

УДК 519.8

## **Методи і моделі прогнозування**

**Лук'яненко І.Г.**, д-р екон. наук, проф.

зав. кафедри фінансів Національного Університету "Кієво-Могилянська академія"

**Жук В.М.**

аспірант Національного університету "Кієво-Могилянська академія"

### **МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ МОНЕТАРНИХ РЕЖИМІВ НА ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇН ІЗ ПЕРЕХІДНОЮ ЕКОНОМІКОЮ**

*Досліджуються різні підходи щодо аналізу впливу зміни режимів валютного курсу на економічний стан розвинених країн і країн із перехідною економікою. Запропоновано багаторежимну нелінійну економетричну модель зміни монетарного режиму курсу, стійку до структурних трансформацій. Інтегрування даної моделі у динамічну модель фінансового сектора України дозволило дослідити реакцію економіки на зовнішні та внутрішні шоки та зміни монетарного режиму.*

Грошово-кредитна (монетарна) політика відіграє одну з ключових ролей у практиці цілеспрямованого державного впливу на економічний розвиток. Планування та оцінка потенційного ефекту від запровадження тих чи інших монетарних регуляторних заходів вимагає від центральних банків країн детального аналізу їхніх можливих наслідків для економіки, в тому числі й кількісних оцінок на основі макроекономічних моделей. Аналіз та оцінка ефекту монетарної політики на базі макроеконометричних моделей є порівняно новою практикою, котра однак наразі достатньо поширена як серед західних, так і українських науковців та практиків. Базовий аналітичний підхід, який полягає у застосуванні монетарних правил, що вводяться у динамічну макроекономічну модель, котра відтворює реакцію економіки країни на зовнішні та внутрішні шоки, був вперше запропонований Дж.Тейлором [1] та продовжений в напрямку розвитку концептуальних засад і принципів [2; 3] та практико-емпіричних досліджень [4] у галузі кількісного аналізу ефективності монетарної політики. Зокрема, серед західних публікацій, котрі систематизують, удосконалюють та деталізують теоретичні уявлення про механізм монетарної трансмісії, слід особливо відзначити роботи М.Вудфорда [3], Б.Бернанке [5], Р.Кларіда [6], Л.Крістіано [7], Р.Лукаса [8] та ін. Крім того, серед емпіричних досліджень, присвячених практичній реалізації моделей монетарної трансмісії для оцінювання ефективності монетарної політики різних країн, варто згадати роботи Р.Гаррісона, М.Квін, П.Альварес-Луїса, Г.Капетаніоса, В.Лабхарда [9]), Ф.Сметса, Р.Воутерса [10], П.Кастільо, К.Монторо, В.Туеста [11] тощо. Серед вітчизняних вчених і практиків тематику моделювання



економіки в умовах трансформації розробляли В.Геєць [12], І.Лу к'яненко [13; 14], М.Скрипниченко [15] та ін. Аналізу ролі банківської системи та ефектів монетарної політики НБУ приділили увагу С.Шумська [16], С.Кораблін [17], О.Петрик [18; 19], С.Ніколайчук [20] та ін.

Як було зазначено вище, ключовим поняттям у аналізі монетарної політики із застосуванням макроекономічних моделей є поняття монетарного правила, яке по суті є формалізацією зв'язку між основними фінансовими показниками, що характеризують стан економіки та наявні раціональні очікування ( такі як інфляція, розрив між потенційним та реальним ВВП тощо) та інструментами монетарної політики (наприклад, обліковою ставкою або валютним курсом). Монетарне правило (насамперед у вигляді лінійної тотожності) інтегрується у макроекономічну модель економіки конкретної країни, що відтворює основні особливості реакції на різноманітні шоки.

В останні роки як макроекономічні моделі економіки активно застосовують динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги (DSGE), що базуються на мікроекономічних уявленнях про поведінку окремих агентів ( домогосподарств, виробників, дистриб'юторів, фінансових посередників тощо) і є стійкими до критики Р. Лукаса [8]. Крім того, можливим є застосування й інших типів динамічних моделей, зокрема таких, що мають менший рівень теоретичної, але більший рівень емпіричної повноти [19]. Однак застосування даного класу моделей у країнах із перехідною економікою та країнах, що розвиваються, пов'язане з деякими труднощами [4]. Зокрема, у зазначеній категорії країн часто ефективнішим монетарним інструментом є безпосереднє таргетування валютного курсу, аніж облікова ставка центрального банку, яка, на відміну від практики розвинених країн, значним чином не впливає на динаміку рівня цін та інших економічних індикаторів у даних країнах. Крім того, порівняно висока інтенсивність структурних трансформацій, що переживають країни з перехідною економікою, ускладнює застосування для їхнього опису DSGE моделей. Іншою важливою проблемою є введення в макромоделі розвинених країн монетарних правил у вигляді лінійних функцій, котрі не дозволяють відобразити багаторежимність і необхідність гнучкого пристосування регулятора (центрального банку) до економічних реалій, зокрема в умовах економічної нестабільності та інтенсивної структурної перебудови економіки.

Таким чином, існують об'єктивні підстави стверджувати, що поширений на сьогодні аналітичний інструментарій, котрий активно використовується для аналізу монетарної практики в розвинених і стабільних ринкових економіках потребує подальшого удосконалення для застосування в країнах із перехідною економікою. Відповідно, важливим та актуальним завданням є розробка інтегрованих макромоделей фінансового сектора з нелінійним рівнянням зміни монетарних режимів, які дозволять відтворювати логіку зміни грошово-кредитного режиму властивого для країн з перехідною економікою та проводити на цій основі розширений аналіз та розробку науково обґрунтованих рекомендацій щодо практики монетарного управління в них.

Основною метою дослідження є розробка інтегрованої динамічної моделі фінансового сектора з нелінійним монетарним правилом стійкої до структурних трансформацій. Реалізація даної моделі дозволить дослідити реакцію економіки на зовнішні та внутрішні шоки залежно від етапу трансформації (стану), в якому перебуває економіка, і відповідних змін монетарного режиму, що застосовується центральним



банком країни. Для досягнення поставленої мети визначено низку взаємопов'язаних завдань, основними з яких є: розробити та оцінити динамічну модель фінансового сектора України, котра змогла б адекватно описати складні взаємозв'язки фінансово-економічних показників, відрізнялась компактністю та простотою практичної реалізації; розробити нелінійну модель монетарного правила, що дозволило б адекватно відобразити регуляторну поведінку центрального банку; побудувати інтегровану динамічну модель фінансового сектора, стійкої до структурних трансформацій, з вбудованим нелінійним монетарним правилом; провести розрахунки на реальній інформації та розробити детальну діагностику адекватності побудованих моделей; розрахувати імпульсні функції відгуків і проаналізувати вплив зміни монетарних режимів на стабілізацію фінансового стану української економіки, а також виявити яким чином застосування різних режимів дозволяє компенсувати небажаний вплив шоків на економіку.

Першим етапом реалізації поставлених завдань є розробка динамічної моделі фінансового сектора України, котра б відрізнялась компактністю та простотою реалізації. Для побудови даної моделі було обрано методологію Бокса–Дженкінса, зокрема підхід, який базується на застосуванні вектор-авторегресійних систем, які є ефективним та компактним інструментарієм для опису економіки загалом та окремих її секторів. Векторна авторегресійна система з  $q$ -ендогенними змінними та максимальною довжиною лагів, що дорівнює  $p$  (VAR( $p$ )) у приведеній формі має такий загальний формалізований вигляд:

$$y_t^* = c + A_1 y_{t-1}^* + A_2 y_{t-2}^* + \dots + A_p y_{t-p}^* + Cx_t^* + e_t \quad (1)$$

де:  $y_t^*$  – вектор ендогенних змінних розмірністю  $k \times q$ ;  $k$  – кількість спостережень,  $q$  – кількість змінних системи;  $y_{t-1}^*, \dots, y_{t-p}^*$  – вектори ендогенних лагових змінних розмірністю  $k \times q$ , відповідно з лагами  $1, 2, \dots, p$ ;  $A_1, \dots, A_p$  – матриці розмірністю  $q \times q$  коефіцієнтів приведенної форми розмірністю  $q \times q$ ;  $Cx_t^*$  – вектор екзогенних змінних помножений на матрицю відповідних коефіцієнтів розмірністю  $q \times n$ ;  $n$  – кількість екзогенних змінних системи;  $c$  – константа;  $e_t$  – вектор залишків розмірністю  $k \times q$ . Зауважимо, що якщо всі змінні моделі (1) використовуються у формі різниць логарифмів, то така модель називається подвійно-різницевою вектор-авторегресійною моделлю.

Для специфікації векторної авторегресійної моделі фінансового сектору України після ґрунтового статистичного аналізу було обрано такі ендогенні змінні: 1) *rmg* – міжнародні резерви НБУ за вирахуванням золота, *млн дол. США*; 2) *eravg* – середній ринковий номінальний обмінний курс гривні до долара США, *грн за дол. США*; 3) (*mmrate-mmratef*) – різниця між внутрішньою ставкою грошового ринку (*mmrate*) та відповідною ставкою світової економіки (*mmratef*), *% річних*; 4) (*lendrate-lendratef*) – різниця між внутрішньою середньозваженою ставкою по кредитах (*lendrate*) та світовою ставкою (*lendratef*), *% річних*; 5) (*deprate-depratef*)<sup>1</sup> – різниця між внут-

<sup>1</sup> При оцінюванні VAR-моделі ендогенними змінними є фактично *mmrate*, *lendrate* та *deprate*, тоді як світові ставки інтерпретуються як екзогенні, таким чином відображаючи дійсне значення цих індикаторів для економіки України.

