

**Т.І. ЄФИМЕНКО**

Державна навчально-наукова установа «Академія фінансового управління», Київ, Україна, e-mail: [tatiefim@gmail.com](mailto:tatiefim@gmail.com).

**Б.Б. ДУНАЄВ**

Державна навчально-наукова установа «Академія фінансового управління», Київ, Україна, e-mail: [bbdunaev@ukr.net](mailto:bbdunaev@ukr.net).

**О.О. ЛЮБІЧ**

Державна навчально-наукова установа «Академія фінансового управління», Київ, Україна, e-mail: [alyubich@ukr.net](mailto:alyubich@ukr.net).

## МОДЕЛЬ ТАРГЕТУВАННЯ ІНФЛЯЦІЇ В МАКРОЕКОНОМІЦІ

**Анотація.** Показано, що емпіричне таргетування зниженням інфляції до граничного рівня, що викликає грошову дефляцію і перехід у депресію, збільшує зростання реального ВВП, а підвищенням інфляції від граничного рівня зменшує зростання реального ВВП. Інфляцію визначено за теорією відтворення економіки країни математичною функцією кількості грошей в обігу, валютної готівки, процентної ставки, вартості використаного у виробництві капіталу, коефіцієнта матеріаломісткості виробництва та рівня безробіття. Розроблено модель регулювання економіки таргетуванням інфляції, яка дає змогу Центральному банку визначати цільові показники розгляданого періоду за статистичними показниками попереднього періоду і за номограмою функції інфляції від її аргументів. Проведено моделювання зростання економіки України з цільовою інфляцією чотири відсотки протягом 2021–2023 років після спаду в 2020 році, викликаного пандемією COVID-19.

**Ключові слова:** макроекономіка, регулювання, ринок, рівновага, праця, капітал, гроші, процентна ставка, курс валюти, криза, інфляція, таргетування.

### ВСТУП

Економісти різних країн протягом багатьох років проводять дослідження залежності економічного зростання від інфляції, але отримані результати не дають змоги математично і адекватно описати макроекономічні процеси. Як головний інструмент використовували моделі, побудовані за допомогою емпіричної кривої Філіпса, що визначала зниження темпу зростання ставки зарплати зі зростанням рівня безробіття [1]. Потім дослідники трансформували криву Філіпса в криву зниження інфляції, яка переходить у дефляцію зі зростанням рівня безробіття, тобто коли виробництво спадає. У роботі [2] зазначено, що значну частину макроекономічних теорій, що виникли після 1930-х років, можна інтерпретувати як різні версії кривої Філіпса. У працях [3–5] розглянуто і доведено хибність кривої Філіпса, для побудови якої використано кейнсіанську теорію зниження темпу зростання ставки зарплати зі зростанням рівня безробіття. Але завжди зі зростанням рівня безробіття збільшуються темп зростання ставки зарплати та інфляція одночасно. Згідно з кривою Філіпса інфляція і безробіття не можуть зростати одночасно. «У цих умовах кейнсіанські заходи, спрямовані на подолання кризи, фактично розкручували інфляційну спіраль» [4, с. 81]. Макроекономічні моделі на основі кривих Філіпса не надали конкретного пояснення явищу стагфляції, яка виникла на початку 1970-х років, а також не змогли спрогнозувати за статистичними показниками США за 1960–2006 роки економічну катастрофу 2008 року і довготривалу глобальну системну фінансову кризу [3–6]. Відсутність коректної теорії економічного зростання зумовила пошук емпіричних (практичних) способів регулювання макроекономічних процесів. В економіці США наприкінці 1970-х років для виходу із стагфляції було підвищено до 20 % ставку Федеральної резервної системи з одночасним зниженням податків. Рівень без-

робіття протягом двох років реформ піднявся до 10.2% за інфляції 6–8%. З кінця 1980-х років для виходу із стагфляції майже десять розвинених країн застосували емпіричне таргетування інфляції (ТІ) як засіб регулювання центральними банками зростання економіки, змінюючи в обігу кількість грошей. Першими здійснили такі дії Нова Зеландія і Канада, потім до них приєдналися Велика Британія, Фінляндія, Швеція, Австралія та Іспанія. Застосування ТІ поширилося після глобальної системної фінансової кризи 2008 р. Використовувати ТІ стали понад сорок країн, частка яких у світовому валовому внутрішньому продукті (ВВП) становить близько 60% [6]. В Україні шість років існує ТІ [7].

Ще більшу увагу до ТІ приділяють через спад економік в 2020 р. у зв'язку з пандемією COVID-19, що зумовило необхідність пошуку інструментів для відновлення зростання. Основними факторами ТІ є незалежність Центрального банку (ЦБ) і його повноваження встановлювати показник цільової інфляції, підзвітність про досягнення цілей щодо інфляції [6, 7]. Обов'язковим є інформування про встановлені ЦБ цілі інфляції і щоквартальна звітність про її досягнення перед законодавчими органами і урядом країни, а перед громадськістю — через публікації і заяви в засобах масової інформації. Якщо інфляція менша двох відсотків, то вона зумовлює і зберігає депресію економіки, що може спричинити дефляцію. Вихід з такого стану можливий тільки за дефляційними петлями зміни реального ВВП та реальної вартості грошей, що призводить до економічної і фінансової катастрофи через різкий спад факторів виробництва [8]. Висока непередбачувана інфляція порушує справедливий розподіл доходу, перерозподіляє його довільно від інвесторів до боржників, знижує стимули до придбання фінансових активів і гальмує зростання економіки, а інфляційні очікування і недовіра знижують монетарну безпеку. Монетарну безпеку країни визначають за станом банківської системи, який за розширеного відтворення виробничого капіталу зумовлює саморегулювання ринкової рівноваги за інфляцією в заданих ЦБ межах і зростання реального ВВП [4, 9, 10].

