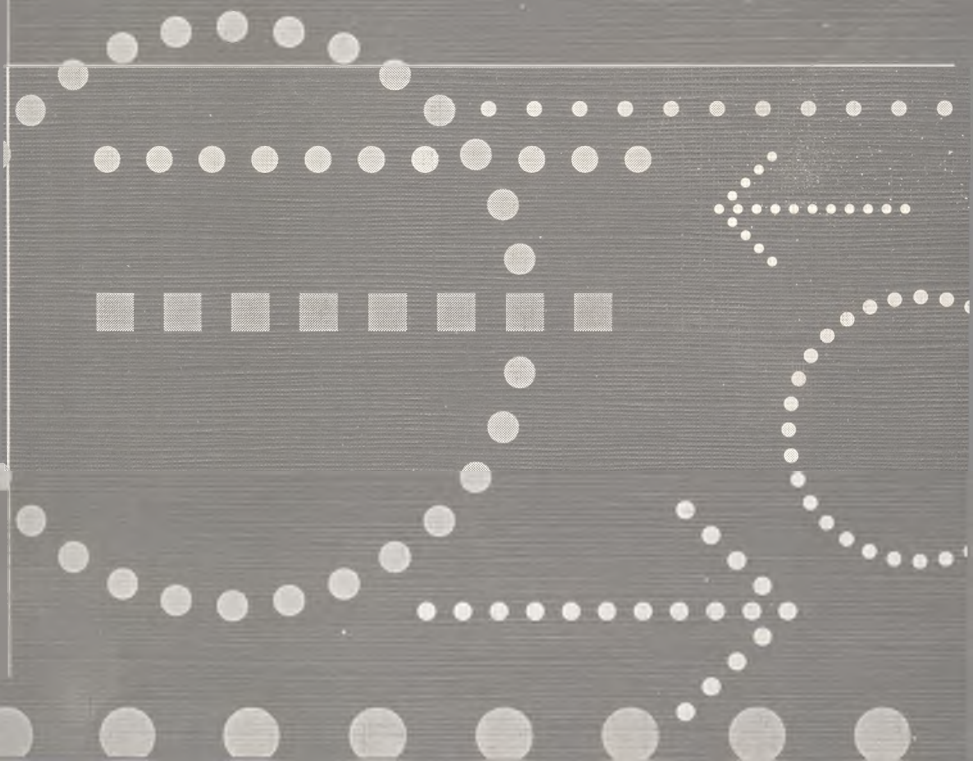


Л 844

І. Г. ЛУК'ЯНЕНКО

# ДИНАМІЧНІ МАКРОЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ

НОВИЙ КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД





2844

І. Г. ЛУК'ЯНЕНКО  
**ДИНАМІЧНІ  
МАКРОЕКОНОМЕТРИЧНІ  
МОДЕЛІ**

НОВИЙ КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД



ДАРУНОК від  
*Флюховецького*

*В. С.*

Київ



Видавничий дім  
«КМ Академія»  
2003

Наукова бібліотека  
Університету  
«Києво-Могилянська»

У роботі представлено концепцію динамічної макроеконометричної моделі, яка дає змогу більш реалістично описувати економічні процеси для країн з перехідною економікою. Запропонований новий концептуальний варіант макроеконометричної моделі України дозволяє поєднувати довгострокові рівноважні зв'язки та механізми короткострокового динамічного пристосування. За своєю структурою запропонована модель є логічним удосконаленням розробленої раніше макроеконометричної моделі.

Робота є результатом досліджень, проведених автором за темою «Розробка макроеконометричних моделей бюджетної системи України та фінансового вирівнювання регіонів».

Вона може бути використана в курсах «Моделювання макроекономічної динаміки», «Економетрика» та «Макроекономічне прогнозування».

Призначена для студентів, аспірантів, докторантів, наукових працівників, усіх, хто практично займається макроекономічним моделюванням.

#### Рецензенти:

*А. М. Єріна* – доктор економічних наук, професор,  
Київський національний економічний університет

*В. В. Ветлінський* – доктор економічних наук, професор,  
Київський національний економічний університет

Рекомендовано до друку Вченою радою НаУКМА  
Протокол № 19(8.3) від 7 листопада 2002 р.

# ЗМІСТ

<b>Передмова</b> .....	6
<b>Вступ</b> .....	7
<b>1. Принципові відмінності макромоделей з механізмом довгострокового пристосування від класичних</b> .....	9
1.1. Формалізований вигляд класичної макромоделі .....	9
1.2. Особливості механізму довгострокового пристосування та коінтеграція .....	11
<b>2. Концепція макроеконометричної моделі України з механізмом довгострокового пристосування</b> .....	15
2.1. Реальний сектор .....	16
2.1.1. Агрегований попит .....	16
2.1.2. Агрегований попит (номінальний) .....	16
2.1.3. Агрегована пропозиція .....	16
2.1.4. Розрив між агрегованими попитом та пропозицією .....	16
2.1.5. Прибуток .....	16
2.1.5.1. Прибуток по галузях .....	17
2.1.5.2. Прибуток (всього) .....	17
2.1.6. Амортизація .....	17
2.1.6.1. Амортизація по галузях .....	17
2.1.6.2. Амортизація (всього) .....	17
2.1.7. Інвестиції .....	17
2.1.7.1. Інвестиції в запаси .....	17
2.1.7.2. Інвестиції у житлове будівництво .....	17
2.1.7.3. Інвестиції у виробничі фонди .....	17
2.1.7.4. Номінальні інвестиції .....	18
2.1.7.5. Капітал .....	18
2.1.8. Споживання .....	18
2.1.8.1. Споживання (всього) .....	18
2.1.8.2. Споживання товарів короткострокового користування (Non-durables) .....	18
2.1.8.3. Споживання товарів довгострокового користування (Durables) .....	18
2.1.8.4. Номінальне споживання .....	19
2.1.9. Використовуваний дохід .....	19
2.1.10. Багатство .....	19