рішньою середньозваженою ставкою по депозитах (*deprate*) і світовою ставкою (*depratef*), % річних; 6) *cpic* – базовий індекс споживчих цін, % від рівня цін грудня 1995 р.; 7) (*m0/cpic*) – реальний монетарний агрегат M0 як замітник реальної грошової бази в цінах грудня 1995 р.; 8) *dsngdp* – номінальний сезонно скоригований ВВП; 9) (*m2/cpic*) – реальне вираження грошового агрегату M2 в цінах грудня 1995 р.; 10) (*retail/cpic*) – реальний обсяг продажів у цінах грудня 1995 р.

Зауважимо, що ендогенними змінними моделі вважаються змінні, динаміку яких можливо пояснити динамікою інших змінних моделі. Відповідно екзогенними змінними в VAR-моделі фінансового сектора України (тобто такими, які впливають на ендогенні змінні, але водночас не зазнають істотного впливу ендогенних змінних моделі) на основі попереднього аналізу було обрано: *eroff* – офіційний номінальний курс національної валюти до долара США, *грн за долар США*; *refrate* – середньозважена ставка рефінансування НБУ, % річних; *rgdp* – індекс обсягу ВВП накопичувальним підсумком з початку року до відповідного періоду попереднього року у порівнянних цінах як замітник сезонно скоригованого індексу реального ВВП.

Згідно з введеними вище позначеннями динамічна модель фінансового сектора України має такий загальний вигляд:

$$\begin{pmatrix} \Delta \log(rmg_t) \\ \Delta \log(eravg_t) \\ \Delta(mmrate_t - mmratef_t) \\ \Delta(lendrate_t - lendratef_t) \\ \Delta(deprate_t - depratef_t) \\ \Delta \log(cpic_t) \\ \Delta \log(m0_t / cpic_t) \\ \Delta \log(dsngdp_t) \\ \Delta \log(m2_t / cpic_t) \\ \Delta \log(retail_t / cpic_t) \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^5 A_i \begin{pmatrix} \Delta \log(rmg_{t-i}) \\ \Delta \log(eravg_{t-i}) \\ \Delta(mmrate_{t-i} - mmratef_{t-i}) \\ \Delta(lendrate_{t-i} - lendratef_{t-i}) \\ \Delta(deprate_{t-i} - depratef_{t-i}) \\ \Delta \log(cpic_{t-i}) \\ \Delta \log(m0_{t-i} / cpic_{t-i}) \\ \Delta \log(dsngdp_{t-i}) \\ \Delta \log(m2_{t-i} / cpic_{t-i}) \\ \Delta \log(retail_{t-i} / cpic_{t-i}) \end{pmatrix} + C \begin{pmatrix} \Delta \log(eroff_t) \\ \Delta \log(refrate_t) \\ \Delta \log(rgdp_t) \end{pmatrix} + e_t \quad (2)$$

Зауважимо, що більшість ендогенних змінних системи (2) виражено у формі перших різниць логарифмів за винятком різниць між внутрішніми та світовими відсотковими ставками, котрі введені у систему у формі простих перших різниць для того, щоб дані показники могли приймати як позитивні, так і негативні значення. Оскільки, відсоткові ставки вимірюються у відсотках, це дозволяє розглядати модель (2) як подвійно-різницеву вектор-авторегресійну модель [21, с. 776].

Для оцінки та діагностування адекватності розробленої моделі фінансового сектора України (2) використовувалися дані за період з січня 1998 р. по грудень 2008 р., протягом яких економіка України переживала різні режими управління валютним курсом включно із вільно плаваючим курсом, валютним коридором, валютною прив'язкою на основі дискреційних рішень НБУ та фіксованою валютною прив'язкою.

Відзначимо, що використання моделі (2) для аналізу впливу зміни монетарного режиму на основні показники фінансового сектора потребує її доповнення рівнянням монетарного правила, тобто правилом зміни валютного режиму. Існують два основні підходи до моделювання багато режимної асиметричної економічної динаміки: моделі на основі Марківського перемикавання та моделі плавного переходу [22]. Перший клас моделей має складну процедуру оцінки і симуляції, та вимагає значної

вибірки для оцінки невідомих параметрів. Крім того, даний підхід базується на концепції неспостережуваних станів економіки, перехід між якими зумовлений лише імовірнісними параметрами, а не економічними передумовами. Другий підхід, що базується на регресіях плавного переходу, відображає концепцію спостережуваних станів, виникнення яких корелює зі змінною певних економічних показників [23]. Він дозволяє розробити порівняно прості механізми перетворення лінійного монетарного правила у нелінійне, шляхом введення в нього одного або декількох елементів функцій плавного переходу. Саме другий підхід було покладено в основу розробленої багаторежимної нелінійної моделі зміни монетарного режиму.

Концепція побудови багаторежимної нелінійної моделі монетарного впливу базується на регресіях плавного переходу (smooth transition regression, STR), які активно застосовуються на практиці для опису як найпростішого дворежимного випадку, так і для різноманітних розширень, суть яких полягає в тому, що звичайна лінійна регресійна модель доповнюється іншою лінійною регресією, помноженою на функцію переходу (або транзитну функцію), що може змінюватися в часі [22; 24; 25]. Ця функція приймає значення в інтервалі (0; 1] відповідно до того, як співвідноситься величина певної специфічної (транзитної) змінної із заданим пороговим значенням. Таким чином, транзитна змінна відображає певну характеристику стану економіки, яка перетинаючи порогове значення приводить до поступової зміни монетарного режиму. Найбільш поширеною формою транзитної функції є логістична, яка має такий вигляд:

$$F = \frac{1}{1 + e^{-\lambda(x_t - \alpha)}}, \quad (3)$$

де:  $x_t$  позначає значення транзитної змінної в  $t$ -й період часу;  $\alpha$  виступає пороговим значенням, а  $\lambda$  є параметром, що визначає швидкість переходу від одного режиму до іншого. Коли значення  $\lambda$  є дуже високим, перехід відбувається миттєво і транзитна функція асимптотично наближається до функції-перемикача, що приймає лише значення 0 та 1.

Проведена попередня оцінка регресійної моделі з однією транзитною функцією (тобто з двома можливими режимами) на реальній інформації виявила її обмеженість щодо пояснення флуктуацій офіційного обмінного курсу. Крім того, залишки моделі мали ознаки явної нелінійності, що свідчить про необхідність введення в модель більшої кількості елементів логіки режимного переходу. Даний факт підтверджується і фінансовою теорією, згідно з якою монетарний регулятор, аналізуючи стан економіки, має базуватись як мінімум на двох групах показників, які відображають рівень зростання суспільного виробництва та цінову інфляцію. Відповідно для моделювання можливої багаторежимної зміни валютного регулювання в умовах транзитивної економіки, нами було модифіковано модель (4) шляхом введення змінних коефіцієнтів та переходу до класу моделей, що базуються на "регресіях плавного переходу із нейронними коефіцієнтами" (neural coefficient smooth transition regression, NCSTR), вперше запропонованих М. Медейросом і А. Вейга [26]. Модель NCSTR є різновидом лінійної регресії зі змінними невідомими коефіцієнтами, значення яких

визначається штучною нейронною мережею з одним прихованим шаром нейронів. Вона має такий загальний формалізований вигляд:

$$y_i = \alpha z_i^+ + \sum_{i=1}^h F[\gamma_i (\varpi_i x_i - c_i)] \lambda_i z_i^+ + T_i$$

$$\|\varpi_i\| = 1 \quad (4)$$

$$\varpi_{1i} > 0.$$

У нашому випадку  $y_i$  відповідає визначеному НБУ рівню обмінного курсу (у формі логарифма),  $z_i^+$  включає змінні, що є регресорами "монетарного правила", та константу;  $x_i$  є вектором змінних, які визначають стан економіки (транзитних змінних), тобто таких змінних, які впливають на рішення НБУ стосовно застосування різних режимів монетарної політики. Параметр  $h$  відповідає кількості "прихованих нейронів", тобто присутніх в моделі транзитних функцій – елементів логіки зміни режимів. Кожен з цих елементів визначає умову, котра співвідноситься із зважувальним коефіцієнтом в інтервалі (0; 1], що надається певному "коригувальному монетарному правилу", адитивному по суті.

Кожна з таких умов відображає наступну логіку: 1) стани економіки визначаються як точки у  $q$ -вимірному просторі економічних індикаторів; 2) простір станів економіки містить гіперплощину "порогових" точок. У кожній з таких точок відповідна транзитна функція і відповідна вага, що надається коригуючому монетарному правилу, дорівнює 0,5, а у відповідних півпросторах асимптотично прямує до 0 або до 1 залежно від наближеності поточної точки до порогової гіперплощини; 3) логарифмічно-сигмоїдний тип прихованих нейронів, застосований у моделі, виводить її в клас логістичних моделей плавного переходу із транзитною функцією, описаною вище. Крім того, утворена штучна нейронна мережа має архітектуру, що здатна з довільною точністю апроксимувати будь-яку функцію, вимірну за Борелем [27, с. 53].

Таким чином, модель (5) здатна відтворити практично будь-яку логіку, що явно чи неявно присутня у діяльності НБУ стосовно корекції коефіцієнтів монетарного правила. Відповідно зазначеній вище логіці параметри моделі (5) можна інтерпретувати таким чином:  $\alpha$  – коефіцієнти загального монетарного правила, яке задіюється, якщо значення всіх транзитних функцій асимптотично близьке до нуля;  $\lambda_i$  – коефіцієнти адитивних коригуючих монетарних правил;  $\varpi_i$ ,  $a_i$  – відповідно вектор коефіцієнтів і порогове значення для  $i$ -ї транзитної функції. Якщо  $x_i$  складається з  $q$  змінних, то вони визначають гіперплощину порогових значень у  $q$ -вимірному просторі;  $\gamma_i$  – параметр нахилу, який визначає швидкість режимного переходу. Якщо  $\gamma_i$  стає порівняно великим, логістична функція плавного переходу вироджується до аналогу крокової функції-перемикача.

