

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 330. 101. 541

Н. І. Дучинська

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ВАЛОВОГО НАГРОМАДЖЕННЯ ОСНОВНОГО КАПІТАЛУ ЗА ІНСТИТУЦІЙНИМИ СЕКТОРАМИ

У статті доведено, що між темпами валового нагромадження основного капіталу і темпами зростання ВВП існує сильний позитивний зв'язок. Завдяки запропонованій економетричній моделі продемонстровано, яким чином оптимізація структури валового нагромадження основного капіталу за інституційними секторами економіки України впливає на зростання ВВП.

Ключові слова: валове нагромадження основного капіталу, валовий, інституційні сектори.

В статье доказано, что между темпами валового накопления основного капитала и темпами роста ВВП существует сильная положительная связь. Благодаря предложенной эконометрической модели продемонстрировано, каким образом оптимизация структуры валового накопления основного капитала по институциональным секторам экономики Украины воздействует на рост ВВП.

Ключевые слова: валовое накопление основного капитала, валовый внутренний продукт, институциональные сектора.

It has been proved in the article that fixed capital gross savings rate strongly and positively correlates with GDP growth rate. Thanks to the econometric model it has been shown how optimization of fixed capital gross savings structure influences the GDP growth.

Key words: fixed capital gross savings, gross domestic product, institutional sectors.

Згідно із Системою національних рахунків виділяють п'ять інституційних секторів, що беруть участь у нагромадженні капіталу в національній економіці. Серед них розрізняють: «Нефінансові корпорації» (НК), «Фінансові корпорації» (ФК), сектор «Загальнодержавного управління» (ЗДУ), «Некомерційні організації, що обслуговують домашні господарства» (НКОДГ) [1].

Інституційний сектор – це сукупність інституціональних одиниць (тобто господарюючих суб'єктів, котрі можуть від свого імені володіти активами, приймати зобов'язання, здійснювати економічну діяльність і операції з іншими одиницями), однорідних з точки зору функцій та джерел фінансування, що передбачає схожість їхньої економічної поведінки. Інституційні одиниці-резиденти групуються в зазначені сектори. Для відображення їх взаємозв'язків з іншими країнами утворюється умовний сектор «інший світ», що поєднує всі інституційні одиниці-нерезиденти в тій частині, в якій вони взаємодіють із резидентами [2].

Сектор домашніх господарств «ДГ» об'єднує підприємства з виробництва товарів і надання послуг, які належать членам домашніх господарств, контролюються ними, рахунки яких не можливо відокремити від рахунків самого домогосподарства.

Нефінансові корпорації «НК» являють собою юридичні особи, що зайняті виробництвом товарів і нефінансових послуг з метою отримання прибутку на ринку, а також некомерційні організації, засновані групами виробників (асоціації підприємців тощо). Ресурси цих одиниць формуються головним чином за рахунок коштів, отриманих від продажу товарів і послуг. Частину витрат вони можуть відшкодувати за рахунок субсидій із державного бюджету. Заощадження НК повністю використовуються на цілі нагромадження капіталу.

Фінансові корпорації «ФК» – юридичні особи, фірми, що зайняті фінансовим посередництвом і наданням інших допоміжних фінансових послуг на комерційній основі за рахунок коштів, отриманих за рахунок прийнятих зобов'язань і отриманих відсотків, страхових премій, комісійних. Їхні заощадження повністю використовуються на нагромадження капіталу [4,5].

Сектор загальнодержавного управління «ЗДУ» включає інституційні одиниці, які, крім виконання своїх політичних функцій і ролі щодо регулювання економіки, надають неринкові послуги індивідуального характеру у сфері охорони здоров'я, соціального забезпечення, освіти, культури і мистецтва, відпочинку і послуги колективного характеру у сфері державного управління, підтримання порядку і безпеки, оборони, науки і наукового обслуговування, дорожнього господарства, обслуговування сільського господарства, а також перерозподіляють доходи і національне багатство. Сюди відносять також державні бюджетні фонди: соціального захисту населення, сприяння зайнятості, дорожній фонд, фонд охорони природи і т. ін. Ресурси цих одиниць формуються головним чином за рахунок податків і відрахувань суб'єктів інших секторів.

