{емп} = 61,49$, для інвестицій $F_{емп} = 63,28$, що більше $F_{крит} = 5,99$. У таблиці 2 задані величини відставання у відсотках (Д, %) обсягів ВВП та інвестицій, зафіксованих у 2009 р. до спрогнозованих у цей рік згідно з трендами. Більше відставання, що має місце для експоненційних трендів, ніж для лінійних пояснюється стрімкішим ростом експоненційних моделей.

Згідно з лінійними трендами, отриманими в періоди 1996-2008 рр. і 2001-2008 рр., ріст ВВП щороку становив відповідно 62 924 і 102 481 млн. грн., тобто темпи зростання ВВП в останні роки перед кризою були суттєво вищими ніж на початку досліджуваного періоду. Аналогічно з лінійних трендів інвестицій в основний капітал в дані періоди випливає, що вони щороку зростали на 16 472 і 28 574 млн. грн. Таким чином, ріст інвестицій на одиницю приводив до збільшення ВВП на 3, 8 одиниць в періоді 1996-2008рр. і на 3,6 одиниць в 2001-2008 рр.

Для кожного періоду були побудовані економетричні моделі. За пояснюючу змінну Y покладено інвестиції в основний капітал, за пояснену змінну X – ВВП. Хоч дані залежності можна подати різними моделями, були вибрані лінійні, як найбільш економічно вмотивовані. Оцінки параметрів цих моделей обчислювались за методом найменших квадратів 1 МНК [4, с.89-105; 5, с. 52-56; 3, с. 3-10; 2, с. 107-108]. Були побудовані такі регресійні моделі: $\hat{Y}_t = 3,717x + 68812$, $R^2 = 0,992$ (1996-2008 рр.) I – період, $\hat{Y}_t = 3,58x + 87225$, $R^2 = 0,9935$ (2001-2008 рр.) – II період, які близькі до функціональних. З моделей випливає, що збільшення інвестицій на одиницю приводить до збільшення ВВП на 3,58 одиниць в періоді 2001-2008 рр. і до 3,17 в періоді 1996-2008 рр., що практично збігається з оцінками ефективності інвестицій розрахованих згідно з трендами. Тому дослідимо першу модель, оскільки вона утворена по більшому об'єму вибірки. Перевірка коректності застосування 1МНК показала, що:

а) $\sum_{t=1}^{13} u_t \approx 0$, а отже, $M(U) = 0$; б) $\sum X^T \times U \approx 0$ – незалежні змінні не пов'язані з залишками; в) емпіричне значення критерію Дарбіна-Уотсона $DW_{емп} = 1,56$. Для $n = 13$ і заданого рівня довіри $\beta = 0,95$ його верхня критична межа $DW_2 = 1,34$, для $\beta = 0,99$, $DW_2 = 1,04$ і оскільки $DW_{емп} > DW_2$ – автокореляція відсутня для високих ступенів довіри результатам [4, с. 170-176; 3, с. 15-20, 2, с. 108-109]; г) дослідження моделі на гетероскедастичність [3, с. 10-15; 2, с. 108] параметричним тестом Гольдфельда-Квандта (для невеликих сукупностей спостережень) показало, що емпірич-

не значення критерію $R_{емн}^* = 27,5789$. Критичне значення критерію згідно з таблицями F -розподілу для вибраного рівня довіри $\beta = 0,95$ і ступенів вільності $\nu_1 = \nu_2 = 4$ рівне $F_{кр} = 6,39$; для рівня довіри $\beta = 0,99$, $F_{кр} = 16$. Оскільки $R_{емн}^* > F_{кр}$, то з високим ступенем довіри можна стверджувати, що вибірка гетероскедастична. За наявності гетероскедастичності і відсутності автокореляції залишків для оцінювання параметрів моделі використали узагальнений метод найменших квадратів (метод Ейткена) [5, с. 122-125; 4, с. 159-161; 3, с. 20-21], оператор оцінювання якого має вигляд:

$$\bar{A} = (X^T V^{-1} X)^{-1} X^T V^{-1} \bar{Y}, \quad (5)$$

де \bar{A} – вектор оцінюваних параметрів, X – матриця спостережних значень незалежних змінних, X^T – транспонована матриця, \bar{Y} – вектор спостережних значень залежної змінної, V – симетрична додатньо визначена матриця, діагональні елементи якої залежать від вибраної гіпотези стосовно дисперсії залишків [4, с. 156-157]. Як елементи матриці V використані абсолютні значення залишків моделі, побудованої згідно з 1 МНК.