З урахуванням введених позначень, модель (4) можна записати у вигляді:



$$y_t = \alpha \begin{pmatrix} (\text{refrate}_{t-1} / 12 - \text{cpi}_{t-1} + 100) \\ (\text{refrate}_{t-1} / 12 - \text{cpi}_t + 100) \\ \log(\text{dsngdp}_{t-1}) \\ (\log(m0_{t-1}) - \log(m0_{t-2})) \\ I \end{pmatrix} + \sum_{i=1}^7 F[\gamma_i(\omega_i \begin{pmatrix} (\text{refrate}_{t-1} / 12) \\ \log(\text{rgdps}_{t-2}) \end{pmatrix} - c_i)] \lambda_i \begin{pmatrix} (\text{refrate}_{t-1} / 12 - \text{cpi}_{t-1} + 100) \\ (\text{refrate}_{t-1} / 12 - \text{cpi}_t + 100) \\ \log(\text{dsngdp}_{t-1}) \\ (\log(m0_{t-1}) - \log(m0_{t-2})) \\ I \end{pmatrix} + \tau_t \quad (5)$$

$$\|\omega_i\| = 1$$

$$\omega_i > 0$$

Зауважимо, що для специфікації та подальшої реалізації моделі (5) було відібрано шляхом попереднього аналізу такі основні фактори, що включались в базову регресійну модель, монетарного правила ( зауважимо, що на практиці розглядалося правило для офіційного обмінного курсу): 1) очікувана реальна ставка відсотка в розрахунку на один місяць, обчислювана як  $(\text{refrate}(-1) / 12 - \text{cpi}(-1) + 100)$ , де  $\text{refrate}(-1)$  – облікова ставка НБУ, яка є виразником інфляційних очікувань монетарного регулятора на наступний місяць,  $\text{cpi}(-1)$  – ланцюговий індекс інфляції, % до попереднього місяця, за минулий місяць; 2) реалізована реальна ставка відсотка в розрахунку на один місяць, обчислювана як  $(\text{refrate}(-1) / 12 - \text{cpi} + 100)$ , де  $\text{refrate}(-1)$  – облікова ставка НБУ, яка є виразником інфляційних очікувань монетарного регулятора на наступний місяць,  $\text{cpi}$  – ланцюговий індекс інфляції, % до попереднього місяця за поточний місяць (виходячи з припущення про те, що коректний прогноз індексу споживчих цін (ІСЦ) стає відомим до прийняття рішення про регулювання курсу); 3)  $\log(\text{dsngdp}(-1))$  – логарифм зміни номінального ВВП порівняно із відповідним місяцем попереднього року з лагом у один місяць; 4)  $(\log(m0(-1)) - \log(m0(-2)))$  – логарифмічна форма темпу зростання грошової бази у минулому місяці порівняно з позаминулим.

У регресію як двох транзитивних змінних було включено: 1)  $(\text{refrate}(-1) / 12) -$  ставку рефінансування в розрахунку за минулий місяць як виразник очікуваної інфляції на поточний період; 2)  $\log(\text{rgdps}(-2))$  – логарифм реального ВВП, кумулятивною сумою з початку періоду, що відображає зміну у порівняних цінах до відповідного періоду попереднього року.

Для практичної реалізації моделі (5) було використано щомісячні статистичні дані щодо офіційного курсу національної валюти до долара США ("eroff"); ставки рефінансування Національного банку України ("refrate"), номінального сезонно скоригованого ВВП та реального ВВП ("dsngdp" та "rgdp", відповідно), монетарного агрегату M0 як заміника монетарної бази ("m0"). Зауважимо, що цінова інфляція визначалася індексом споживчих цін ("cpi"), а індикатор "dsngdp" був розрахований на основі даних про номінальний ВВП ("gdp") таким чином:



$$dsngdp = \frac{gdp_t}{gdp_{t-12}} \times 100, \quad (6)$$

де:  $gdp_{t-12}$  – обсяг номінального ВВП з лагом у один рік.

Вектор  $x_t$  у моделі (5) складається з двох компонент: ставки рефінансування НБУ в розрахунку на місяць за попередній період ( $ir$ ), яка може бути виразником інфляційних очікувань монетарного регулятора та розраховується за формулою:  $ir = 1/12 \times refrate_{t-1}$  та очікуваного реального рівня зростання ( $E(\Delta y_{real})$ ) апроксимованого індексом реального ВВП з лагом у два місяця:  $E(\Delta y_{real}) = \log(rgdp_{t-2})$ .

Відповідно до введених вище позначень розроблена нелінійна модель монетарного правила разом з вектор-авторегресійною моделлю можуть бути записані в такому інтегрованому вигляді:

$$y_t = \alpha \begin{pmatrix} (refrate_{t-1} / 12 - cpi_{t-1} + 100) \\ (refrate_{t-1} / 12 - cpi_t + 100) \\ \log(dsngdp_{t-1}) \\ (\log(m0_{t-1}) - \log(m0_{t-2})) \\ 1 \end{pmatrix} + \sum_{i=1}^7 F[\gamma_i, \omega_i \left( \begin{pmatrix} (refrate_{t-1} / 12) \\ \log(rgdps_{t-2}) \end{pmatrix} - c_i \right) \lambda_i \begin{pmatrix} (refrate_{t-1} / 12 - cpi_{t-1} + 100) \\ (refrate_{t-1} / 12 - cpi_t + 100) \\ \log(dsngdp_{t-1}) \\ (\log(m0_{t-1}) - \log(m0_{t-2})) \\ 1 \end{pmatrix} + \tau, \quad (7)$$

$\|\omega_i\| = 1$   
 $\omega_i > 0$

$$\begin{pmatrix} \Delta \log(rmg_t) \\ \Delta \log(eravg_t) \\ \Delta(mmrate_t - mmratef_t) \\ \Delta(lendrate_t - lendratef_t) \\ \Delta(deprate_t - depratef_t) \\ \Delta \log(cpic_t) \\ \Delta \log(m0_t / cpic_t) \\ \Delta \log(dsngdp_t) \\ \Delta \log(m2_t / cpic_t) \\ \Delta \log(etail_t / cpic_t) \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^5 A_i \begin{pmatrix} \Delta \log(rmg_{t-1}) \\ \Delta \log(eravg_{t-1}) \\ \Delta(mmrate_{t-1} - mmratef_{t-1}) \\ \Delta(lendrate_{t-1} - lendratef_{t-1}) \\ \Delta(deprate_{t-1} - depratef_{t-1}) \\ \Delta \log(cpic_{t-1}) \\ \Delta \log(m0_{t-1} / cpic_{t-1}) \\ \Delta \log(dsngdp_{t-1}) \\ \Delta \log(m2_{t-1} / cpic_{t-1}) \\ \Delta \log(etail_{t-1} / cpic_{t-1}) \end{pmatrix} + B \begin{pmatrix} \Delta \log(erofff_{t-1}) \\ \Delta \log(refrate_t) \\ \Delta \log(rgdp_t) \end{pmatrix} + \tau,$$

$$\log(cpi_t) = \log(cpic_t) - \log(cpic_{t-1}) + \log(100)$$

Остаточну специфікацію багаторежимної нелінійної моделі монетарного правила (5) було визначено методом "від часткового до загального", котра означає, що спочатку було побудовано модель із одним нейроном і її залишки протестовано на нелінійність. Якщо нульова гіпотеза про відсутність залишкової нелінійності відкидається, модель переоцінюється із додатковим нейроном. Процедура переоцінки





продовжується до тих пір, поки не буде прийнято нульову гіпотезу, при чому з кожним наступним нейроном рівень значимості для тесту зменшується наполовину. Для оцінювання невідомих коефіцієнтів моделі (5) було застосовано ітеративний метод нелінійних найменших квадратів із розбивкою на лінійні та нелінійні параметри. Суть даного методу полягає в тому, що лінійні коефіцієнти (ті, що містяться у монетарних правилах) та нелінійні коефіцієнти (які визначають транзитні функції) оцінюються по чергово до моменту, коли зменшення похибки моделі з кожним наступним кроком збігається до певного задалегідь заданого значення. При цьому нелінійні параметри оптимізуються за алгоритмом Левенберга–Маркуардта, тоді як лінійні оцінюються звичайним методом найменших квадратів.

У результаті оцінювання моделі (5) було виявлено присутність 7-ми прихованих нейронів. Розраховані значення невідомих коефіцієнтів на основі реальної інформації за 1998–2008 рр. наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Оцінені значення коефіцієнтів багаторежимного монетарного правила (модель 5)**

Номер нейрона	0	1	2	3	4	5	6	7
Нелінійні параметри (логіка перемикавання)								
Gamma ( $\gamma$ )		106,9072	0,9126	0,0146	63,3666	63,946	-63,8193	65,1196
refrate(t-1)/12		0,9955	0,6905	-0,3655	0,7922	0,7942	0,7283	0,5649
log(rgdp(t-2))		-0,0951	-0,7233	0,9308	0,6102	0,6077	0,6853	0,8252
C		-10,5084	-83,7199	104,7319	71,8962	71,5991	80,6157	96,9099
Лінійні параметри (монетарні правила)								
const	229,968	1,4102	-15,7665	-408,925	-5,1241	-3,8867	-11,5585	-4,1089
refrate(t-1)/12-cpi+100	9,5409	-0,0184	-0,4509	-18,3012	-0,2555	0,3396	0,0469	-0,0022
refrate(t-1)/12-cpi(t-1)+100	21,6042	0,0161	-0,8542	-4,303	-2,9015	2,7872	-0,0308	0,0942
log(dsngdp(t-1))	-47,122	-0,2567	3,177	84,4763	1,0095	0,8381	2,3773	0,8386
log(m0(t-1))-log(m0(t-2))	-923,03	-2,9364	39,155	1769,207	-21,6196	18,5478	-1,9747	0,6036

Джерело: складено авторами.