Сектор некомерційних організацій, що обслуговують домашні господарства «НКОДГ», являє собою інституційні одиниці, створені окремими групами домашніх господарств для забезпечення власних інтересів. Вони надають в основному безплатно послуги домогосподарствам. Ресурси сектора формуються за рахунок добровільних внесків їх членів, доходів від власності.

У кожному із зазначених секторів здійснюється валове нагромадження основного капіталу, тому кожен із секторів має певну питому вагу у зазначеному процесі.

Дослідження участі інституційних секторів у нагромадженні основного капіталу проведено Л. В. Шинкарук [4, 5]. Разом з тим питання про оптимізацію участі кожного із секторів в сукупному нагромадженні основного капіталу, вплив оптимізації на зростання ВВП у вітчизняній економічній літературі відсутні. Це спонукало до нових наукових пошуків, визначило мету і завдання наукового дослідження.

Метою статті є прагнення розробити економетричну модель зростання ВВП на основі оптимізації структури валового нагромадження основного капіталу за інституційними секторами.

Відзначаємо, що економетрична модель зростання ВВП на основі оптимізації структури валового нагромадження основного капіталу за інституційними секторами базується на використанні методу найменших квадратів (МНК або LS) [6]. Для коректного застосування МНК необхідною умовою є стаціонарність всіх вхідних змінних. Перевірку на стаціонарність виконується різними методами:

- Augmented Dickey-Fuller (ADF);
- Dickey-Fuller Test with GLS Detrending (DFGLS);
- The Phillips-Perron (PP) Test;
- The Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) Test і т. д.

За допомогою The Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests у пакеті EViews 4.1 проведемо оцінку стаціонарності рядів даних. Використавши стаціонарні ряди, оцінимо модель впливу інституційних секторів на економічне зростання України за допомогою МНК.

Побудуємо модель зростання ВВП такого вигляду:

$$Q_t = a_0 Q_{t-1} + a_1 K_{t-1} + Q_0, \quad (1)$$

де Q_0 – вільний член рівняння; Q_t – ВВП року t ; Q_{t-1} – ВВП попереднього року ($t-1$); K_{t-1} – ВНОК ($t-1$) року; a_0, a_1 – коефіцієнти моделі. Як можна побачити з моделі, існують незначущі регресори (незалежні змінні) ($\text{Prob.} = 0,2832, = 0,0407, = 0,1198$, тобто більші за $0,05$). Спробуємо видозмінити модель, прибравши початкове значення Q_0 . У цьому випадку отримаємо модель, ймовірність похибки кожного з регресорів у якій менша за $0,05$ ($\text{Prob.} = 0,0372, = 0,0135$), отже, можемо стверджувати, що всі змінні значущі при рівні значущості $0,05$. Ми побудували модель залежності ВВП від двох змінних: впливу ВВП попереднього року і ВНОК поточного року. Отримана модель необхідна для доведення суттєвості моделі зростання ВВП на основі оптимізації нагромадження основного капіталу інституційних секторів.

Параметри моделі наведено у табл.1:

Таблиця 1

Параметри оптимізаційної моделі

Параметр	Значення параметра
Q_0	0
a_1	12.14897
a_0	-1.416222
R^2	0.741206

Коефіцієнт детермінації дорівнює $0,741206$, що є достатнім для того, щоб вважати модель вдалою. Наступним кроком є перевірка моделі на наявність автокореляції збурень. Для цього використаємо критерій Дурбіна–Ватсона, алгоритм якого полягає у такому:

Оцінюємо модель за допомогою звичайного методу найменших квадратів.

В таблиці результатів знайдемо значення Durbin-Watson stat.

Обираємо рівень значущості α і за таблицею критичних значень статистики Дурбіна–Ватсона знаходимо верхнє і нижнє критичні значення d_u та d_l , а також обчислюємо $4 - d_u$ та $4 - d_l$. Робимо висновок за таким правилом:

– Якщо $d < d_l$, то має місце автокореляція з додатнім ρ .

– Якщо $d_l < d < d_u$, то ми не можемо зробити ніякого висновку, і цей інтервал називається областю невизначеності.

– Якщо $d_u < d < 4 - d_u$, то автокореляція відсутня.

