

МОДЕЛЮВАННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ПРОЦЕСІВ ІНФЛЯЦІЇ

Пропонується синергетичний підхід у моделюванні нелінійних інфляційних процесів на макрорівні. Підґрунтям моделі виступає принцип транзитивності в теорії економічної рівноваги, що описується системою звичайних диференціальних рівнянь. Враховано запізнення реакції системи на кількісні зміни грошового та виробничого сектора економіки. На основі моделі запропонований один з інструментів, що забезпечує безінфляційне підвищення рівня монетизації економіки.

Предлагается синергетический подход в моделировании нелинейных инфляционных процессов на макроуровне. Основой модели выступает принцип транзитивности в теории экономического равновесия, описываемого системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Учтены опоздание реакции системы на количественные изменения денежного и производственного сектора экономики. На основе модели предложен один из инструментов, который обеспечивает повышение уровня монетизации без инфляционных последствий.

A synergistic approach in nonlinear inflation modeling on the macro level is suggested. The transitivity principle in the theory of economic equilibrium, described by a system of ordinary differential equations emerges as a background model. The lateness of response system of quantitative monetary and industrial sector is taken into account. One of the tools the provides non-inflation .increasing of the economy monetization is suggested on the model basis.

Ключові слова: інфляція, емісія, монетизація, валовий продукт, інвестиції, лаг, динаміка, нелінійність, неперервність.

Новітня історія України, починаючи з перших років незалежності, характеризується постійною наявністю інфляційних процесів. Здавалось, що помірні темпи інфляції на початку нового тисячоліття на фоні гіперінфляції 90-х років дозволяють стверджувати про опанування та контролювання українським управлінським менеджментом процесів ціноутворення. Однак світова криза 2008 року спростувала оптимістичні прогнози щодо розвитку фінансової системи в Україні і виявила скриті причини активізації інфляційних процесів та неефективність самостійної боротьби з наслідками нової хвилі інфляції. Таким чином, управління оптимальним рівнем інфляції в українському суспільстві, зокрема заради досягнення економічного розвитку в довгостроковій перспективі, є невідкладним завданням сьогодення.

Значна кількість праць як зарубіжних так і вітчизняних авторів присвячується проблемам моделювання інфляції [4, 8, 9]. Широта поглядів на природу, сутність, механізми виникнення, неоднозначність проявів свідчать про неповноту знань природної зумовленості цього явища. Крім того, недостатність знань про істинні джерела інфляції призводить до малоефективної боротьби з нею. Українська влада, як правило, користуючись доктриною жорсткої фінансової політики, досягає прийнятних темпів інфляції занадто великою ціною. Наслідком такої політики є втрачені темпи розвитку вітчизняної економіки. Тому проблема інфляції повинна розглядатись у контексті макроекономічних взаємозв'язків і їх динаміки, оскільки інфляція є динамічним процесом, який має двосторонній зв'язок з розвитком основних соціально-економічних показників. У даному випадку особливо цінним є

вивчення її динамічних характеристик на підґрунті нелінійної зміни інфляційних процесів.

В останні роки отримали новий імпульс публікації з аналізу перехідних процесів економіки на підґрунті математичного моделювання, використовуючи звичайні диференціальні рівняння. Одна з тез цих досліджень полягає у проведенні як якісного, так і формально-математичного аналізу розвитку економічних систем у термінах синергетики – полідисциплінарної науки, яка досліджує загальні принципи еволюції і самоорганізації складних систем на основі нелінійних математичних моделей.

Зокрема, в [3, с.15] розглядається інфляція як механізм еволюції ринку і явище синергетичної природи, коли інфляційні імпульси, які постійно породжуються ринком, одночасно компенсуються ефективним економічним зростанням.

Мета статті – сформулювати основні передумови і принципи синергетичного підходу у моделюванні інфляції.

Розглянемо детально один з основних принципів моделювання переходу економічної системи від одного стану гармонійної рівноваги до іншого. Такий перехід будемо називати процесом самоорганізації – намаганням системи під дією законів функціонування встановити нові значення параметрів, що відповідають збалансованому стану. Процес самоорганізації може бути описаний за допомогою такого диференціального рівняння:

$$x' = k(x_n - x_o), \quad (1)$$

де x – кількісна характеристика деякого економічного показника; x' – похідна по часу t ; k – швидкість реакції системи на встановлення нового рівноважного значення x_n ; x_o – старе значення змінної x .