Для побудови та оцінювання інтегрованої моделі фінансового сектора (7), котра додатково включає рівняння нелінійного монетарного правила можна застосувати два альтернативних підходи. Перший з них полягає в оцінці інтегрованої моделі, тобто моделі (2) зі включеним у неї додатковим рівнянням у вигляді моделі (5). Таку гібридну модель можливо оцінити нелінійним методом найменших квадратів, який є коректним для оцінки даного класу моделей. Однак застосування такого підходу зводиться до пошуку оптимального рішення у просторі вимірності  $D = pq^2 + qn + 2k + q^* + h(2 + p^* + q^*) + 1$ , де  $p^*$  та  $q^*$  є кількістю змінних у векторах  $x_t$  та  $z_t^+$  відповідно. Така оптимізаційна задача вимагала б нереалістично тривалого часу або великого обсягу обчислювальних ресурсів. З огляду на зазначену проблему було обрано другу альтернативу, яка полягає в послідовному оцінюванні моделей (5) та (2) та використанні результатів оцінювання моделі (5) як вхідної інформації для наступного оцінювання моделі (2). Для подальшого логічного об'єднання моделей (5) і (2) у інтегровану фінальну систему (7), придатну для аналізу реакції на зовнішні та внутрішні шоки та програвання різноманітних сценаріїв (симуляцій), було здійснено низку додаткових коригуючих процедур. Перш за все встановлено зв'язок між регресорами обох моделей, що трансформуються у ендогенні змінні



внаслідок об'єднання. Для цього реалізовано двокрокову лінійну процедуру матричної трансформації вихідних змінних базової VAR-моделі (2) у змінні, що будуть вхідними для моделі нелінійного монетарного правила (4). Крім нескладних трансформацій, було додано тотожність, що перетворює базовий індекс інфляції CPIС у ланцюговий CPI:

$$\log(cpi) = \log(cpic) - \log(cpic(-1)) + \log(100) \quad (8)$$

Понад те, логарифм офіційного обмінного курсу, що генерується монетарним правилом, приводився до форми перших різниць і вводився на місце відповідної екзогенної змінної VAR-моделі. Для підвищення точності розв'язку системи в процесі динамічної симуляції в VAR-складову моделі (2) було додано лаг в один період до отриманого значення монетарного інструмента ("екзогенної" змінної  $e_{off}$ ), виходячи з припущення про те, що політичне рішення, що базується на інформації наявній в період  $t$  впливає на економіку з запізненням, тобто в період  $(t + 1)$ . Загальну блок-схему оцінювання інтегрованої моделі фінансового сектора наведено на рис. 1, де скорочення ФІВ означає – функції імпульсних відгуків.

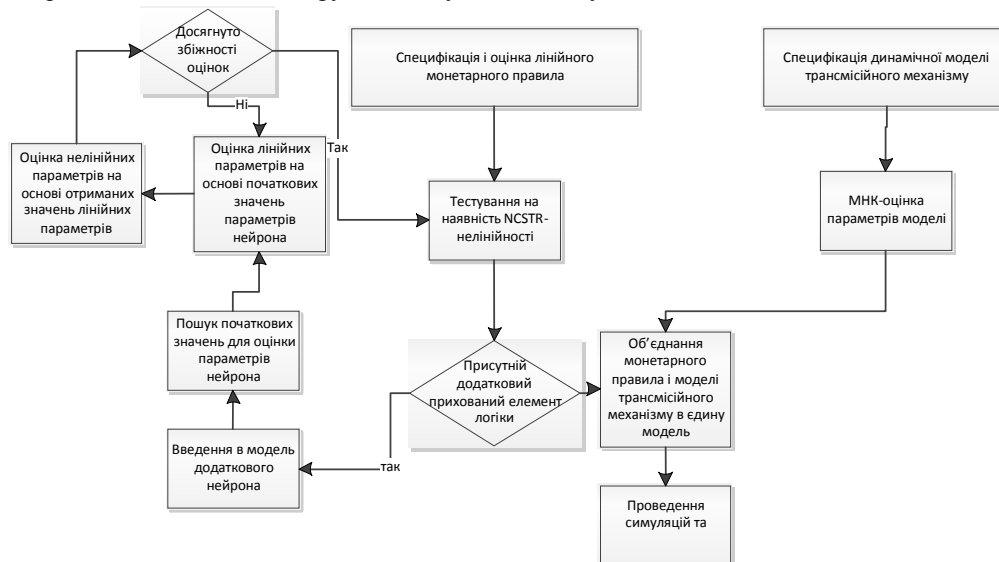


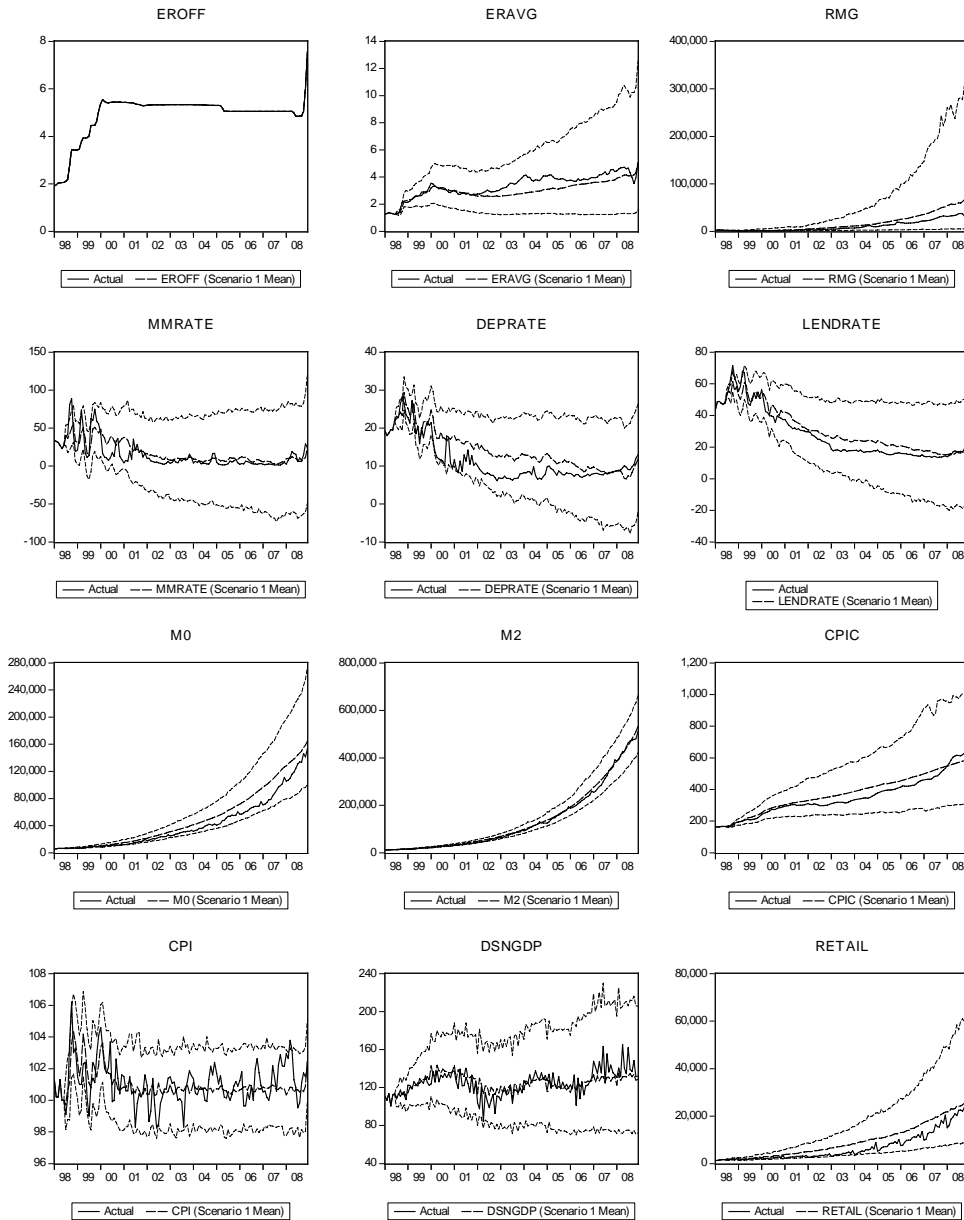
Рис. 1. Блок-схема оцінки та побудови багато режимної динамічної моделі

Джерело: складено авторами.

З метою оціни рівня точності інтегрованої моделі у відтворенні основних економічних тенденцій та перевірки коректності введеного монетарного правила було проведено динамічну апостеріорну симуляцію за період з липня 1998 р. по грудень 2008 р. відповідно до двох альтернативних сценаріїв: 1) базового (Baseline) – сценарію із задіяним монетарним правилом, тобто у формі моделі (5); 2) альтернативного сценарію (Scenario 1), в якому монетарний інструмент  $e_{off}$  відтворює свою історичну динаміку (2). Було проаналізовано особливості відтворення кожним з них основних економічних тенденцій за період оцінювання. Порівняльну динаміку розрахованих на основі моделі та фактичних значень основних ендогенних змінних графічно відображено на рис. 2–3.