– Якщо $4 - d_u < d < 4 - d_l$, то ми не можемо зробити ніякого висновку. Цей інтервал також є областю невизначеності.

– Якщо $4 - d_l < d < 4$, то має місце автокореляція з від'ємним ρ .

Якщо вибіркове значення d потрапляє до інтервалу невизначеності, то вважають, що має місце автокореляція.

За допомогою критерію Бройша–Годфрі можна перевірити гіпотезу про відсутність автокореляції, не звертаючись до таблиць критичних значень критерію Дурбіна–Ватсона [6].

Перевіряємо гіпотезу H_0 : автокореляція відсутня проти H_1 : збурення утворюють процес $AR(p)$ або $MA(p)$, тобто має місце автокореляція порядку p .

Для обчислення LM-статистики потрібно оцінити допоміжну регресію залишків звичайного методу найменших квадратів e_t відносно $x_t, e_{(-1)}, \dots, e_{(-p)}$ (заповнюючи пропущені значення лагових залишків нулями).

Нехай R^2 – коефіцієнт детермінації в цій регресії. У припущенні, що нульова гіпотеза правильна, статистика $LM = T * R^2$, де T – кількість спостережень, асимптотично має розподіл χ^2 з p степенями свободи.

У випадку наявності автокореляції слід перевірити правильність функціональної форми, оскільки автокореляція може виникнути за рахунок саме цього. Для цього слід скористатися критерієм RESET (Regression Specification Error Test), запропонованим Ремзі у 1969 році [6].

Якщо критерій RESET підтверджує правильність функціональної форми, то для усунення автокореляції залишків слід скористатися узагальненим методом найменших квадратів (УМНК).

Для перевірки моделі на автокореляцію проведемо дослідження за допомогою Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test.

Отже, можна зробити висновок про відсутність автокореляції у цій моделі, адже маємо значення probability більші 0,05, а Obs*R-squared менше за 0,05. Застосуємо регресійний критерій для визначення наявності гетероскедастичності збурень – критерій Уайта. Критерій складається з декількох етапів.

На першому етапі оцінюємо модель за методом найменших квадратів і знаходимо залишки. На другому етапі будуємо регресію квадратів залишків щодо всіх змінних з моделі, їх квадратів та попарних добутків. Наприклад, якщо модель має вигляд:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \beta_4 x_{i4} + v_i, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

то на другому етапі будуємо таку регресію:

$$v_i^2 = \gamma_0 + \gamma_1 x_{i1} + \gamma_2 x_{i2} + \gamma_3 x_{i3} + \gamma_4 x_{i4} + \gamma_5 x_{i1}^2 + \gamma_6 + \gamma_7 x_{i3}^2 + \gamma_8 x_{i4}^2 + \gamma_9 x_{i1} x_{i2} + \gamma_{10} x_{i1} x_{i3} + \gamma_{11} x_{i1} x_{i4} + \gamma_{12} x_{i2} x_{i3} + \gamma_{13} x_{i2} x_{i4} + \gamma_{15} x_{i3} x_{i4} + \varepsilon_i, i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

На третьому етапі перевіряємо гіпотезу про значущість останньої моделі: якщо модель є значущою, то збурення в початковій моделі – гетероскедастичні. Перевіримо наявність гетероскедастичності за допомогою вбудованого White Heteroskedasticity Test (no cross terms) у пакеті EViews. Обираємо (no cross terms) з причини відсутності великої кількості спостережень. Результати перевірки свідчать про відсутність гетероскедастичності збурень в даній моделі (високі значення Probability навпроти F-statistic та Obs*R-squared, більші за 0,05).

Наявність чи відсутність гетероскедастичності можна також ідентифікувати за допомогою перевірки адекватності допоміжної регресії. Якщо вона адекватна (значуща, Prob. (F-statistic) менше за 0,05), тоді можна зробити висновок про присутність гетероскедастичності. У нашому випадку Prob. (F-statistic)=0,941376, отже, це ще раз підтверджує відсутність гетероскедастичності збурень.