Реальний сектор економіки складається з виробничої сфери і невиробничої сфери. Виробнича сфера — це поєднання виробничої системи (виробництво), ринкової системи і банківської системи. Регулятором за зворотним зв'язком ринкової ціни, тобто інфляції, є споживчий попит, який змінюється за кон'юнктурою, що дорівнює добутку ринкової кон'юнктури і кон'юнктури ризиків і стимулів. За обсягом продажів у попередній час товарів і послуг підприємці визначають ринкову кон'юнктуру, яку змінюють пропорційно до кон'юнктури ризиків і стимулів на майбутнє і формують кон'юнктуру споживчого попиту на найближчий період [3, 5, 8]. Пропорційно до кон'юнктури попиту підприємці змінюють кількість працівників і пропорційно до неї змінюється коефіцієнт використання наявного у виробництві капіталу [3, 5, 8, 11]. Коливання кон'юнктури споживчого попиту зумовлюють періодичні коливання кількості працівників та вартості використаного у виробництві капіталу. Унаслідок цього змінюється споживчий попит і його номінальна вартість через інфляцію [12]. Вартість номінального споживчого попиту визначають добутком кількості та швидкості обігових грошей, установлених в економіці банківською системою для ринкового саморегулювання інфляції в заданих межах. Забезпечення ЦБ саморегулювання ринкової рівноваги за інфляцією потребує її вимірювання, згідно з результатами якого регулюють макроекономічні показники країни, змінюючи кількість грошей в обігу. Для моделювання в макроекономіці інфляцію вимірювали близько шістдесяти років з використанням функції рівня безробіття за хибною кривою Філліпса, яку і зараз застосовують центральні банки високорозвинених країн у прогнозних моделях для визначення неіснуючого «оптимального» поєднання інфляції та безробіття [13, 14]. Криву Філліпса використано для побудови багатьох великих моделей DSGE для прогнозування [14].

Модель функціонування економіки за ринкового курсу валюти досліджено в роботі [15], а можливості банківського регулювання макроекономічних процесів розглянуто в [8]. У відкритій економіці країни інфляція вимірюється відношенням інфляційної готівки до безінфляційної готівки і є функцією реального споживчого попиту, готівки в обігу, процентної ставки і рівня безробіття [8, 10, 15]. Далі описано модель регулювання економічного зростання таргетуванням інфляції за аргументами її функції.

### ФУНКЦІЯ ІНФЛЯЦІЇ

Відношенням номінального ВВП  $\omega$  до реального ВВП  $\Omega$  визначається дефлятор ВВП,  $P = \omega / \Omega$ . Інфляція визначається зміною рівня цін щодо рівня цін попереднього періоду, який приймається за одиницю,  $p = P - 1$  [3, 5, 8, 10–12, 15]. Якщо дефлятор ВВП менший за одиницю, відбувається дефляція. Відношенням реального ВВП  $\Omega_t$  періоду  $t$  до номінального ВВП  $\omega_{t-1}$  попереднього періоду  $t-1$  вимірюється зміна  $\delta_t$  реального ВВП у цінах попереднього періоду,

$$\delta_t = \Omega_t / (P_{t-1} \Omega_{t-1}) - 1. \quad (1)$$

Рівновага економіки країни в періоді  $t$  визначається зростанням реального ВВП,  $\delta_t > 0$ . Спад реального ВВП (тобто  $\delta_t < 0$ ) — це порушення рівноваги — економічна криза. Для рівноваги економіки реальний ВВП у кожному періоді повинен бути більше реального ВВП попереднього періоду на величину добутку реального ВВП та інфляції в попередньому періоді,  $\Omega_t - \Omega_{t-1} > > p_{t-1} \Omega_{t-1}$  для  $\delta_t > 0$ . Зменшення інфляції знижує необхідний рівень  $\Omega_t - \Omega_{t-1}$  зростання економіки і підвищує зростання реального ВВП, а збільшення інфляції сповільнює зростання реального ВВП. На цьому базується регулювання зростання економіки центральними банками емпіричним таргетуванням інфляції через зміну кількості грошей в обігу.

Кількість отриманого за розглядуваний період доходу  $M1$ , який дорівнює сумі готівки  $M0$  і депозитів на вимогу  $D_1$ ,  $M1 = M0 + D_1$ , відповідає швидкості обігу грошей  $\mu$ ,  $\mu = \omega / M1$ . Швидкість обігу грошей залежно від встановленої ЦБ процентної ставки  $i$  за попиту на гроші  $M1$  визначено в роботах [3, 5, 8, 10, 12, 15] функцією

$$\mu = \sqrt{2i / \bar{b}}, \quad (2)$$

де  $\bar{b} = b / \bar{\Omega}$  — нормована вартість зняття грошей з рахунку в банку,  $b$  — реальна вартість зняття грошей з рахунку в банку,  $\bar{\Omega}$  — реальний споживчий попит.

За наявної в банківській системі кількості обігових грошей  $M1$  і відношення  $\beta$  готівки  $M0$  до депозитів на вимогу  $D_1$  визначається в аналізованому періоді готівка в обігу  $M0 = M1\beta / (1 + \beta)$ . На валютні операції внутрішнього ринку країни в аналізованому періоді витрачається готівка  $M0_{\text{вл}}$  (валютна готівка), яка зменшує інфляцію. Збільшення кількості готівки  $M0$  в обігу зумовлює зростання інфляції, а її витрата на валютну готівку може спричинити грошову дефляцію. У роботах [8, 10, 15] визначено для курсу валюти  $\lambda$  (грн/дол.) необхідну кількість валютної готівки  $M0_{\text{вл}}$  для проведення валютних операцій залежно від валютного балансу  $S = \gamma E_e + E_{\text{цб}} + E_T - Z_{\text{цб}} - Z_z$ :

$$M0_{\text{вл}} = \lambda S = \lambda(\gamma E_e + E_{\text{цб}} + E_T - Z_{\text{цб}} - Z_z), \quad (3)$$

де  $E_e$  — валютна виручка експортерів,  $\gamma$  — коефіцієнт надходження валюти на ринок від експортерів,  $E_{\text{цб}}$  — валютні надходження на ринок від ЦБ,  $E_T$  — трансферти із закордону та іноземні інвестиції,  $Z_{\text{цб}}$  — попит на ва-

люту ЦБ,  $Z_z$  — попит на валюту імпортерів. Для спрощення вважатимемо, що попит на валюту платників за позиками  $S_z$ , інвесторів в іноземні економіки  $U_z$  і населення  $L_z$  урівноважується пропозицією валюти: позичальниками іноземних кредитів  $S_e$ , іноземними інвесторами  $U_e$  та населенням  $L_e$ , тобто  $S_z + U_z + L_z = S_e + U_e + L_e$ .