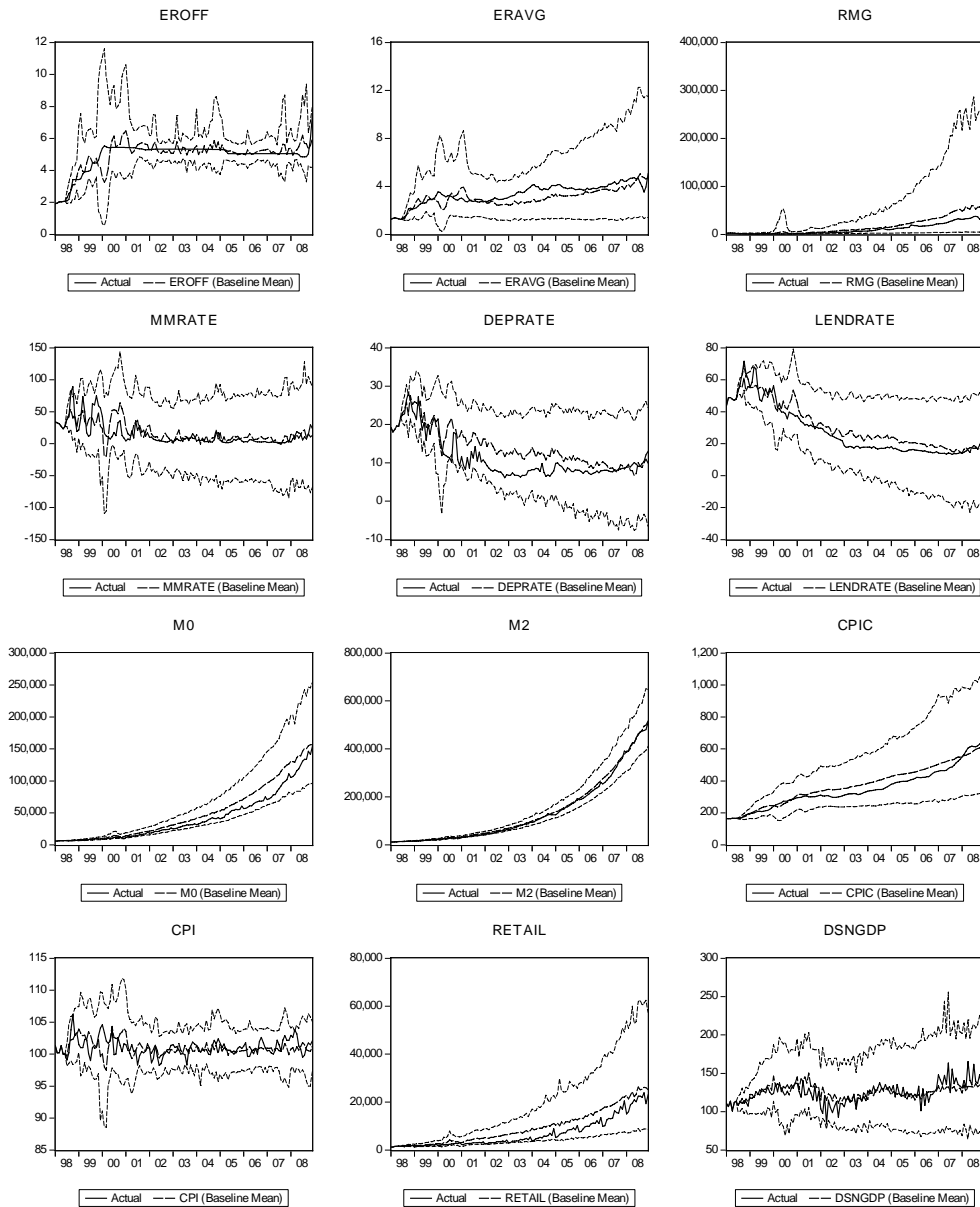


З аналізу графіків, відображених на рис. 2–3 можна зробити висновок, що інтегрована модель здатна достатньо добре відтворювати реальні економічні тренди основних фінансово-економічних показників протягом тривалого періоду часу; монетарне правило є коректно вбудованим в загальну систему, що робить можливим використання інтегрованої моделі для подальшого аналізу впливу зміни монетарних режимів на стабілізацію економічного стану. Крім того, інтегрована модель фінансового



**Рис. 2.** Розраховані фактичні значення основних фінансово-економічних показників та 95% довірчі інтервали для альтернативного сценарію (Scenario 1)

Джерело: складено авторами.



**Рис. 3. Розраховані фактичні значення основних фінансово-економічних показників та 95% довірчі інтервали для сценарію "Базовий"**

*Джерело:* складено авторами.

сектора є придатною для аналізу різноманітних сценаріїв (симуляцій) та розрахунку функцій імпульсних відгуків (ФІВ), що дозволяє кількісно оцінити реакцію економічної системи на дію непередбачуваних шоків.

На рис. 4 відображено відповідні зони простору транзитних змінних, в яких спостерігаються різні режими, зони дії яких визначено такими оціненими функціями:

$$rgdp = e^{-\sigma_{\log(rgdp)}(-10.4679285refrate_{t-1,monthly} - 110.4984227)} \quad (\text{перемикач 1}) \quad (9)$$

$$rgdp = e^{-\sigma_{\log(rgdp)}(-0.954652288refrate_{t-1,monthly} - 115.7471312)} \quad (\text{перемикач 2}) \quad (10)$$

$$rgdp = e^{-\sigma_{\log(rgdp)}(-0.392672969refrate_{t-1,monthly} - 112.5181564)} \quad (\text{перемикач 3}) \quad (11)$$

$$rgdp = e^{-\sigma_{\log(rgdp)}(1.298262865refrate_{t-1,monthly} - 117.8239921)} \quad (\text{перемикач 4}) \quad (12)$$

$$rgdp = e^{-\sigma_{\log(rgdp)}(1.306894849refrate_{t-1,monthly} - 117.8198124)} \quad (\text{перемикач 5}) \quad (13)$$

$$rgdp = e^{-\sigma_{\log(rgdp)}(1.062746243refrate_{t-1,monthly} - 117.635634)} \quad (\text{перемикач 6}) \quad (14)$$

$$rgdp = e^{-\sigma_{\log(rgdp)}(0.684561318refrate_{t-1,monthly} - 117.4380756)} \quad (\text{перемикач 7}) \quad (15)$$

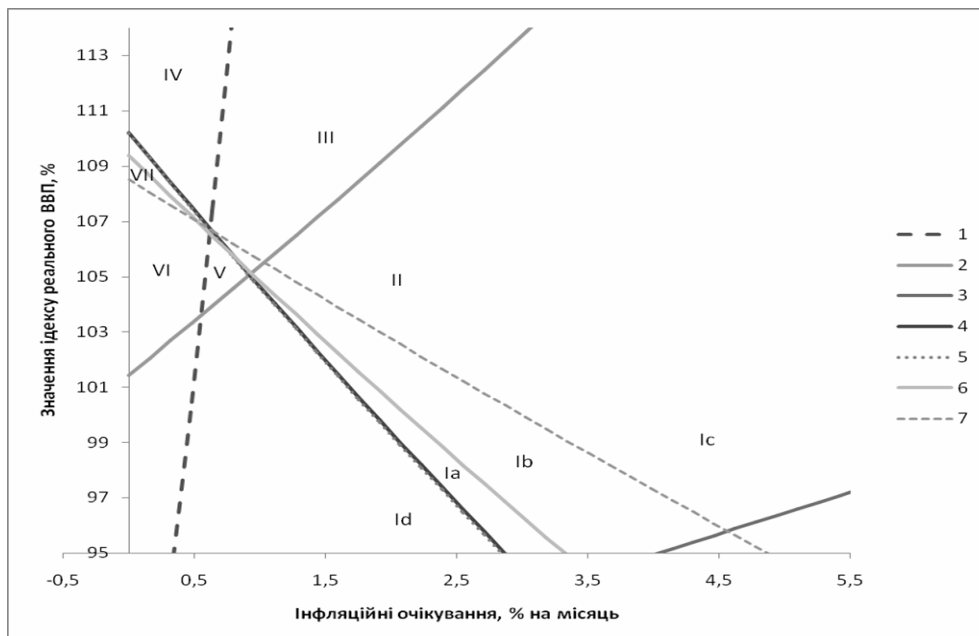


Рис 4. Зони задіявання монетарних режимів у просторі транзитних змінних

Джерело: складено авторами.

Аналізуючи відповідність між зміною різних режимів та значеннями транзитних змінних, можна зробити висновок, що для української економіки можливо ідентифікувати стани, в яких НБУ вводить в дію той чи інший монетарний режим за допомогою очікуваного мінімального рівня місячної цінової інфляції (апроксимованої ставкою рефінансування НБУ в розрахунку на місяць) та реального ВВП.

За умов порівняно низьких інфляційних очікувань (до 0,7% на місяць) вступають у силу такі режими: а) Режим VI, який є базовим (значення всіх транзитних функцій, крім третьої, близькі до нуля), асоціюється із помірними або низькими темпами зростання реального ВВП (до 101–109%). По суті йдеться про режим прив'язки гривні до долара США з фіксованим курсом або незначними дискреційними варіаціями; б) Режим IV за умов високого рівня зростання ВВП (понад 110–113%) відповідає 2004 – початку 2005 рр., коли сприятливі умови зовнішньої торгівлі та активний при-



плив інвестицій привели до значного зростання суспільного виробництва в Україні. Валютний курс при цьому, знаходився де-факто у режимі повзучої прив'язки на основі дискреційних рішень НБУ і коливався довкола рівня у 5,3 грн за долар США. Однак боротьба з ревальваційним тиском на внутрішній валютний ринок, привела до різкої ревальвації гривні і фіксації курсу на рівні 5,05 грн за долар США всередині 2005 р.). Режим IV порівняно з режимом VI характеризується вищою еластичністю монетарного правила до змін у монетарній базі (еластичність змінює знак і стає позитивною), порівняно вищою еластичністю до реальних ставок відсотка і дещо нижчою еластичністю до ВВП; в) Режим VII відповідає стабілізаційній активності, спрямованій на запобігання різкій ревальвації гривні в результаті масивного припливу валютної грошової маси в економіку. В умовах зменшення рівня виробництва (індекс зростання ВВП менше ніж 100%) задіюються режими Ia-Id. Ці режими імовірно відповідають дискреційній реакції регулятора на економічний спад та спрямовані на виведення економіки з колапсу. Зокрема, слід зазначити, що дана група режимів спостерігалася двічі: протягом 1998–1999 рр. і відновилася у 2008 р. на початку світової фінансової кризи.

Режими II і III асоціюються з посткризовим переходом і стабілізацією, коли високі інфляційні очікування ще залишаються в силі, але зростання ВВП вже відновлюється.