Побудуємо розширену інвестиційну модель економічного зростання України.

$$Q_t = a_0 Q_{t-1} + a_1 K_{1,t-1} + a_2 K_{2,t-1} + a_3 K_{3,t-1} + a_4 K_{4,t-1} + a_5 K_{5,t-1} + Q_0, \quad (4)$$

де Q_{t-1} – значення ВВП у попередньому періоді;

$K_{1,t-1}$ – валове нагромадження основного капіталу нефінансових корпорацій в періоді $t-1$ з огляду на обмеження лагу запізнення; $K_{2,t-1}$ – валове нагромадження основного капіталу фінансових корпорацій; $K_{3,t-1}$ – валове нагромадження основного капіталу сектора загальнодержавного управління; $K_{4,t-1}$ – валове нагромадження основного капіталу домашніх господарств; $K_{5,t-1}$ – валове нагромадження основного капіталу некомерційних організацій, що обслуговують домашні господарства.

У процесі побудови моделі було перевірено гіпотези про значущість коефіцієнтів моделі. У результаті коефіцієнт a_2 виявився таким, що дорівнює нулю.

Перевіримо модель на наявність автокореляції за допомогою критерію Дурбіна-Ватсона. $d=1,625303$. Критичні значення для 95% надійного інтервалу статистики Дурбіна-Ватсона дорівнюють $d_u=0,56$ та $d_l=2,21$ (табличні дані). Обчислюємо $(4 - d_u)=3,46$. Таким чином, робимо висновок, що автокореляція відсутня, адже розрахункове значення статистики Дурбіна-Ватсона потрапляє у проміжок $(d_u; 4 - d_u)$.

Також зазначимо, що гіпотеза про наявність гетероскедастичності збурень відхиляється на основі результатів тесту Уайта.

За допомогою теорії дрейфуючих атракторів оцінимо обмеження на структуру розподілу ресурсів нагромадження. Для цього обчислимо основні параметри дрейфу: швидкість зсуву (V_k) та швидкість стискання (P_k).

$$V_k = \frac{\overline{X_{1,k}} - \overline{X_{0,k}}}{\frac{n}{3}}, \quad (5)$$

де $\overline{X_{1,k}}, \overline{X_{0,k}}$ – центр ваги атрактора в k -му вимірі відповідно до кінцевого положення і початкового, n – вихідна кількість періодів, за якими проводився розрахунок параметрів дрейфу атрактора.

$$P_k = \frac{\frac{X_{1,k}^{\max} - X_{1,k}^{\min}}{X_{0,k}^{\max} - X_{0,k}^{\min}}}{\frac{n}{3}}, \quad (6)$$

де X^{\max}, X^{\min} – відповідно верхня і нижня межі атрактора у розглянутому вимірі.

Як показують розрахунки, швидкість стискання атрактора менша за 1, отже, можемо стверджувати, що досліджуваний процес перебуває у стадії стабілізації. Область припустимих рішень є опуклою безліччю, що свідчить про знаходження оптимального розв'язку на межі допустимих розв'язків.

Проаналізуємо обмеження моделі. Систему обмежень на структуру розподілу ресурсів нагромадження можна подати у такому вигляді:

$$\begin{cases} 0,791430699 \leq x_1 \leq 0,792226513; \\ 0,020114468 \leq x_2 \leq 0,021313704; \\ 0,118776628 \leq x_3 \leq 0,122886397; \\ 0,059823648 \leq x_4 \leq 0,060024956; \\ 0,005744788 \leq x_5 \leq 0,007658205; \\ \sum_{i=1}^5 x_i = 1, \end{cases}$$

де $x_1 - x_5$ – це питома вага кожного інституційного сектора ($K_1 - K_5$), що може коливатися у зазначених межах. Сума часток кожного інституційного сектора не повинна перевищувати одиниці.

Завдяки розрахункам отримуємо рівняння задачі:

$$Q_t = 0,9218 Q_{t-1} + 11,32119 K_1 + 0 + 38,41464 K_3 + 101,2517 K_4 + 1022,314 K_5 \quad (7).$$

Результати оптимізаційної задачі $\sum_{t=n+1}^{n+m} Q_t \rightarrow \max$ наведено у табл. 2 (розраховано автором за даними [3]).