Безінфляційна готівка, тобто готівка за нульової інфляції ( $p=0$ ,  $P=1$ ), в аналізованому періоді визначена в роботах [5, 8, 10, 15] функцією

$$\bar{M}0 = \frac{\bar{\Omega}\beta(1-\varphi)^{1/\ln k_0}}{\mu(\beta+1)}, \quad (4)$$

де  $\varphi$  — рівень фактичного безробіття,  $1/\ln k_0$  — коефіцієнт технології виробництва,  $k_0 = K/\Pi_0$  — рівноважна капіталомісткість праці,  $K$  — вартість використаного у виробництві капіталу,  $\Pi_0 = \xi N_0$  — кількість працівників у виробництві за повної зайнятості населення в економіці,  $\xi$  — частка працівників у виробництві від кількості працівників в економіці,  $N_0$  — кількість працівників в економіці з повної зайнятостю населення. Різницею повної зайнятості і фактичної кількості працівників  $N$  визначають фактичне безробіття,  $f_\phi = N_0 - N$ , і рівень фактичного безробіття,

$$\varphi = (N_0 - N) / N_0. \quad (5)$$

Оптимальну пропозицію праці  $N^S$  можна вважати такою, що дорівнює кількості повної зайнятості населення,  $N_0 \approx N^S [w \geq 12 \mathbf{n} / (1+n)] = 0.46T$  [3, 5, 8, 10, 15], де  $w$  — ставка реальної зарплати,  $\mathbf{n} = \text{И}_{\text{дг}} / (TP)$  — реальний дохід домашніх господарств з капіталу на одного жителя країни,  $T$  — чисельність населення,  $n$  — ставка пенсійного податку із зарплати; число 12 визначається графіком функції  $N^S / T$  від аргументу  $w(1+n)/\mathbf{n}$  за умовою оптимальності [3, с. 53, рис. 10]. Звідси рівень безробіття відповідно до (5) визначається для відомих чисельності населення  $T$  і кількості працівників в економіці  $N$ .

Вироблений реальний ВВП апроксимується функцією кількості працівників  $\Pi$  і капіталу вартістю  $K$ , задіяних у виробництві:

$$\Omega = \sigma Q = \sigma \Pi^{1/\ln k_0} K^{1-1/\ln k_0}, \quad (6)$$

де  $Q$  — реальний сукупний продукт,  $\sigma$  — коефіцієнт матеріаломісткості виробництва [3, 5, 8, 10, 12, 15].

Наявний у виробництві капітал вартістю  $K_{\text{вп}}$  використовують не в повному обсязі, а залежно від кон'юнктури споживчого попиту пропорційно до коефіцієнта використання  $\nu$ ,  $K = \nu K_{\text{вп}}$  [3, 5, 8, 11, 12, 15]. Підприємці регулюють обсяг виробництва в періоді  $t$  за обсягом продажу в попередні періоди, змінюючи кількість працівників  $\Pi_t$  відповідно до кількості працівників в попередньому періоді  $\Pi_{t-1}$  за кон'юнктурою  $\mathfrak{R}_t$  споживчого попиту,  $\Pi_t = \mathfrak{R}_t \Pi_{t-1}$  [3, 5, 8, 12, 15]. Кон'юнктуру споживчого попиту визначають добутком ринкової кон'юнктури  $\mathfrak{R}_p$  і кон'юнктури  $\mathfrak{R}_{rs}$  ризиків і стимулів,  $\mathfrak{R} = \mathfrak{R}_p \mathfrak{R}_{rs}$ . За умови вільної конкуренції і наявності невикористовуваного капіталу ринкова кон'юнктура визначається функцією

$$\mathfrak{R}_{p,t} = \delta_{t-1} - \delta_{t-2} + 1, \quad (7)$$

а кон'юнктура ризиків і стимулів — добутком коефіцієнтів  $\mathfrak{R}_{rs} = \mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_2 \mathfrak{N}_3 \dots \mathfrak{N}_m$  наявних факторів [3, 5, 8, 12, 15]. Зміна кількості працівників за кон'юнктурою споживчого попиту спричиняє пропорційну зміну коефіцієнта використання капіталу,

$$\nu_t = \mathfrak{R}_t \nu_{t-1} = \nu_{t-1} \Pi_t / \Pi_{t-1}. \quad (8)$$

Вартість наявного у виробництві капіталу виражається функцією [3, 5, 8, 10, 15]:

$$K_{врt} = P_{t-1}K_{врt-1} + J_{чt-1} - \Delta_{t-1}, \quad (9)$$

де  $J_{чt-1}$  — чисті інвестиції і  $\Delta_{t-1}$  — недоамортизація капіталу в  $t-1$  періоді.

Реальний споживчий попит вимірюється реальним ВВП за повної зайнятості населення,  $N = N_0$ , тобто відповідно до (6):

$$\bar{\Omega} = \sigma K e^{-1}, \quad (10)$$

де  $e = 2.71828$  — основа натурального логарифма.