Економічна інтерпретація коефіцієнта k полягає у визначенні часу (лагу), який необхідний для переходу до нового положення економічної підсистеми внаслідок дії порушників стану рівноваги.

Повертаючись до моделювання інфляційних процесів, необхідно визначити питання, на які можна отримати відповіді в умовах синергетичного підходу. Важливим питанням сучасної економічної теорії є визначення взаємної поведінки інфляції і економічного зростання. Одним з основних показників росту виступають обсяги реального ВВП. Таким чином, моделювання інфляції має ґрунтуватись на моделі структурних зв'язків та впливу двох блоків економічної системи: фінансового і виробничого.

Зазначені вище особливості синергетичного підходу вимагають формалізації моментів економічної рівноваги засобами математичного апарату.

Так, у праці [10, с.5] описується практична цінність загальновідомого рівняння грошового обміну Фішера:

$$Mv = pY . \quad (2)$$

У світлі відповідності статистичним спостереженням вітчизняної економіки, з певним відхиленням, рівняння (2) може бути інтерпретовано як стан гармонійного спокою.

З позицій виробничого балансу будемо розглядати рівняння частки валових інвестицій у реальному ВВП [5, с.19]:

$$Y = I/r , \quad (3)$$

де r – частина ВВП, що вироблена внаслідок залучення інвестиційних ресурсів I .

Сучасна модель економіки є складним явищем з позицій визначення моментів рівноваги або спокою. Пояснити це можна постійною активністю економічних чинників, і не тільки, коли система знаходиться в стані спокою, а й протягом процесу самоорганізації системи до показників нового стану рівноваги. Іншими словами, система, яка знаходиться постійно в процесі переходу – є динамічним об'єктом, а внаслідок своєї складності ця динаміка зазвичай нелінійна. Покажемо у цьому плані для вітчизняної економіки є 2002 рік, коли виконується рівність (2) з малою похибкою у 4%. В інші роки похибка була достатньо великою.

Наступним виникає питання про визначення спектра чинників порушення стану рівноваги у фінансовому секторі, з одного боку, які призводять до інфляційних імпульсів, та сфери виробництва, з іншого боку, що дозволяють нейтралізувати наслідки підвищення цін, а можливо, не дають розвинути інфляції взагалі.

Історія інфляційних процесів в Україні свідчить про питому вагу інфляційного потенціалу, закладеного в монетарній частині економіки у вигляді емісійного тиску, девальвації національної валюти, кредитної експансії банківської сфери та залучення іноземних кредитів для погашення державного боргу. Хоча і поряд з інфляцією попиту спостерігається інфляція пропозиції, яка утворюється через процес подорожчання витрат виробництва, на думку автора, у вітчизняній економіці грошова маса залишається головним джерелом розвитку інфляційного процесу. Звідси визначимо параметр M головним порушником моменту рівноваги описаним рівнянням (2). Збільшення обсягу грошової маси будемо називати емісією і розглядати як функцію часу $m(t) = \Delta M(t)/M_0$, де M_0 – існуючі обсяги грошей, $\Delta M(t)$ – приріст грошей в момент t .

Важливим аспектом інфляційних процесів виступає обсяг реально виготовленого національного продукту, або найімовірніше, служить інструментом боротьби з інфляцією, оскільки в умовах падіння обсягів виробництва чи недостатніх темпів зростання, економіка покриває нестачу товарної маси імпортом, який, в свою чергу, призводить до розвитку процесів

імпортіваної інфляції. Можливо, саме підвищення реального виробництва і є найефективнішим інструментом боротьби з інфляцією.

Збурюючим фактором моменту рівноваги в (3) будемо вважати збільшення обсягів реального інвестування, тобто збільшення параметра I .