Підставляючи оптимальні значення у модель, отримуємо потенційно можливий ВВП на 2005 р. – 473929,2 млн грн (для порівняння – ВВП фактичний становив 441452 млн грн). Таким чином, стимулювання зміни розмірів інституційних секторів до оптимального дозволить збільшити розмір ВВП більше ніж на 7%. Це означає наявність між структурою ВНОК за інституційними секторами і зростан-

ням ВВП тісного зв'язку, що змушує проводити державну політику регулювання пропорцій нагромадження основного капіталу за вказаними секторами.

Таблиця 2

Питома вага ВНОК інституційних секторів (фактична і оптимальна) у ВНОК економіки України в цілому у 1996–2005 рр.

Інституційні сектори	Фактична частка ВНОК										Оптимальна частка ВНОК
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
НК	0,8061	0,8001	0,7841	0,7694	0,8057	0,7894	0,7713	0,7829	0,7289	0,7905	0,7922
ФК	0,0242	0,0237	0,0240	0,0252	0,0247	0,0236	0,0374	0,0177	0,0186	0,0209	0,0175
ЗДУ	0,0997	0,0845	0,1019	0,1316	0,1089	0,1227	0,1233	0,1480	0,1912	0,1214	0,1228
ДГ	0,443	0,0771	0,0769	0,0632	0,0512	0,0555	0,0591	0,0437	0,0513	0,0595	0,0598
НКОДГ	0,0258	0,0015	0,0130	0,0106	0,0093	0,0086	0,0086	0,0075	0,0099	0,0076	0,0077

Проведене дослідження дає можливість для таких висновків.

1. Економічне зростання України великою мірою залежить від активності інституційних секторів країни. Крім того, слід зазначити, що економічне зростання є проблемою бідних країн, у тому числі України. Розвинуті країни прагнуть забезпечити якісні зміни не лише в економіці, але й в соціальній, культурній сферах, розвитку людини тощо. В Україні окреслилася тенденція випереджального зростання інвестицій в основний капітал порівняно з динамікою валового внутрішнього продукту, що свідчить про посилення інвестиційної складової економічного зростання.

2. Між темпами валового нагромадження основного капіталу і темпами зростання ВВП існує сильний позитивний зв'язок. Разом з тим темпи і тенденції нагромадження капіталу не відповідають потребам капіталізації ринкової економіки.

3. Завдяки запропонованій економетричній моделі вдалося продемонструвати, яким чином оптимізація структури валового нагромадження основного капіталу за інституційними секторами України впливає на зростання ВВП. Це вказує на необхідність втручання держави у регулювання макропропорцій за допомогою як економічного, так і неекономічного примусу.

4. Незважаючи на проблеми, які існують в економіці України, нагромадження капіталу забезпечує міжсистемний перехід економіки, її поступовий рух до постіндустріальної суспільства, що дає також можливість здійснити інституційні зміни, вирішити низку соціальних та екологічних питань. Проблема полягає в тому, щоб у процесі нагромадження капіталу активізувати його сучасні форми з метою формування постіндустріальної економіки.

Бібліографічні посилання і примітки

1. Дучинська Н. І. Нагромадження капіталу в умовах трансформації економіки України: монографія / Н. І. Дучинська. – К.: ННЦ ІАЕ, 2007. – 400 с.
2. Система национальных счетов, 1993. – Брюссель/ Люксембург, Вашингтон О.К., Нью-Йорк, Париж: Евростат, МВФ, ОЭСР, ООН, Всемирный банк, 1998. – Т.1. – 391 с.
3. Статистичний щорічник України за 2006 рік / за ред. О. Г. Осауленка. – К.: Консультант, 2007. – 551 с.
4. Шинкарук Л. В. Нагромадження основного капіталу: теорія, аналіз та тенденції розвитку в Україні: монографія / Л. В. Шинкарук. – К.: Ун-т «Україна», 2006. – 393 с.
5. Шинкарук Л. В. Особенности процесса накопления основного капитала в Украине / Л. В. Шинкарук // Экономическая теория. – 2006. – № 1. – С. 80–91.
6. Черняк О. І. Дослідження операцій в економіці / О. І. Черняк, І. К. Федоренко, Г. О. Черноус, О. О. Карагодова, О. В. Горбунов. – К.: Знання, 2006. – 515 с.

Надійшла до редколегії 7.04.2010.