За умови рівноваги на ринку благ номінальний споживчий попит  $P_{гр}\bar{\Omega}$  дорівнює грошовій сукупній пропозиції товарів і послуг  $P\Omega$ :

$$\omega = P_{гр}\bar{\Omega} = P\Omega \text{ для } P \geq 1. \quad (11)$$

Рівновага на ринку грошей можлива за умови, що кількість грошей в розглянутому за період кругообігу  $M1\mu$  дорівнює номінальному споживчому попиту  $P_{гр}\bar{\Omega}$ , коли грошовий дефлятор не менший одиниці [3, 5, 8, 10, 12, 15]:

$$M\mu = P_{гр}\bar{\Omega} \text{ для } P_{гр} \geq 1. \quad (12)$$

Якщо грошовий дефлятор менший одиниці, то неможливо задовольнити номінальний споживчий попит, не підвищуючи вартості грошей; отже, порушується рівновага на ринку грошей, настає грошова дефляція  $p_{гр} = P_{гр} - 1 < 0$ . В економіці ринкова рівновага забезпечується за умови рівноваги на ринках грошей і благ, а також за наявності безробіття на ринку праці [3, 5, 8, 10–12, 15–17]. Відношенням реального споживчого попиту  $\bar{\Omega}$  до реальної пропозиції благ  $\Omega$  визначається виробничий дефлятор,  $P_{вр} = \bar{\Omega} / \Omega$ , звідси відповідно до (6) і (5) отримаємо

$$P_{вр} = \bar{\Omega} / \Omega = (N_0 / N)^{1/\ln k_0} = (1 - \varphi)^{-1/\ln k_0}. \quad (13)$$

Дефлятор ВВП згідно з (11) дорівнює добутку грошового і виробничого дефляторів,

$$P = P_{гр}P_{вр}. \quad (14)$$

Зміна реального ВВП залежно від інфляції визначається дефляційними петлями [8]. Залежність зміни реального ВВП від дефлятора ВВП періоду  $t-1$  отримуюмо відповідно до (1), (6), (8), (9):

$$\delta_t = \frac{\sigma_t (\Pi_{t-1} \mathfrak{R}_t)^{1/\ln k_{0t}}}{P_{t-1}^{1/\ln k_{0t}} \Omega_{t-1}} \{v_{t-1} \mathfrak{R}_t [K_{врt-1} + (J_{чt-1} - \Delta_{t-1}) / P_{t-1}]\}^{1-1/\ln k_{0t}} - 1. \quad (15)$$

Звідси випливає, що найбільше зростання реального ВВП для емпіричного таргетування інфляції відбувається, якщо дефлятор ВВП дорівнює одиниці, тобто у попередньому  $t-1$  періоді інфляція дорівнює нулю. У реальній економіці не може бути нульової інфляції, оскільки вона має місце згідно з (5), (13) і (14) тільки у разі, якщо значення грошової інфляції і фактичного безробіття дорівнюють нулю. Інфляція, менша за 2 %, за завжди наявного фактичного безробіття зумовлює граничну грошову дефляцію,  $(1 - \varphi)^{1/\ln k_0} - 1 < \bar{p}_{гр} < 0$ , яка спричиняє і зберігає депресію економіки із зростанням реального ВВП не більше, ніж на 2 % [5, 8, 12, 15]. Наприклад, депресія, яка відбувалася в економіці Австрії, могла б за період 2019–2023 років зумовити економічне зростання на 1.6 % за рік (1.8 % зростання в 2014–2018 роках), що незначно перевищує се-

редні показники у зоні використання євро [18, с. 224]. За умови розширеного відтворення використовуваного у виробництві капіталу депресія економіки може бути довготривалою, якщо ЦБ підтримує граничну грошову дефляцію. Емпіричне таргетування інфляції зменшенням її до граничного рівня, що викликає грошову дефляцію і перехід у депресію, знижує необхідне для рівноваги зростання економіки, тому підвищує згідно з (15) до одного відсотка зростання реального ВВП, що залежить від інфляції попереднього періоду. Збільшення інфляції щодо граничного рівня зменшує зростання реального ВВП також до одного відсотка.

Оскільки  $M1 = M0(1 + \beta) / \beta$ , згідно з (8) маємо  $M0 = P_{\text{гр}} \bar{\Omega} \beta / [\mu(1 + \beta)]$  і згідно з (13) і (14) дефлятор ВВП дорівнює відношенню готівки в обігу  $M0$  до безінфляційної готівки  $\bar{M}0$  відповідно до (4):

$$M0 / \bar{M}0 = P_{\text{гр}} (1 - \varphi)^{-1/\ln k_0} = P. \quad (16)$$

Потрібна кількість готівки  $M0$  в аналізованому періоді  $t$  визначається ЦБ регулюванням інфляції  $p$  і діями на валютному ринку відповідно до (3). Сума валютної готівки  $M0_{\text{вл}}$  і готівки через регулювання інфляції (інфляційна готівка)  $M0_{\text{ін}}$  дорівнює різниці наявної готівки  $M0$  і готівки  $M0_{t-1}$  в попередньому  $t-1$  періоді,  $M0_{\text{вл}} + M0_{\text{ін}} = M0 - M0_{t-1}$ . Інфляційна готівка дорівнює різниці наявної готівки і готівки за безінфляційного споживчого попиту,

$$M0_{\text{ін}} = M0 - \bar{M}0 = M0 - M0_{t-1} - M0_{\text{вл}}. \quad (17)$$

З урахуванням (16) і (17) визначаємо інфляцію  $p = P - 1 = (M0 - \bar{M}0) / \bar{M}0 = M0_{\text{ін}} / \bar{M}0$ . Згідно з (17), (4) і (3) отримаємо залежність інфляції від готівки, співвідношення готівки до депозитів на вимогу, валютної готівки, процентної ставки, реального споживчого попиту і рівня безробіття,

$$p = \frac{M0_{\text{ін}}}{\bar{M}0} = \frac{(M0 - M0_{t-1} - \lambda S)(1 + \beta)\sqrt{2i/b}}{\bar{\Omega}\beta(1 - \varphi)^{1/\ln k_0}}.$$