Оскільки при аналізі зміни режимів валютних курсів важливою складовою є оцінка динамічних ефектів таких змін на основні макроекономічні показники, оцінка монетарних режимів виключно за коефіцієнтами еластичності монетарних правил не може дати адекватного уявлення про суть і ефективність кожного з режимів. Відповідно важливим стає розрахунок та аналіз функцій імпульсних відгуків (ФІВ), які дозволяють оцінити динаміку зміни фінансово-економічних показників на зміну монетарних режимів. Дані функції можна застосовувати як інструмент розширеного аналізу ефективності монетарної політики, яку можна визначити як здатність монетарного регулятора адекватно відповідати на непередбачувані економічні шоки, зменшуючи їх негативні наслідки.

Оцінка монетарних режимів виключно за коефіцієнтами еластичності монетарних правил не може дати адекватного уявлення про суть і ефективність кожного з режимів, бо в нашому аналізі йдеться про динамічні ефекти, що поширюються на низку індикаторів. Однак у цьому випадку можливим є застосування функцій імпульсних відгуків для аналізу модельованих сигналів монетарної політики відповідно до їхнього ефекту в часі і у взаємозв'язку з іншими фінансово-економічними показниками. Таким чином, функції імпульсних відгуків (ФІВ) можна застосовувати як інструмент розширеного аналізу ефективності монетарних режимів.

Ефективність монетарної політики, у контексті окреслених вище концептуальних положень, можна сформулювати як здатність монетарного регулятора адекватно відповісти на шоківі явища в економіці, зменшуючи масштаб негативних явищ та згладжуючи спричинені макрофінансові флуктуації. В інших випадках, монетарна політика може бути спрямована на те, щоб вивести економіку на певні бажані тренди економічної динаміки, часом дестабілізуючи економіку для того аби вивести її на якийсь певний більш бажаний рівень.

Спираючись на дані визначення, ми пропонуємо таке формулювання критерію оптимальності монетарного впливу:



$$PO_{i,j}^{(S)} = \frac{\sum_{t=1}^k (\psi_{i,j,t}^{*(S)} - \psi_{i,j,t}^{(S)})}{k\sigma_{\psi_{i,j,t}^{(S)}}}, \quad (16)$$

де:  $PO_{i,j}$  – це значення критерію оптимальності монетарного впливу відповідно до реакції  $i$ -го індикатора на шок у змінній  $j$ ,  $k$  відповідає кількості періодів, упродовж якої симульовано ФІВ,  $\psi_{i,j,t}^{(S)}$  є значення ФІВ змінної  $i$  у відповідь на шок у змінній  $j$  в момент часу  $t$  за припущення, що значення монетарного інструменту не змінюється (ФІВ пасивного сценарію),  $\psi_{i,j,t}^{*(S)}$  відповідає значенню ФІВ змінної  $i$  у відповідь на шок у змінній  $j$  в момент часу  $t$  за умови, що присутня відповідь монетарного регулятора (ФІВ активного сценарію),  $\sigma_{\psi_{i,j,t}^{(S)}}$  – стандартне відхилення відповідної ФІВ за активного сценарію, як апроксимація волатильності економічного відгуку,  $(s)$  позначає відповідний стан економіки.

Інтерпретація знаку, якого набуває значення критерію залежить від того, що визначається як бажана динаміка  $i$ -го індикатора. Наприклад, у разі, коли йдеться про інфляцію, негативні значення критерію відповідатимуть більш сприятливій динаміці показника, тоді як йдеться про суспільне виробництво, інтерпретація буде протилежною.

Для того, щоб розрахувати значення функції імпульсних відгуків для кожного зі станів економіки, звизимо визначення станів до певної внутрішньої точки кожної із зон застосування монетарних режимів, як вказано у табл. 2.

Таблиця 2

**Обрані значення транзитних змінних для апроксимації станів економіки**

№ монетарного режиму	Транзитна змінна 1	Транзитна змінна 2
	refrate/12	log(rgdp)
Ia	1,568197	114,8825
Ib	1,442741	114,3658
Ic	1,881837	115,01
Id	2,822755	115,1368
II	1,254558	116,6112
III	0,940918	117,7768
IV	0,188184	118,2283
V	0,501823	116,6112
VI	0,188184	116,6112
VII	0,125456	117,548

Джерело: складено авторами.

Слід зазначити, що режим VII суттєво дестабілізує систему, і оскільки у відповідну область потрапляє лише кілька фактичних спостережень, ми опускаємо цей режим у подальшому аналізі.

Також зазначаємо, що структуру одночасних шоків було визначено за допомогою декомпозиції Чолеського без корекції на кількість ступенів свободи. Аналіз проводився на основі 36 періодів реакції на імпульс (як еквівалент 3-х років).

В усіх аналізованих режимах, крім Id, шоки показують тенденцію до затухання. Втім режими Ia-Ic загалом характеризуються повільним затуханням і значною амплітудою флуктуацій функції імпульсних відгуків (іФІВ).



Аналіз проводився на основі порівняння графіків ФІВ для пасивного та активного сценаріїв відповідно до конкретного режиму. Для прикладу наводимо лише деякі побудовані графіки таких функцій (рис. 5–7). Зауважимо, що для решти пар "шок-відповідь" проводились аналогічні розрахунки та отримано відповідні функції імпульсних відгуків.

Аналізуючи відгук цінової інфляції на інфляційний шок в один період (рис. 5) можна побачити, що в режимах II–VI активна монетарна політика ефективно згладжує коливання, призводячи, однак, до більших (у середньому) темпів інфляції, що не є бажаним. Тоді як режими II та III нормалізують темп інфляції за 5–6 періодів, навіть вводячи невеликий дезінфляційний ефект у 11–15 місяців; режими IV та V справляють дещо швидший ефект і забезпечують менші залишкові флуктуації в майбутньому, що робить результат досить схожим на ефект пасивного сценарію (що логічно, адже йдеться про фіксовану або змінну у невеликому діапазоні значень прив'язку курсу). Кризові ж режими Ia–Ic імовірно асоціюються з більш волатильною динамікою інфляції (рис. 5).

Якщо шок у систему привноситься змінами на внутрішньому валютному ринку і постає у формі різкої девальвації гривні до долара США відповідно до середньоринкових значень (рис. 6), застосування активного монетарного впливу імовірно є менш ефективним засобом подолання інфляції, ніж пасивний сценарій в усіх описаних станах економіки. Власне, застосування політичного впливу спричинить інверсії інфляційних наслідків шоку в часі, знижуючи темпи інфляції протягом 5-ти місяців, але асоціюючись із зростанням темпів інфляції в період з 6-го по 10-й місяці. В критичних режимах Ia та Ic ці флуктуації не компенсуються системою і залишаються протягом усіх аналізованих 36 місяців, тоді як режим Ib у цих випадках відображає динаміку, подібну до режимів II–VI. Серед останніх найбільший рівень стабільності цін пов'язується із режимом IV.

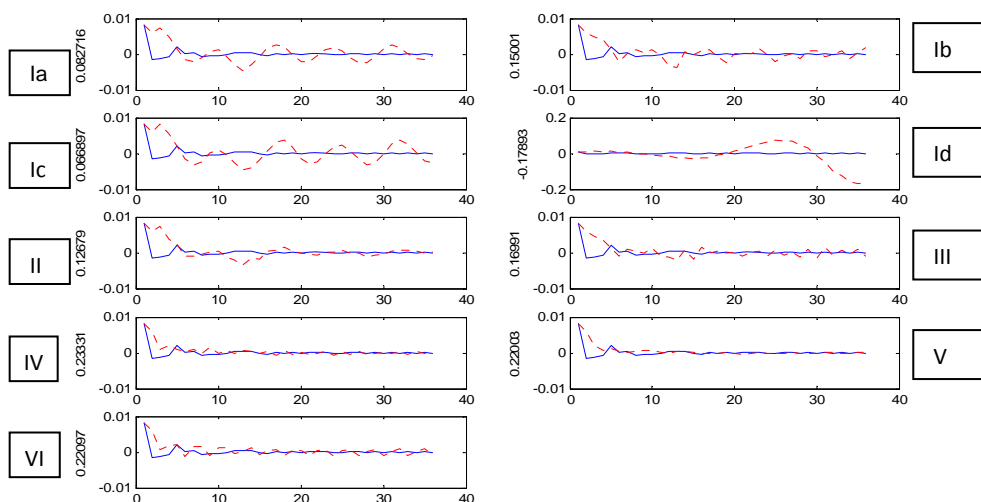


Рис. 5. Умовна функція імпульсних відгуків цінової інфляції (CPI) на шок у CPI (інфляційний шок)

Джерело: складено авторами.



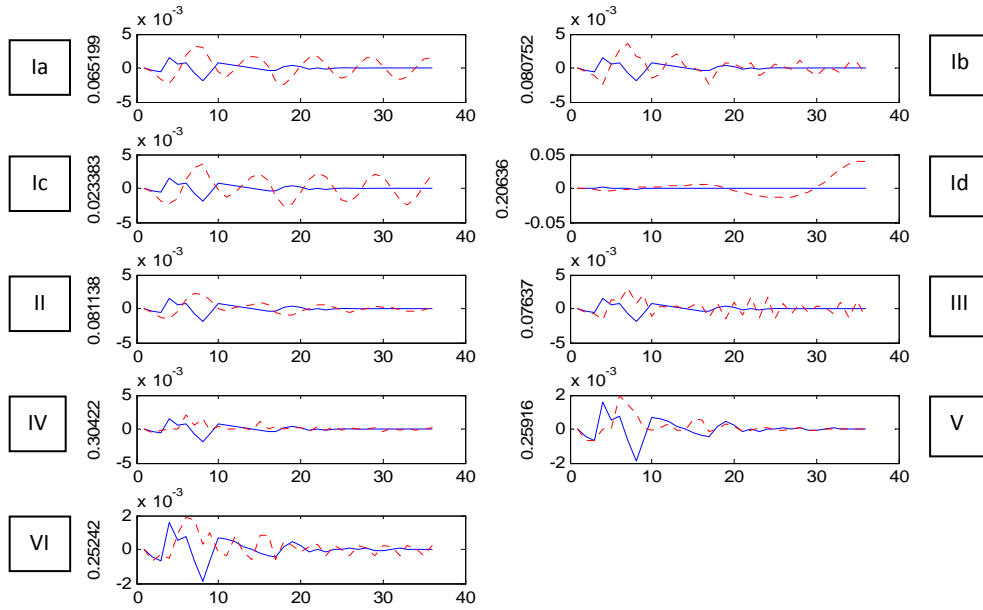


Рис. 6. Умовна функція імпульсних відгуків цінової інфляції (CPI) на шок у номінальному обмінному курсі гривні (ERAVG)

Джерело: складено авторами.