Дослідження впливу грошової маси на інфляцію, що проводились у різних країнах, свідчать про наявність часового лагу між змінною грошової маси та, зміною рівня цін. Існування часового лагу пояснюється тривалістю процесу монетарної трансмісії, відображає вплив зміни пропозиції грошей на рівень цін. Єдиної точки зору щодо величини лагу в літературі немає. Це пов'язано зі складністю визначення частки і сили впливу одного показника на інший, особливо, коли зміна другого показника відбувається під дією багатьох факторів. В [16, с.2] визначено лаг в 1,5-2 роки для розвинутих моделей економіки і від 4 до 7 місяців для тих, що розвиваються. Крім цього, підкреслюється, що насамперед зміни величини грошової маси впливають переважно на обсяги національного виробництва, а не на ціни. В науковій літературі українських науковців дослідженню лагів приділено дуже мало уваги, хоча і є деякі праці в яких визначено лаги, зокрема в [14, с.14] розрахований лаг інфляційного імпульсу складає півроку після проведення грошової емісії. Методика визначення лагів, як правило, полягає у співставленні коефіцієнта взаємної кореляції між грошовою масою та індексом цін при різних часових зміщеннях. Такий підхід не гарантує точність, але доводить гіпотезу про існування лагів і дозволяє встановити коридор можливих значень.

Складнішим є лаг у системі виробничого циклу, який існує з моменту капіталовкладень у реальне виробництво і до приросту обсягів реальної товарної маси, оскільки процес трансформації інвестицій у виробництво супроводжується великою кількістю механізмів освоєння інвестиційних ресурсів.

Таким чином, інструмент моделювання інфляції повинен враховувати часові лаги процесів самоорганізації кожної підсистеми окремо.

На основі наведених вище принципів синергетики пропонується ММ нелінійних інфляційних процесів, яка має вигляд:

$$\begin{cases} \frac{d\% (t)}{dt} = k_1(t) \left(\frac{1 + m(t)}{1 + \% (t)} - \% (t) \right), \\ \frac{dy(t)}{dt} = k_2(t) \left(\frac{d(t) \cdot m(t)}{1 + \% (t)} - \% (t) \right). \end{cases} \quad (4)$$

Кожне з диференціальних рівнянь системи (4) описує процес переходу від

одного положення з координатами $(\%_t, \%_t)$ до іншого $\left(\frac{1+m(t)}{1+\%_t}, \frac{d(t) \cdot m(t)}{\%_t} \right)$.

Множники $k_1(t)$ і $k_2(t)$ – часові проміжки, затрачені системою на цей перехід. Їх використання, в рамках моделі, дозволяє не тільки підвищити правдоподібність розв'язків, а й враховувати вплив виробництва на процеси ціноутворення, одного боку, та роль грошової емісії як засобу інвестування, з іншого боку. Тоді актуально розглядати відношення $k_2(t)/k_1(t)$ в силу можливості розвинення різних сценаріїв взаємного впливу параметрів $\%_t$ (індекс цін) і $\%_t$ (реальні обсяги ВВП).

Якщо $k_2(t)$ на порядок більше, ніж $k_1(t)$, то інвестовані гроші у виробництво достатньо швидко трансформуються в товарну масу. Це дає підставу стверджувати про інфляційну стерильність цих капіталовкладень, а отже грошова емісія може розглядатись як інструмент підвищення реального ВВП без інфляційних наслідків. У розрізі інвестиційної функції емісії характерними є обговорення незначної інфляції як стимулу зростання економіки [15, с.2]. Ситуація є негативною, коли $k_1(t)$ приймає великі значення порівняно з $k_2(t)$. В цьому випадку приріст грошової маси має великий інфляційний потенціал, оскільки надлишок грошей не задовольняється відповідним приростом продукції. Підсумовуючи, слід сказати, що застосування при моделюванні лагових параметрів дозволяє будувати достатньо багатий спектр сценаріїв розвитку економічної системи, описаної в рамках моделі (4).

У дослідженні [12, с.1] синергетика розглядається з позицій вивчення нових характеристик системи, тобто взаємодія елементів системи може породжувати якісно нові властивості. Іншими словами, при переході до моделей нелінійної природи можуть виникати невідомі раніше прикметні риси принципів управління поведінкою системи. Вони дозволяють розширити розуміння процесу самоорганізації складних явищ, коли в них відбуваються якісні зміни.