Звідси після перетворення відповідно до (10) визначимо функцію інфляції від готівки, співвідношення готівки до депозитів на вимогу, валютної готівки, процентної ставки, вартості використовуваного у виробництві капіталу, коефіцієнта матеріаломісткості виробництва і рівня безробіття:

$$p = \frac{(M0 - M0_{t-1} - \lambda S)(1 + \beta)\sqrt{2i/b}}{\beta\sigma K(1 - \varphi)^{1/\ln k_0}}. \quad (18)$$

#### МОДЕЛЬ РЕГУЛЮВАННЯ ЗРОСТАННЯ ЕКОНОМІКИ ТАРГЕТУВАННЯМ ІНФЛЯЦІЇ

Для отримання за функцією інфляції (18) її цільових значень на середньостроковому циклі потрібно враховувати на початок розглядуваного року  $t$  статистичні дані за попередній  $t-1$  рік про чисельність населення  $T$ , коефіцієнт матеріаломісткості виробництва  $\sigma$ , кількість готівки  $M0_{t-1}$ , вартість  $K_{\text{вр } t-1}$  наявного у виробництві капіталу, кількість працівників у виробництві  $\Pi$ , частку  $\xi$  працівників у виробництві від кількості працівників в економіці. Центральний банк, визначаючи цільові значення інфляції за розглядуваний рік  $t$ , може побудувати згідно з (18) номограму функції інфляції  $p$  залежно від зміни наявних у нього інструментів регулювання: процентної ставки  $i$  та валютної готівки,  $M0_{\text{вл}} = \lambda S$ , за наявних кількості грошей в обігу  $M1$ , відношення готівки до депозитів на вимогу  $\beta$ , вартості використовуваного капіталу  $K$ , коефіцієнта матеріаломісткості  $\sigma$  та коефіцієнта технології у виробництві  $1/\ln k_0$ .

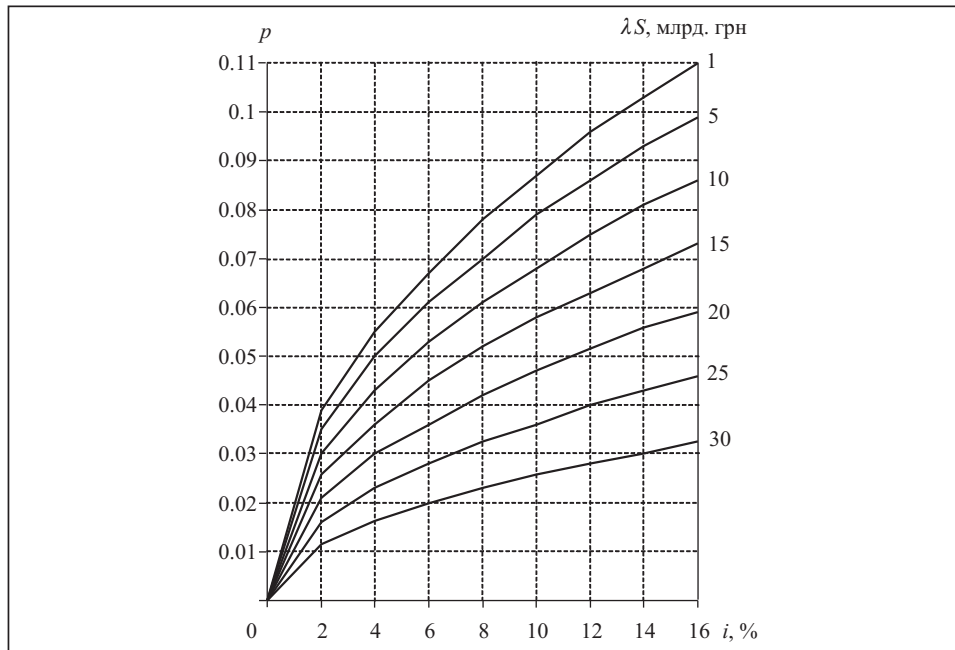


Рис. 1. Функція інфляції  $p$  від процентної ставки  $i$  та валютної готівки  $\lambda S$  в 2019 р.

На рис. 1 зображено номограму можливих значень інфляції в економіці України за наявних згідно зі статистикою [19] в 2019 р. [8, табл. 1] показників:  $T = 41.9$  млн. чол.,  $N = 15.107$  млн. чол.,  $M0_{2018} = 374.35$  млрд. грн,  $\sigma = 0.45$ ,  $K = 22346.28$  млрд. грн,  $1/\ln k_0 = 0.0702$ ,  $\varphi = 0.216$ , а також згідно з нормованою вартістю зняття грошей з рахунку в банку  $\bar{b} = 0.01$ . За наявних в 2019 р. значень  $M1_{2019} = 832$  млрд. грн,  $\beta = 1.25$ , змінюючи інструменти Національного банку України (НБУ) для регулювання інфляції, а саме відсоткову ставку  $i = 0\text{--}16\%$  і кількість валютної готівки  $\lambda S = 1\text{--}30$  млрд. грн, можна обчислити значення інфляції згідно з (18)  $p = 0.000474 (42.15 - \lambda S)\sqrt{200i}$  і побудувати номограму функції інфляції.

З номограми на рис. 1 випливає, що за наявних у 2019 році в банківській системі  $M1_{2019} = 832$  млрд. грн,  $\beta = 1.25$ , інфляції  $p = 0.082$  і процентної ставки  $i = 14\%$  потрібно валютної готівки  $\lambda S = 9.5$  млрд. грн, а за умови наявності валютної готівки  $\lambda S = 30$  млрд. грн і процентної ставки  $i = 9\%$  інфляція зменшується до  $p = 0.024$ . У межах номограми можлива лінійна інтерполяція обчислюваних значень. У разі цільової інфляції  $5\%$  за наявності валютної готівки  $5$  млрд. грн потрібно, щоб процентна ставка становила  $4\%$ . Для іншої кількості обігових грошей  $M1$  ЦБ потрібно побудувати відповідну номограму і за результатами аналізу приймати рішення щодо цільових значень таргетування інфляції.