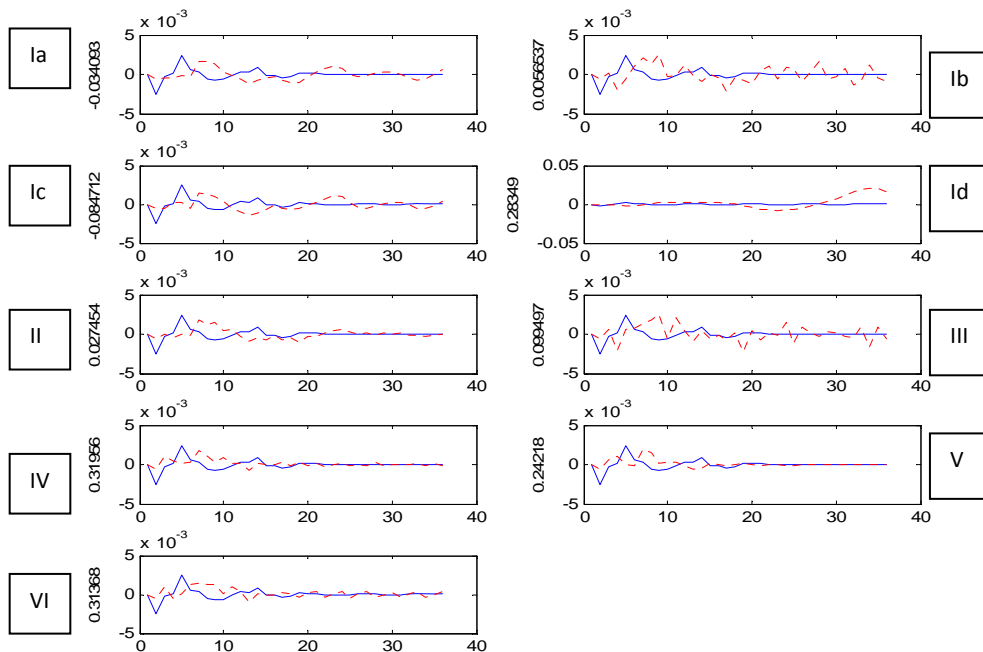


Рис. 7. Умовна функція імпульсних відгуків цінової інфляції (CPI) на шок у міжнародних резервах НБУ (RMG)

Джерело: складено авторами.



Як можна побачити з рис. 7, застосування активного сценарію у режимах Ia, Ic та II показує схильність стабілізувати інфляцію у разі зростання міжнародних резервів, наприклад через позики міжнародних фінансових інституцій (рис. 7), аніж емітувати отримані ресурси на ринок для досягнення короткотермінового дезінфляційного ефекту (пасивний сценарій). Режими Ib та III на відміну від режимів Ia та Ic показують тенденцію до зберігання великої частки цінової волатильності навіть після 20–30 періодів. Загалом, режими II, IV, V, VI навіть попри небажані рівні критерію ефективності, справляють найбільш стабілізуючий ефект на економіку в разі виникнення шоків у міжнародних резервах НБУ.

У пасивному сценарії, позитивні шоки в ставках грошового ринку та депозитних ставках показують короткий (до 3-х місяців) спад інфляційного темпу, після якого слідує еквівалентне або більше посилення темпу цінового зростання. Режими Ia, Ic, Id, II, IV, V та VI здатні пом'якшити короткотерміновий ефект шоку депозитних ставок, стабілізуючи натомість ситуацію на більш довгострокових горизонтах. У разі шоку ставки грошового ринку активний монетарний вплив показує тенденцію на підтримку і подовження дезінфляційного ефекту терміном до 5 місяців, призводячи згодом до пікового інфляційного зростання у восьми чи дев'ятимісячному горизонті серед більшості режимів.

Разом з тим шок у кредитних ставках, який асоціюється із короткотерміновим зростанням інфляційного темпу, після якого відбувається зниження темпів протягом 3-х місяців і пік інфляційного зростання у 7-му періоді, відповідно до значення критерію ефективності гаситься активним монетарним втручанням, за рахунок зниження темпів інфляції після 5-ти або 6-ти місяців.

Досліджуючи ефект шоку пропозиції грошей на інфляцію, можна зауважити, що політика НБУ ефективно протистоїть інфляційному піку, і після короткого періоду зниження інфляційних темпів швидко виводить економіку на дошоківий рівень зростання. Даний факт також підтверджується реакцією функції імпульсних відгуків M2 на шок у M2, яка показує швидке відновлення темпів зростання після шоку, що дозволяє припустити наявність імпліцитної тенденції до таргетування монетарних агрегатів, а відповідно, також пояснити зазначений вище ефект.

Для того щоб більш детально розглянути механіку монетарного впливу, відтвореного моделлю, детально проаналізуємо реакцію функції імпульсних відгуків офіційного обмінного курсу на елементи монетарного правила.

Інфляційний шок може стимулювати центральний банк підвищити офіційний обмінний курс (таким чином порушуючи межу валютного коридору) після короткого лагу в режимах I, II та III. Однак у режимах IV–VI короткотермінова реакція банку виглядає протилежним чином, відображаючи діяльність регулятора щодо подолання інфляції спираючись на офіційну прив'язку валюти (в умовах, коли існують достатні обсяги резервів для проведення такої політики).

Позитивний шок у номінальному ВВП не спричиняє значного впливу на офіційний курс протягом перших 2–5 місяців (оскільки це є бажана динаміка і їй не слід протистояти). Водночас, якщо ефект зростання виробництва слабшає, регулятор може стимулювати зростання ВВП девальвуючи національну валюту. За умов, коли решта економічних змінних лишаються незмінними, цей підхід може імовірно спричинити помірно довготривале коливання обмінного курсу.



Зростання монетарної бази в режимах I, II та III стимулюватиме центральний банк абсорбувати надлишкову грошову масу, таким чином стимулюючи ревальвацію національної валюти. Втім у режимах IV–VI, судячи з реакції імпульсної функції відгуків, банк лишає певну частку додаткової грошової маси і, відповідно, збільшує девальваційний тиск (який імовірно очікується компенсувати за рахунок економічного зростання тощо).

Ще одним дискусійним моментом є координування режиму валютного регулювання із фінансовим впливом через ставку рефінансування. Можна відмітити, що зростання ставки рефінансування асоціюється із ревальваційними тенденціями в режимах I–III (це випадок коли обидва інструменти використовуються сукупно для подолання інфляції). Режими IV–VI показують тенденції до короткотермінової девальвації (у цьому разі можна припустити, що динаміка офіційного обмінного курсу має запобігти небажаному значному укріпленню валюти).

Аналізуючи здатність НБУ стимулювати попит, можна відмітити здебільшого позитивні значення критерія ефективності у відповідь на ціновий шок (крім режиму IV). Монетарний вплив спрямовується, в основному, на зміну фази шоків, таким чином, імовірно, негативні ефекти компенсуються флуктуаціями системи, спричиненими іншими детермінантами. Отже, негативним явищем є суттєве зростання волатильності попиту.

В умовах шоку на внутрішньому валютному ринку, попит за активного впливу НБУ є більш стабільним однак характеризується меншим середнім рівнем зростання.

Дієвий монетарний вплив показує кращі результати, ніж пасивний у відповідь на шоки щодо депозитних та кредитних ставках, згладжуючи спад споживання, спричинений низькою доступністю запозичень або бажанням збільшити заощадження. Водночас у разі шоку на грошовому ринку, середній рівень споживання імовірно впаде, хоч і матиме меншу амплітуду флуктуацій.

Активна монетарна політика також здатна стримати короткотермінове зростання попиту у випадку шоку у ставці рефінансування (імовірно завдяки більшій доступності імпортованих товарів при ревальвації), а також суттєві майбутні флуктуації, утримуючи попит практично постійним в усіх режимах.

Загалом аналіз функцій імпульсних відгуків за умов кожного з режимів дозволяє виокремити основні риси визначників режимного переходу. Здатність центрального банку здійснювати активну антиінфляційну політику у розглянутих випадках є передусім залежною від рівня міжнародних резервів. Коли посткризова економіка країни відновлює зростання ВВП і накопичує і/або позичає достатній обсяг міжнародних резервів, монетарний регулятор отримує можливість контролювати темп росту інфляції за рахунок прив'язки курсу національної валюти і, імовірно, імпліцитно таргетуючи грошові агрегати. В цьому випадку оптимальною стратегією стабілізації при виникненні зовнішніх або внутрішніх шоків є відстрочення небажаної реакції економіки на термін у 5–6 місяців за рахунок використання наявних монетарних інструментів (наприклад, за рахунок абсорбування надлишку грошової маси; зміни величини грошового мультиплікатора тощо) для того, щоб подальші флуктуації були скомпенсовані природними коливаннями, присутніми у системі. Однак така політика передбачає, що помірні залишкові темпи зростання цін будуть постійно присутні в економіці.