Прикладом такої ідентифікації нових ознак системи виступає параметр $d(t)$ в моделі інфляції (4). Цей параметр, отриманий під час формалізації моделі і переходу від стаціонарних співвідношень (2) і (3) до нелінійної форми у вигляді диференціальних рівнянь, має вигляд:

$$d(t) = \frac{x(t)M}{pI}, \quad (5)$$

де $X(t)$ – функція частки емісійних грошей, що направляються в реальний

сектор економіки, з метою підвищення реального виробництва. Інші параметри (5) описані вище. Виникла потреба у визначенні економічної інтерпретації даного параметру, оскільки поряд з параметрами $k_1(t)$ і $k_2(t)$ коефіцієнт $d(t)$ є керуючим параметром, що дозволяє будувати правдоподібні відтиски кривих розв'язків системи рівнянь (4).

Параметр $d(t)$ потрібно розглядати як частку рівня монетизації економіки в момент часу t , що спричинена емісійними грошима в розмірі $X(t)$. Таке твердження ґрунтується на відмінності параметра d моделі від коефіцієнта загального рівня монетизації економіки на величину $r - X$:

$$k_m = \frac{M}{Y} = \left[Y = \frac{1}{r} pI \right] = \frac{rM}{pI}. \quad (6)$$

У дослідженні [2, с.3] підкреслюється важливість монетизації, оскільки вона відображає ступінь розвитку фінансової системи й економіки в цілому, але водночас, монетизація визначає свободу руху капіталу в економіці. Тому питання «Яким повинен бути оптимальний рівень монетизації економіки?» потребує відповіді.

Основний зміст цього питання полягає у визначенні заходів, які б дозволили швидко збільшити реальну грошову масу в ВВП країни без інфляційного росту. Для розв'язання цієї проблеми пропонується перехід на безготівковий розрахунок або зменшення сурогатних грошей в економіці [13, с.3]. Безумовно, такі заходи дозволять позбутись інфляційних наслідків зростання рівня монетизації, але тільки в короткостроковій перспективі. Що стосується далекоглядного розвитку економіки, безінфляційне насичення повинно проводитись за рахунок інноваційно-інвестиційної моделі розвитку [11, с.7]. При цьому підвищення рівня монетизації має сприяти нарощуванню обсягів виробництва, які б випереджали темпи приросту грошової маси і забезпечували цінову стабільність.

Саме таким чином може інтерпретуватись параметр $d(t)$ – як частка надлишкових грошей, що трансформується в приріст ВВП засобами інвестиційної політики. При цьому є підстави сподіватись, що ці грошові ресурси не несуть інфляційного імпульсу, оскільки прийнято вважати, що чисті інвестиції призводять до помірної інфляції при постійності інших чинників, або взагалі не впливають на ціни за умови швидкої реалізації інвестиційних проектів.

Висновки. В межах запропонованого підходу проведений обчислювальний експеримент над моделлю (4), який дозволяє стверджувати про достатньо високий рівень відповідності побудованих розв'язків реаліям української економіки [7, с.5]. В контексті переходу НБУ до інфляційного таргетування

важливим доповнення є ММ управління [6], що визначає простір вхідних параметрів для досягнення оптимального рівня інфляції. Всі розрахунки виконувались за допомогою програмного середовища "МІ-9" [1], що не потребує від фахівця-економіста глибоких знань математичного аналізу. Крім того, на основі моделі побудований інтервал невизначеності інфляційного процесу [17, с.4].

Розуміння інфляційної динаміки з позицій синергетики дозволило:

• враховувати часові запізнення дії факторів порушення гармонійного стану системи, а саме: грошової та товарної пропозицій;

• визначати нелінійні темпи інфляції під впливом нелінійної поведінки ВВП;

• прогнозувати в довгостроковій перспективі рівень інфляції з багатоваріантними просторами вхідних параметрів;

• говорити не тільки про інфляційну функцію емісії грошей, а й про їх роль як засобу інвестиційної політики без інфляційних наслідків.

Безумовно, такий підхід не звільняє нас від вивчення інфляційної природи в подальшому. В цьому контексті важливо наголосити, що велика кількість математичних моделей інфляційних процесів, розроблених до сьогодні, навряд чи буде відповідати повноті дослідження цього складного та багатогранного економічного явища. Зокрема, підхід тільки з позицій визначення причинної і наслідкової сторони інфляції є яскравим прикладом неповноти і формує перспективи подальших досліджень. Обов'язковим доповненням існуючих здобутків у дослідженні інфляційних процесів повинні виступати принципи нелінійної динаміки в термінах синергетики.