За розробленою моделлю зростання економіки у табл. 1 наведено цільові показники таргетування інфляції в Україні за 2021–2023 роки у разі виходу зі спаду в 2020 р., зумовленого пандемією COVID-19.

За моделлю функціонування відкритої економіки країни, запропонованою в роботах [8, 15], з урахуванням статистичних показників 2019 і 2020 років [19–23] згідно з (9) визначено вартість  $K_{вр} = P_{t-1}K_{вр2020} + J_{ч2020} - \Delta_{2020} = 33313.64$  млрд. грн наявного у виробництві капіталу в 2021 році, а відповідно до змін реального ВВП  $\delta$  визначено ринкову кон'юнктуру згідно з (7)  $\mathfrak{R}_p = \delta_{2020} - \delta_{2019} + 1 = 0.928$ . Вжиті

Таблиця 1

Найменування показників економіки	Можливі показники економіки за роками				
	2019	2020	2021	2022	2023
	Вихідні дані				
Чисельність населення $T$ , млн. чол.	41.9	41.7	41.5	41.3	41.1
Результати моделювання					
Виробничий капітал $K_{вр}$ , млрд. грн	27251.2	29777.25	33313.64	35408.71	37660.1
Ринкова кон'юнктура $\mathfrak{R}_p$	1.02	1	0.928	1.066	1.033
Кон'юнктура ризиків і стимулів $\mathbb{R}_{rs}$	1	0.95	1.09	0.98	1
Кон'юнктура попиту $\mathfrak{R}$	1.02	0.95	1.012	1.044	1.033
Працівники у виробництві $\Pi$ , млн. чол.	11.46	10.89	11.02	11.505	11.88
Коефіцієнт використання капіталу $\nu$	0.827	0.786	0.795	0.83	0.857
Використовуваний капітал $K$ , млрд. грн	22438.00	23394.5	26484.34	29389.23	32274.7
Працівники в економіці $N$ , млн. чол.	15.28	14.52	14.69	15.34	15.84
Рівноважний труд $N_0$ , млн. чол.	19.274	19.182	19.09	19.00	18.906
Рівень фактичного безробіття $\varphi$	0.207	0.243	0.23	0.193	0.162
Коефіцієнт технології $1/\ln k_0$	0.0701	0.0699	0.0693	0.0688	0.0683
Реальний ВВП $\Omega$ , млрд. грн	3659.52	3799.31	4305.38	4792.68	5280.00
Реальний споживчий попит $\bar{\Omega}$	3714.91	3872.86	4384.37	4 865.26	5342.94
Зміна реального ВВП $\delta$ , %	3.2	-4.0	2.65	6.0	4.9
Виробничий дефлятор $P_{вр}$	1.016	1.0196	1.0183	1.015	1.0119
Цільові значення за номограмою таргетування					
Обігові гроші $M1$ , млрд. грн	747.53	1050	1300	1590	1942
Відношення готівки до депозитів на вимогу $\beta$	1.25	1.27	1.25	1.2	1.15
Дефлятор ВВП $P$	1.081	1.104	1.05	1.05	1.04
Процентна ставка $i$	14	8	6	5	4
Швидкість обігу грошей $\mu$	5.292	4	3.464	3.162	2.828
Валютна готівка $M0_{вл} = \lambda S$ , млрд. грн	11.383	113.58	100	104.76	131.16
Номінальний ВВП $\omega$ , млрд. грн	3955.95	4194.1	4520.65	5032.31	5491.00
Реальний сукупний продукт $Q$ , млрд. грн	8795.707	9 267.13	10007.11	11182.9	12202
Коефіцієнт матеріаломісткості $\sigma$	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Грошовий дефлятор $P_{гр}$	1.065	1.083	1.031	1.034	1.025
Чисті інвестиції $J_R$ , млрд. грн	431.4	556.53	561.79	628	679.2
Недоамортизація капіталу $\Delta$ , млрд. грн	112.7	116.97	132.4	147	161.37
Наявна готівка $M0$ , млрд. грн	417.67	587.44	722.22	867.27	1038.74
Безінфляційна готівка $\bar{M}0$ , млрд. грн	385.73	531.25	689	826.98	998.43
Інфляційна готівка $M0_{ін}$ , млрд. грн	31.94	56.19	32.22	40.29	40.31

урядом заходи з відновлення індустріального потенціалу, відродження оборонної, авіаційної, суднобудівної та інших галузей промисловості, а також інфраструктурне



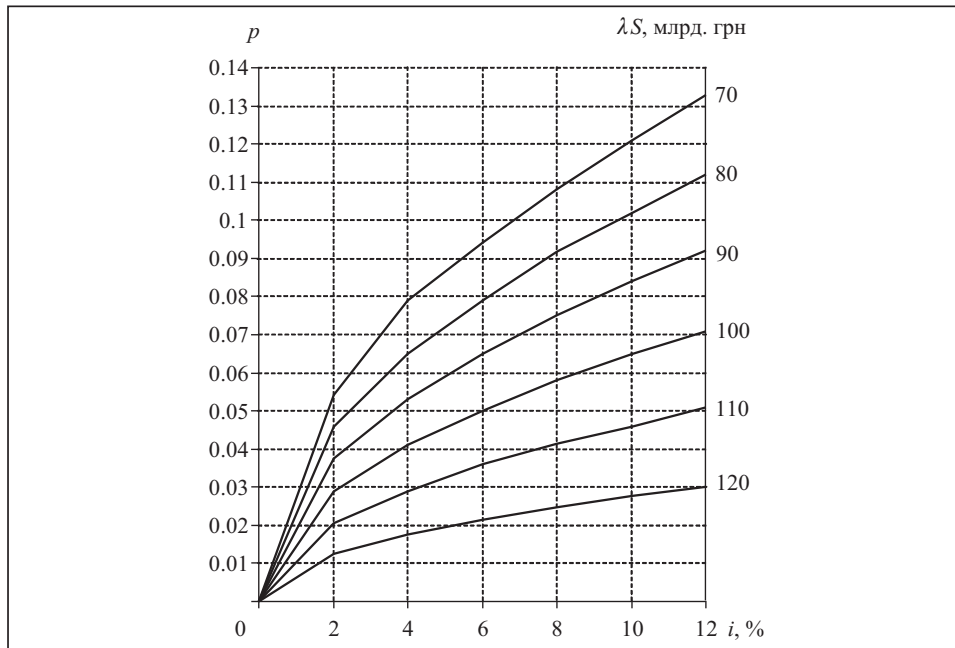


Рис. 2. Функція інфляції  $p$  від процентної ставки  $i$  та валютної готівки  $\lambda S$  в 2021 р.