Дисперсія випадкових відхилень оцінюється за формулою:

$$S_u^2 = \frac{1}{n - k - 1} U^T V^{-1} U \quad (6)$$

де n – об'єм вибірки, k – кількість незалежних змінних, U – вектор залишків моделі, а матриця дисперсій і коваріацій за формулою:

$$D^2(a) = S_u^2 (X^T V^{-1} X)^{-1} \quad (7)$$

Уточнена модель має вигляд

$$\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x = 66283,9 + 3,72 X_t, \quad R^2 = 0,9974$$

залишкова дисперсія. Стандартні похибки оцінок параметрів моделі. Емпіричні t – відношення для параметру a_0 рівне $t_0 = 7,04$, для a_1 рівне $t_1 = 37,2$. Знайдене з таблиць розподілу Ст'юдента для числа ступенів вільності $\nu = n - 2 = 1$ і рівня довіри $\beta = 0,95$, $t_{кр} = 2,201$, для $\beta = 0,99$, $t_{кр} = 3,106$, оскільки $t_0 > t_{кр}$, $t_1 > t_{кр}$, то на високому рівні довіри значення параметрів моделі є значущими.

Для достовірності прогнозу $\beta = 0,95$, параметр a_0 знаходиться в інтервалі [47853-84714], параметр a_1 в інтервалі [3,52-3,92].

Емпіричне значення критерію Дарбіна-Уотсона $DW_{емн} = 1,57$ обчислене по моделі вказує на відсутність автокореляції залишків. В економічній моделі, параметри якої оцінені 1 МНК, залишкова дисперсія $S_u^2 = 555204372$. Звідси порівнявши її характеристики з моделлю, параметри якої оцінені методом Ейткена, можна стверджувати, що оцінки останньої ефективніші. Дуже високий коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,9974$ вказує на те, що на 99,74 % варіація обсягу ВВП залежить від інвестицій в основний капітал.

Підставивши в уточнену економетричну модель значення обсягів інвестицій згідно з експоненційним трендом отримали спрогнозовані точкові оцінки обсягів ВВП на 2009 р. – 1 084 875, 2010 р. – 1 389 970, 2011 р. – 1 786 449 млн. грн.

Середня похибка прогнозу вираховувалась згідно з формулами

$$S_{pT} = \sqrt{X_T^T D^2(a) X_T + S_u^2}, \quad (8)$$

де X_T – вектор значень незалежної змінної на момент прогнозування:

$$X_T^T = [1x^*_{T_1} x^*_{T_2} \dots x^*_{T_k}] \quad [3, \text{с. 8; 4, с.97-98}].$$

Для заданої достовірності прогнозу $\beta = 0,95$ інтервали прогнозування ВВП рівні на 2009 р. – [1038799-1130950]; на 2010 р. – [1317053-1462887]; на 2011 р. – [1696641-1876257].

Висновки. В результаті дослідження було розроблено і обґрунтовано кореляційно-регресійну модель залежності обсягів ВВП від обсягів інвестицій вкладених в основний капітал. Було показано з високою мірою достовірності, що збільшення інвестицій в основний капітал на одиницю приводить до збільшення ВВП на 3,72 одиниць. Побудовані прогнозні значення ВВП, які є вищими ніж фактичне ВВП в 2009 р. на 15,7%, дані інтервали прогнозів. Результати цього дослідження можуть бути використані для державного регулювання економіки.

Література:

1. Державний комітет статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
2. Кармелюк Г. І. Економічні моделі залежності валового внутрішнього продукту від роздрібного товарообороту [Текст] / Г. І. Кармелюк // Наукові записки: збірник наукових праць кафедри економічного аналізу. – Випуск 5. Тернопіль: Економічна думка, 2010. – С. 107-110.
3. Кармелюк Г. І. Порівняльна характеристика методів дослідження автокореляції залишків [Текст] / Г. І. Кармелюк, І. С. Ткаченко Б. В. Олексій // Вісник ТАНГ. – 2003. – № 14. – С. 3-33. – (Серія: Економіко-математичне моделювання).
4. Наконечний С. І. Економетрія [Текст] / Наконечний С. І., Терещенко Т. О., Романюк Т. П. // Підручник. – Вид. 2-ге, допов. та перероблене. – К.: КНЕУ, 2000. – 296 с.
5. Новак Э. Введение в методы эконометрики [Текст]: сборник задач / Эдвард Новак; Пер. с польск. / Под ред. И. И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 248 с.
6. Статистичний щорічник України за 2009 рік [Текст] / Держ. ком. статистики України. – К.: Державне підприємство “Інформаційно-аналітичне агентство”, 2010. – С. 30, 206.