Список використаних джерел:

1. Вітлінський В.В. Підсистема (МІ-9) прогнозування рівня інфляції як інструмент сприяння виваженим управлінським рішенням[Текст] / В.В. Вітлінський, Ю.В. Коляда, В.О. Тукало, С.І. Пертен// Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 12-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2010, Київ, 25-29 травня 2010р. / ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2010. – С.212.
2. Деменюк О.В. Бюджетна безпека України як складова фінансової: стан і перспективи[Текст] / О.В. Деменюк, В.І. Глухова // Наука й економіка. – 2010. – №1. – С.16-22.
3. Евстигнеева Л., Евстигнеев Р. Инфляция в новом измерении[Текст] / Л. Евстигнеева, Р. Евстигнеев // Вопросы экономики. – 2008. – №7. – с.46-60.
4. Коваленко А.В. Нейросетевое моделирование инфляции в России[Текст] / А.В. Коваленко, М.Х. Уртенев // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №61(07). – С.2-22.
5. Колемаев В. Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процессов и систем: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 061800 «Математические методы в экономике» [Текст] / В. Колемаев // М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. –295с.
6. Коляда Ю.В. Математична модель інфляції як інструмент фінансового таргетування[Текст] / Ю.В. Коляда, С.І. Пертен// П'ята науково-практична конференція з міжнародною участю "Математична та імітаційне моделювання систем. МОДС 2010". Тези доповідей.(Київ, 21-25 червня 2010.) – К., 2010. – С.125.
7. Коляда Ю.В. Синергетичний ефект інфляційного процесу[Текст] /Ю.В. Коляда, С.І. Пертен// Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем (АМУР - 2007) // Труды международной школы – симпозиума. Севастополь, 12-16 сентября 2007. – Симферополь: ОО «ДЕН». – С.93-99.
8. Комашко О. Моделювання очікувань інфляції в Україні[Текст] / О. Комашко, Ю. Баженова //

Банківська справа. – К., 2009. - № 4. - С. 82-86.

9. Лук'яненко І. Методологічні підходи до моделювання інфляційних процесів[Текст] / І. Лук'яненко // Наукові записки НаУКМА, Економічні науки, – К.: ВД "КМ Академія", 2009. - Т.94. - С.58-64.

10. Найдюнов В. До питання рівняння обміну та монетарної теорії інфляції[Текст] / В. Найдюнов // Економіка України. – 2003. – №9. – С.23-29.

11. Носов О. Підвищення рівня монетизації української економіки та рівня інфляції[Текст] / О.Носов // Економічний простір: Збірник наукових праць. – №24. – Дніпропетровськ, 2009. –С.169-175.

12. Пасемко Г.П. Синергетичні аспекти регулювання аграрних відносин: питання методології[Текст] / Г.П. Пасемко // Актуальні проблеми державного управління. – 2009. – Вип. 2 (36). – С. 23-28.

13. Садков В. О совершенствовании статистики денежного обращения и модернизации оценки структуры денежной массы[Текст] / В. Садков, И. Греков // Вопросы статистики. – 2005 – № 6. – С. 12-16.

14. Шевчук, В. Вплив монетарної політики на промислове виробництво, інфляцію та реальний обмінний курс в Україні у 1994-2000 рр.[Текст] / В.Шевчук // Вісник НБУ. – 2001. – №1. – С.12-15.

15. Шлапак, А. Еколого-економічна ефективність зеленого будівництва в лісах і рекреаційних зонах[Текст] / А. Шлапак // Економіка, планування і управління в лісовиробничому комплексі: Зб. наук.-техн. пр. – Львів: УкрДЛТУ. – 2005. – Вип.15.2. – С.211-216.

16. Friedman, M. Monetarism in Rhetoric and Practice[Text] / M. Friedman //Bank of Japan. Monetary and Economic Studies, October 1983, p.2.

17. Vytlynskyi, V.V. Dynamics of the risk by means of watching economic indexes rates[Text] / Vytlynskyi V.V., Kolyada Yu.V., Perten S.Y. // Modeling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems: Proceeding of the Ninth International Scientific School MA SR – 2009 (Saint-Petersburg, Russia, July 7-11, 2009) / Spb.: SUAI, 2009. – P.99-104.