В умовах виникнення економічної кризи центральний банк втрачає здатність утримувати прив'язку національної валюти, відпускає курс, девальвуючи валюту і намагаючись закріпити курс на рівні, при якому тиск на внутрішній валютний ринок не є таким потужним. Як показує аналіз, навіть якщо така стратегія поєднується із впливом через інші канали монетарної трансмісії, вона не може повністю подолати цінову нестабільність і асоціюється із дестабілізаційним впливом на економіку.

Наведені результати, отримані на основі даних економіки України щодо практики і особливостей монетарного регулювання в умовах економічних трансформацій можуть бути з певними корекціями екстрапольовані на аналогічні задачі стосовно інших перехідних економік. Слід також зазначити, що загальна архітектура та інтерпретація моделі не має явних застережень стосовно їхнього застосування у разі, наприклад, розвинених світових економічних систем, оскільки дає змогу детально проаналізувати зміни монетарних режимів за умови коректно сформульованої структури монетарного правила.

Зауважимо, що результати проведеного дослідження є достатньо надійними для короткострокового періоду, але їхнє використання для довгострокового періоду потребує обережної інтерпретації за рахунок можливості зростання помилки прогнозу в довгостроковому періоді.

**Висновки.** Аналіз монетарної політики як послідовності зміни певних режимів дозволяє значно глибше і адекватніше проаналізувати і відтворити не лише рішення монетарного регулятора (центрального банку), але й реакцію економічних суб'єктів та економічної системи в цілому на заходи монетарного впливу. Підхід, який розвиває концепцію аналізу монетарної політики з використання монетарних правил, зараз активно використовується західними та українськими вченими в теоретичних та емпіричних дослідженнях, оскільки має низку суттєвих переваг, зокрема є стійким до відомої критики Р.Лукаса. Крім того, застосування методології поступової зміни монетарних режимів, яка базується на моделюванні наявної логіки їхнього переходу, охоплює широкий спектр можливих підходів до монетарного управління і є зручним інструментом для розширеного сценарного аналізу та дозволяє виявити ефективні напрями розвитку монетарної політики. Розроблені в даному дослідженні оригінальні нелінійні монетарні правила із нейронними коефіцієнтами дозволяють відтворити практично будь-яку логіку, котра явно чи неявно присутня у діяльності НБУ стосовно зміни монетарного режиму. Включення нелінійного монетарного правила в макромодель фінансового сектора та отримання таким чином інтегрованої макромоделі значно розширює можливості аналізу монетарної політики та виявлення ефективних інструментів її регулювання у відповідь на непередбачувані події. Крім того, розроблений комплекс моделей та методів їхньої реалізації дозволяє провести поглиблений аналіз впливу зміни монетарних режимів на стабілізацію фінансового стану української економіки, а також виявити, яким чином застосування різних режимів дозволяє компенсувати небажаний вплив шоків на економіку.

Окрім наведених у даній статті результатів, отриманих на основі загальної макромоделі, використання запропонованого підходу лише щодо розрахунку та прогнозу окремих значень транзитних функцій, дозволяє більш точно прогнозувати динаміку обмінного курсу та інших фінансово-економічних індикаторів і таким чином



надавати надійнішу прогностичну інформацію, наприклад для фундаментального аналізу динаміки фондових, товарних ринків та споріднених аналітичних задач.

Також необхідно зазначити, що дане дослідження піднімає питання швидкості зміни монетарних режимів. Передусім, це поняття розширює концепцію моделювання "шоку монетарної політики", в якій йдеться про одномоментну зміну у коефіцієнті монетарного правила або очікуваному середньому значенні монетарного інструмента. Аналізуючи шок від зміни монетарних інструментів як фактора раціональних очікувань економічних агентів, можна зробити висновок, що величина шоку, тобто відхилення його від рівноважного стану, та гострота шоку – тобто швидкість, з якою відбулася зміна – мають окремі канали впливу на рішення економічних агентів. Зокрема, в даному дослідженні режими IV, V та VI, в яких коригуючий стабілізаційний вплив здійснюється за рахунок плавної динаміки перемикачів 2 і 3, позначаються порівняно меншим рівнем залишкових економічних флуктуацій і більшим рівнем економічної стабільності.

Урахування альтернативних сценаріїв зміни режимів таким чином розширює аналітичний потенціал моделювальної практики монетарного регулятора. У роботі серед іншого запропоновано емпіричну концепцію та математико-статистичне трактування монетарних режимів, а також статистичний критерій вимірювання ефективності монетарного впливу в межах режиму. Запропонована модель реалізує набір ідентифікованих монетарних режимів, а подальший аналіз функцій імпульсних відгуків дозволяє окреслити базові риси перебігу монетарної політики у досліджуваному випадку.

Проведені дослідження можуть розвиватися в напрямі удосконалення теоретичної повноти концепцій трансмісійного механізму та поведінки монетарного регулятора. Зокрема можливо застосувати описану методологію для одночасного моделювання багатойнструментної монетарної політики з виокремленням ефектів доларизації, обмеженої залученості до фондового ринку та реакції фінансової системи країни на заходи монетарної політики.

## Література

1. *Taylor J.B.* The monetary transmission mechanism and the evaluation of monetary policy rules // Матеріали конференції: Monetary Policy: Rules and Transmission Mechanisms, Central Bank of Chile. – 1999. – С. 2–27.
2. *Rotemberg J.J., Woodford M.* An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy: expanded version // NBER Technical working paper. – 1998. – № 233. – С. 1–55.
3. *Woodford M.* Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy. Princeton: Princeton University Press, 2003. – 800 с.
4. *Tovar C.E.* DSGE Models and Central Banks // Economics E-Journal. – 2009. – Т. 3. – С. 1–31.
5. *Bernanke B., Gertler M., Gilchrist S.* Financial accelerator in a quantitative business cycle framework // NBER working paper series. – 1998. – #6455/ – С. 158.
6. *Clarida R., Gali J., Gertler M.* The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective // Journal of Economic Literature. – 1999. – Т. XXXVII. – С. 1667–1707.
7. *Christiano L.J., Eichenbaum M., Evans C.L.* Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy // Journal of Political Economy. – 2005. – Т. 113. – № 1. – С. 1–45.
8. *Lucas R.E.* Econometric policy evaluation: A critique // Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. – 1976. – С. 19–46.
9. *Harrison R.* та ін. The Bank of England Quarterly Model. – London : Bank of England, 2005. – 244 с.



10. *Smets F., Wouters R.* An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro data // ECB working papers. – 2002. – № 171. – С. 4–33.
11. *Castillo P., Montoro C., Tuesta V.* An estimated stochastic general equilibrium model with partial dollarization: a bayesian approach // Central bank of Chile working papers. – 2006. – #381. – С. 2–40.
12. *Гесць В.М., Скрипниченко М.І., Соколик М.М.* Секторальні макромоделі прогнозування економіки України // Економіст. – 1998. – № 5. – С. 58–67.
13. *Лук'яненко І.Г.* Динамічні макроеконометричні моделі. Новий концептуальний підхід. – К. : ВД "КМ Академія", 2003. – 50с.
14. *Султан К., Лук'яненко І.Г., Городніченко Ю.О.* Методологічні аспекти розробки та практичного застосування макроеконометричної моделі України : монографія. – К. : Видавничий дім "КМ Academia", 2000. – 204 с.
15. *Скрипниченко М.І.* Прикладні аспекти формування міжкраїнних моделей економічного розвитку // Економіка і прогнозування. – 2005. – № 1. – С. 92–109.
16. *Шумська С.С.* Інтегральна оцінка монетарного забезпечення економіки банківською системою // Економіка: проблеми теорії та практики : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т., 2006. – Вип. 216. – Т. 2. – С. 302–310.
17. *Кораблін С.О.* Сукупна пропозиція і оптимальна інфляція // Економіка і прогнозування. – 2005. – № 1. – С. 9–32.
18. *Миценко В.І., Петрик О.І., Сомик А.В., Лисенко Р.С.* Монетарний трансмісійний механізм в Україні: науково-аналітичні матеріали. – Вип. 9. – К. : Центр наукових досліджень НБУ України, 2008. – 144 с.
19. *Петрик О., Шоломицький Ю.* Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги: сутність, досвід використання в центральних банках // Банківська справа. – 2007. – № 4. – С. 43–53.
20. *Николайчук С.А.* Оцінка альтернативних режимів монетарної політики на основі Квартальної прогнозуєної моделі Національного банку України // Економіст. – 2007. – № 11. – С. 56–60.
21. *Kapetanios G., Labhard V., Price S.* Forecast combination and the Bank of England's suite of statistical forecasting models // Economic Modelling. – 2008. – Т. 25. – № 4. – С. 772–792.
22. *Dijk D.V., Franses P.H.* Modelling Multiple Regimes in the Business Cycle // Macroeconomic Dynamics. – 1999. – Т. 3. – № 3. – С. 311–340.
23. *Dijk D., Terasvirta T., Franses P.H.* Smooth transition autoregressive models—A survey of recent developments // Econometric Institute Research Report. – 2000. – № EI2000-23/A. – С. 3–41.
24. *Eitrheim Ø., Terasvirta T.* Testing the adequacy of smooth transition autoregressive models // Journal of Econometrics. – 1996. – Т. 74. – № 1. – С. 59–75.
25. *Terasvirta T., Dijk D.V., Medeiros M.C.* Linear models, smooth transition autoregressions, and neural networks for forecasting macroeconomic time series: A re-examination // International Journal of Forecasting. – 2005. – Т. 21. – № 4. – С. 755–774.
26. *Medeiros M.C., Veiga A.* A flexible coefficient smooth transition time series model. // IEEE transactions on neural networks / A publication of the IEEE Neural Networks Council. – 2005. – Т. 16. – № 1. – С. 97–113.
27. *Матвійчук А.В.* Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка практичного застосування макроеконометричної моделі України : монографія. – К. : Видавничий дім "КМ Academia", 2000. – 204 с.

*Надійшла в редакцію*

*10.05.2011 р.*