МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

Воргач О.А.
PhD з економіки, науковий співробітник,
Інститут економіки промисловості
Національної академії наук України

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ МОНЕТАРНИХ ФАКТОРІВ

Довгострокове прогнозування служить для передбачення варіантів розвитку в майбутньому. В умовах цифровізації та пов'язаних з нею стрімких макроекономічних змін це особливо актуально, оскільки дозволить уряду визначати можливості для економічного розвитку та на їх основі ставити стратегічні завдання та здійснювати державне регулювання.

Для прогнозування економічних процесів в Україні побудовано математичну модель, яка заснована на мультиплікативній степеневій функції, що часто використовується для визначення динаміки ВВП під впливом класичних факторів виробництва – праці і капіталу. Відмінність пропонованої моделі полягає у тому, що до неї включено додатковий фактор – індекс долару США (U.S. Dollar Index). Підґрунтя полягає у тому, що його підвищення зазвичай негативно впливає на ціни на сировинні товари та знижує доходи країн, що спеціалізуються на їхньому експорті [1], включаючи Україну. Таким чином, було отримано багатофакторну модель економіки України

$$Y_i = AL_i^{\alpha} K_i^{\beta} I_i^{\gamma}, \quad (1)$$

де Y – реальний ВВП; A – масштабний коефіцієнт; L – реальна заробітна плата; K – реальне валове накопичення капіталу; I – індекс долару США; α – коефіцієнт еластичності праці; β – коефіцієнт еластичності валового накопичення капіталу; γ – коефіцієнт еластичності індексу долару США, i – індекс часу.

В свою чергу, K є змінною, що залежна від рівня інвестицій в оновлення та розширення основних виробничих потужностей. Тому можна припустити, що здатність інвестувати в основний капітал зростає зі збільшенням грошової маси в обігу. В такому випадку K можна описати, як:

$$K_i^{\beta} = BM_i^{\lambda} S_i^{\mu}, \quad (2)$$

де K – реальне валове накопичення капіталу; M – реальна грошова маса (широкі гроші М3); S – курс гривні до долару США; λ – коефіцієнт еластичності реальної грошової маси; μ – коефіцієнт еластичності курсу гривні до долару США, i – індекс часу.

Для параметризації функцій (1) і (2) використано статистичні дані [2; 3; 4] економіки України за період 2001-2020 рр. Підставою для вибору саме цього періоду стала наявність статистичної інформації за всіма відібраними показниками. При цьому з розрахунків було виключено роки світової фінансово-економічної кризи (2009–2010 рр.), початку бойових дій в Україні (2014–2016 рр.) та пандемії COVID-19 (2020 р.). Розрахунки проводилися в постійних цінах 2010 р. (в реальному вираженні) у доларах США.

Із застосуванням до моделі (1) методу найменших квадратів (МНК) отримано функцію:

$$Y_i = 150{,}12 L_i^{0{,}50} K_i^{0{,}13} I_i^{-0{,}25} \quad (3)$$

Модель статистично достовірна за критерієм Фішера. Про точність моделі свідчать коефіцієнт детермінації 0,98 та відносна середня помилка апроксимації 1,58%.

Еластичність випуску $(\alpha+\beta+\gamma) = 0{,}38<1$ моделі (3) передбачає спадну віддачу від розширення масштабів виробництва. При цьому збільшення праці на 1% збільшує обсяг ВВП на 0,50%, збільшення капіталу на 1% – збільшує ВВП на 0,13%, а підвищення ставки індексу долару США на 1%, навпаки, зменшує обсяг ВВП на 0,25%. Перевищення коефіцієнту еластичності фактору L над коефіцієнтами інших факторів показує, що зростання ВВП в Україні є трудомістким.

Для параметризації моделі (2) дані за показниками K и M використані в постійних цінах 2010 р. у гривнях. Показник курсу гривні до долару США (S) розрахований за даними [2]. Зважаючи на

висунуте припущення про залежність валового накопичення капіталу від реальної грошової маси та курсу гривні до долару, побудовано динамічні ряди для визначення кореляційно-регресійних залежностей відібраних факторів за період 2001–2019 рр. (рис. 1).