будівництво дають змогу забезпечити у 2021 році кон'юнктуру ризиків і стимулів  $\mathbb{R}_{rs} = 1.09$ , і тоді отримаємо кон'юнктуру споживчого попиту  $\mathfrak{R} = \mathfrak{R}_p \mathbb{R}_{rs} = 1.012$ . За кон'юнктурою попиту згідно зі статистикою 2020 р. визначаються в 2021 р. кількість працівників  $\Pi = \Pi_{2020} \mathfrak{R} = 11.02$  млн. чол., коефіцієнт використання капіталу  $\nu = \nu_{2020} \mathfrak{R} = 0.795$  і вартість використовуваного капіталу  $K = \nu K_{вр} = 26484.34$  млрд. грн. Визначаються кількість працівників в економіці  $N = \Pi / \xi = 14.69$  млн. чол. і кількість працівників за повної зайнятості населення в економіці  $N_0 = 0.46T = 19.09$  млн. чол., коефіцієнт технології виробництва  $1 / \ln k_0 = 1 / \ln [K / (\xi N_0)] = 0.0693$  і рівень фактичного безробіття  $\varphi = (N_0 - N) / N_0 = 0.23$ . Реальний ВВП обчислюється згідно з (6)  $\Omega = \Pi^{1/\ln k_0} K^{1-1/\ln k_0} = 4305.38$  млрд. грн, реальний споживчий попит — згідно з (10)  $\bar{\Omega} = \sigma K e^{-1} = 4384.37$  млрд. грн, виробничий дефлятор — згідно з (13)  $P_{вр} = \bar{\Omega} / \Omega = 1.0183$ . Визначається згідно з (1) зростання реального ВВП  $\delta = \Omega / \omega_{t-1} = 2.65\%$ . За наявними показниками для 2021 року  $M1_{2020} = 1050$  млрд. грн,  $\sigma = 0.45$ ,  $K = 26484.34$  млрд. грн,  $1 / \ln k_0 = 0.0693$ ,  $\varphi = 0.23$ ,  $M1_{2021} = 1300$  млрд. грн,  $\beta = 1.25$ ,  $\bar{b} = 0.01$  визначається функція інфляції від процентної ставки і валютної готівки згідно з (18)  $p = 0.0004185(134.78 - \lambda S)\sqrt{200i}$ . Змінюючи інструменти регулювання інфляції — процентну ставку  $i = 0-12\%$  і валютну готівку  $M0_{вл} = \lambda S = 70-120$  млрд. грн, можна побудувати номограму функції інфляції, наведену на рис. 2, і визначити на 2021 р. цільові значення: інфляцію, процентну ставку і валютну готівку.

Відповідно до номограми визначаємо (рис. 2) за цільовим значенням інфляції  $p = 0.05$  процентну ставку  $i = 6\%$  і валютну готівку  $M0_{вл} = \lambda S = 100$  млрд. грн, а за цільовим значенням інфляції  $p = 0.06$  — процентну ставку  $i = 8\%$  і валютну готівку  $M0_{вл} = \lambda S = 98$  млрд. грн. Цільовими значеннями будуть  $p = 0.05$ ,  $i = 6\%$ ,  $M0_{вл} = \lambda S = 100$  млрд. грн. За дефлятором ВВП  $P = 1 + p = 1.05$  визначаємо номінальний ВВП  $\omega = P\Omega = 4520.65$  млрд. грн і грошовий дефлятор згідно з (11), (13)  $P_{гр} = P / P_{вр} = 1.031$ . За умовами моделювання регульовані

урядом чисті інвестиції мають значення  $J_{\text{ч}} = 0.3(\omega - 0.1K) = 561.79$  млрд. грн, а недоамортизація капіталу становить  $\Delta = 0.005K = 132.4$  млрд. грн. Визначаємо швидкість обігу грошей  $\mu = 3.464$  згідно з (2) і кількість обігових грошей  $M1 = \omega / \mu = 1305$  млрд. грн, готівку  $M0 = M1\beta / (1 + \beta) = 722.22$  млрд. грн. Обчислюємо за формулою (4) безінфляційну готівку  $\bar{M}0 = 689$  млрд. грн і за формулою (17) — інфляційну готівку  $M0_{\text{ін}} = 32.22$  млрд. грн. Точну кількість валютної готівки визначаємо для цільових значень  $p = 0.05$ ,  $i = 6\%$  згідно з (17)  $M0_{\text{вл}} = \bar{M}0 - M0_{t-1} = 101.56$  млрд. грн. За показниками 2021 р. і наявними показниками 2020 р. визначаємо показники 2022 р. з цільовою інфляцією 5 % і зростанням реального ВВП 6 % і далі показники 2023 р. з цільовою інфляцією 4 % і зростанням реального ВВП 4.9 %.

## ВИСНОВКИ

Емпіричне таргетування інфляції за цільовими значеннями є поширеним інструментом центральних банків з регулювання зростання реального ВВП. Зменшення інфляції до граничного рівня, що спричиняє грошову дефляцію і перехід у депресію, знижує необхідне для рівноваги зростання економіки, а тому підвищує зростання реального ВВП, яке залежить від інфляції попереднього періоду, а збільшення інфляції від граничного рівня зменшує зростання реального ВВП у межах одного відсотка.