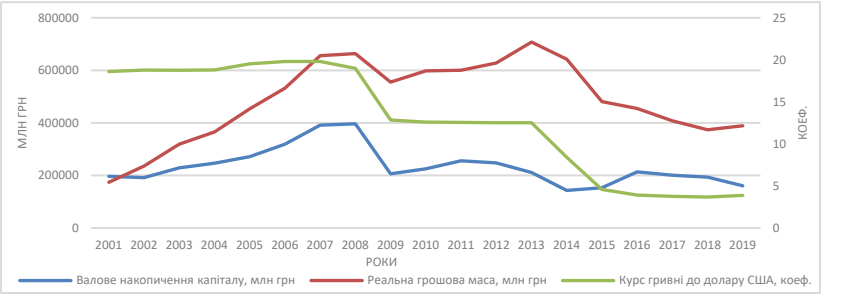

Рис. 1. Динаміка економічних показників України за 2001–2019 рр.

Джерело: [2]

На рис. 1 показник валового накопичення капіталу (у реальному вираженні) повторює тренд факторів. До того ж відзначається залежність показників від курсу гривні до долару США – у роки стабільного курсу зростає грошова маса та, як наслідок, валове накопичення капіталу. Тому ці дані використані для подальших розрахунків.

До моделі (2) застосовано МНК та отримано функцію

$$K_i = 4429,28 M_i^{0,25} S_i^{0,26}. \quad (4)$$

Результати якісної оцінки моделі (4) ставлять її під сумнів. За критерієм Фішера модель значуща за незначного перевищення $F_{розр.}$ над $F_{факт.}$ Низький коефіцієнт детермінації (R^2=0,49) та висока відносна помилка апроксимації (15,2%) не підтверджують точності моделі. Тому модель (4) не може бути використана для прогнозування економіки України.

Параметризацію моделі (2) проведено за період 2001–2008 рр., при якому (рис. 1) більш стабільний курс гривні до долару США. При цьому отримано точніші оцінки впливу фактору реальної грошової

маси на валове накопичення капіталу. В результаті МНК модель має вигляд:

$$K_i = 330,68 M_i^{0,60} S_i^{-0,34}. \quad (5)$$

Її коефіцієнти відображають економічно коректний зв'язок факторів із результатом. Зростання реальної грошової маси на 1% призведе до збільшення обсягів валового накопичення капіталу на 0,60%, а зростання фактору курсу гривні до долару США на 1% – до зменшення його обсягів на 0,34%.

Оцінка моделі (5) за критерієм Фішера говорить про її значущість. Коефіцієнт детермінації, що дорівнює 0,95 підтверджує точність моделі. Відносна помилка апроксимації становить 6,23%.

Враховуючи те, що поточний курс гривні до долару США значно нижчий, ніж у періоді параметризації моделі (5), в подальших розрахунках її масштабний коефіцієнт методом підбору зменшено до 136,9 для отримання більш коректних прогнозних значень *K*.

Отже, остаточна модель виглядає так:

$$Y_i = 284,56 L_i^{0,50} M_i^{0,078} S_i^{-0,0442} I_i^{-0,25} \quad (6)$$

Результати якісної оцінки моделі (6), за той же період, що для моделі (3), свідчать про наявність взаємозв'язку факторів із результатом: коефіцієнт детермінації – 0,64, відносна помилка апроксимації – 6%. При виключенні з періоду років (2017-2019 рр.), які характеризуються значним падінням курсу гривні до долару США порівняно з попередніми роками, R^2 збільшується до 0,88, а відносна помилка зменшується до 3,78%. За критерієм Фішера модель статистично значуща.

Таким чином, на зростання обсягів ВВП України позитивно впливають збільшення праці та реальної грошової маси, а протилежно – курс гривні до долару США та індекс долару США. Негативний вплив останнього сильніший, оскільки його неможливо регулювати, на відміну від курсу гривні, і він зберігатиметься поки країна залишатиметься орієнтованою на експорт сировини.

Перспективним напрямком подальших досліджень є реалізація одержаних моделей (3, 5, 6) шляхом побудови можливих сценаріїв

довгострокового прогнозу розвитку економіки України з урахуванням впливу на неї монетарних факторів.

Список використаних джерел:

1. The balance. Hecht, A. and Boyle M. J. Higher Interest Rates and Com-modity Prices. The balance. 2022. URL: https://www.thebalance.com/commodity-prices-when-interest-rates-rise-4084273

2. The World Bank. World Development Indicators. Database Ukraine. The World Bank. 2022. URL: https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators#

3. Державна служба статистики України. Економічна статистика. Національні рахунки. Доходи та витрати населення [2001–2020 рр.]: статистична інформація. Державна служба статистики України. 2020. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/

4. Historical data: U.S. Dollar Index – ICE (DX.F). Stooq.com. 2022. URL: https://stooq.com/q/d/?s=dx.f&i=y&o=0000001