За теорією відтворення економіки країни інфляція визначена математичною функцією кількості готівки в обігу, співвідношення готівки до депозитів на вигому, валютної готівки, процентної ставки, вартості використовуваного у виробництві капіталу, коефіцієнта матеріаломісткості виробництва і рівня безробіття.

Розроблена модель регулювання економічного зростання таргетуванням інфляції на відміну від емпіричного таргетування інфляції дає змогу визначати на середньострокову перспективу цільові макроекономічні показники розгляданого періоду за макроекономічними показниками попереднього періоду і номограмою функції інфляції від її аргументів.

Здійснене моделювання зростання економіки України протягом 2021–2023 років після спаду реального ВВП в 2020 році внаслідок пандемії COVID-19 продемонструвало простоту і зручність використання номограми функції інфляції. За регульованого урядом розширеного відтворення наявного у виробництві капіталу і забезпечення НБУ монетарної безпеки можна досягти цільового значення інфляції 5 % у 2021 і 2022 роках із зростанням реального ВВП 2.56 % і 6 % відповідно і отримати цільові значення інфляції 4 % в 2023 році із зростанням 4.9 % реального ВВП.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Phillips A.W. The relationship between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861–1957. *Economica*. 1958. Vol. 25, Iss. 100. P. 283– 299.
2. Barro R., Grilli V. *Macroeconomic*. Munchen: Europäische Perspektive, 1996. 637 p.
3. Дунаев Б.Б. Благосостояние — труд, капитал и деньги: Основы теории воспроизводства. 2-е изд. доп. Киев: Интердрук, 2013. 231 с.
4. Єфименко Т.І. Фіскальна та монетарна безпека національної економіки. Київ: ДННУ «Акад. фін. управління», 2016. 447 с.
5. Dunaev B.B. Non-inflationary consumer demand. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2016. Vol. 52, N 4. P. 588–599.

6. Murphy R. Explaining inflation in the aftermath of the Great Recession. *Journal of Macroeconomics*. 2014. Vol. 40, Iss. C. P. 228–244.
7. Данилишин Б. Шість років інфляційного таргетування в Україні: над чим варто задуматися? URL: [https://lb.ua/blog/bogdan\\_danylysyn/491781\\_shist\\_rokiv\\_inflyatsynogo.html](https://lb.ua/blog/bogdan_danylysyn/491781_shist_rokiv_inflyatsynogo.html).
8. Dunaev V.B. Banking regulation of macroeconomic processes. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2021. Vol. 57, N 1. P. 108–123.
9. Iefymenko T. Fiscal regulation of national economies' sustainable growth. *Sci. Innov.* 2020. Vol. 16, N 5. P. 20–35. <https://doi.org/10.15407/scine16.05.020>.
10. Дунаєв В.В. Регулювання інфляції в макроекономіці. *Наукові праці НДЦФІ*. 2020. № 4. С. 80–94.
11. Sachs J.D., Larrain B.F. *Macroeconomics in the global economy*. Pearson: College Div., 1993. 798 p.
12. Dunaev V.B. Dynamics of economic cycles. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2017. Vol. 53, N 2. P. 293–307.
13. Gosselin M.-A., Lalonde R. MUSE: The bank of Canada new projection model of the U.S. economy. Bank of Canada Technical Report No. 96. 2005. 74 p.
14. Nazir S., Saeed S., Muhammad S. Atta, Threshold modeling for inflation and GDP growth. 2017. MPRA Paper 79649. University Library of Munich, Germany. 22 p.
15. Dunaev V.B., Lyubich A.A. Model of functioning of the economy at the market rate of currency. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2020. Vol. 56, N 1. P. 126–138.
16. Горбачук В.М. Макроекономічні методи. Київ: Альтерпрес, 1999. 263 с.
17. Горбачук В.М. Макроекономічні методи: теорії та застосування. Київ: Кий, 2000. 271 с.
18. Baumgartner J., Kaniovski S., Pitlik H. Update der mittelfristigen Prognose der Österreichischen Wirtschaft 2019 bis 2023. Monatsberichte (monthly reports). *WIFO*. 2019. Vol. 92(4). P. 221–230.
19. Грошово-кредитна та фінансова статистика. URL: <http://www.bank.gov.ua>.
20. World economic outlook database. October 2020 IFM. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/02/weodata/index.aspx>.
21. Економічна статистика /2019/2020. Національні рахунки. URL: [http://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/nac\\_r.htm](http://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/nac_r.htm).
22. Вартість основних засобів в зведених національних рахунках. URL: [https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2007/ibd/voz/voz\\_u/voz06\\_u.htm/](https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2007/ibd/voz/voz_u/voz06_u.htm/).
23. Денежная масса M0, M1, M2, M3 в Украине. URL: <https://take-profit.org/statistics/money-supply-m1/ukraine/>.

**T.I. Iefymenko, V.B. Dunaev, A.A. Lyubich**  
**INFLATION TARGETING MODEL IN MACROECONOMICS**

**Abstract.** Empirical targeting by lowering inflation to the marginal level that causes monetary deflation and transition to depression is shown to increase the growth of real GDP, while increasing inflation from the marginal level reduces the growth of real GDP. Inflation is expressed according to the theory of reproduction of the country's economy by the mathematical function of the amount of money in circulation, hard currency, interest rate, the cost of capital loaded in production, the coefficient of material consumption of production, and unemployment rate. A model for regulating the economy by targeting inflation is developed, which allows the Central Bank to determine the target indicators for the period under consideration based on the statistical indicators of the previous period and the nomogram of the inflation function of its arguments. The growth of the Ukrainian economy was simulated with a target inflation of four percent during 2021–2023 after the recession in 2020 caused by the coronavirus pandemic.

**Keywords:** macroeconomics, regulation, market, equilibrium, labor, capital, money, interest rate, currency, exchange rate, crisis, depression, inflation, targeting.

*Надійшла до редакції 22.02.2021*