2.2. Зовнішньоекономічний сектор .....	19
2.2.1. Експорт .....	19
2.2.1.1. Експорт <i>i</i> -ї галузі (попит) .....	20
2.2.1.2. Експорт (всього) .....	20
2.2.1.3. Експорт (реальний, всього, в гривнях) .....	20
2.2.2. Імпорт .....	20
2.2.2.1. Імпорт <i>i</i> -ї галузі (попит) .....	20
2.2.2.2. Імпорт (всього) .....	20
2.2.2.3. Імпорт (реальний, всього, в гривнях) .....	20
2.2.3. Чистий експорт .....	20
2.2.4. Баланс поточних операцій .....	20
2.2.5. Баланс рахунку операцій з капіталом .....	20
2.2.6. Зміни в офіційних резервах .....	20
2.2.7. Номінальний чистий експорт .....	20
2. 3. Гроші .....	21
2.3.1. Пропозиція грошей M2 .....	21
2.3.2. Попит на гроші .....	21
2.3.2.1. Процентні ставки по кредитах .....	21
2.3.2.1.1. Короткострокові процентні ставки .....	21
2.3.2.1.2. Довгострокові процентні ставки .....	21
2.3.2.2. Процентні ставки по депозитах .....	21
2.3.2.2.1. Короткострокова ставка .....	22
2.3.2.2.2. Довгострокова ставка .....	22
2.3.2.3. Заборгованість між підприємствами .....	22
2.3.2.3.1. Кредиторська заборгованість .....	22
2.3.2.3.2. Дебіторська заборгованість .....	22
2.4. Цінові індекси та дефлятори .....	22
2.4.1. Індекс споживчих цін .....	23
2.4.2. Індекс цін виробників .....	23
2.4.3. Дефлятор споживання .....	23
2.4.4. Дефлятор інвестицій .....	23
2.4.5. Дефлятор державних інвестицій .....	24
2.4.6. Дефлятор державного споживання .....	24
2.4.7. Дефлятор експорту .....	24
2.4.8. Дефлятор імпорту .....	24
2.4.9. Дефлятор ВВП .....	24
2.5. Ринок праці .....	25
2.5.1. Чисельність працездатного населення .....	25
2.5.2. Економічно активна частина населення .....	25
2.5.3. Середня заробітна плата .....	25
2.5.4. Заборгованість із заробітної плати .....	25
2.5.5. Зайнятість .....	26
2.5.6. Частка безробітних .....	26
2.5.7. Фонд заробітної плати .....	26
2.5.8. Продуктивність праці .....	26
2.6. Бюджет .....	26

2.6.1. Доходи .....	27
2.6.1.1. Податок на додану вартість .....	27
2.6.1.2. Податок на прибуток підприємств .....	27
2.6.1.3. Прибутковий податок з громадян .....	28
2.6.1.4. Ефективна ставка прибуткового податку з громадян .....	28
2.6.2. Акцизи .....	28
2.6.2.1. Тютюн .....	28
2.6.2.2. Алкоголь .....	28
2.6.2.3. Інші (для кожної <i>i</i> -ї групи) .....	29
2.6.2.4. Всього по акцизах .....	29
2.6.2.5. Ефективна ставка оподаткування по акцизах .....	29
2.6.3. Плата за землю .....	29
2.6.4. Інші податки за користування природними ресурсами .....	29
2.6.5. Податки на міжнародну торгівлю та зовнішньоекономічні операції .....	29
2.6.6. Спеціальні фонди .....	29
2.6.6.1. Власні надходження бюджетних установ .....	29
2.6.6.2. Пенсійний фонд .....	29
2.6.6.3. Інші податкові та неподаткові надходження .....	30
2.6.7. Всього бюджетних надходжень .....	30
2.6.8. Видатки .....	30
2.6.8.1. Економічна класифікація .....	30
2.6.8.2. Перехід з функціональної на економічну класифікацію .....	30
2.6.8.3. Державні видатки (пряме споживання та інвестиції) .....	30
2.6.9. Дефіцит .....	30
2.6.10. Сеньйораж .....	30
2.6.11. Процентні платежі по боргу .....	30
2.6.11.1. Процентні платежі (всього) .....	30
2.6.11.2. Процентні платежі по внутрішньому боргу .....	30
2.6.11.3. Процентні платежі по зовнішньому боргу .....	30
2.6.12. Державний борг .....	30
2.6.12.1. Державний борг (всього) .....	30
2.6.12.2. Внутрішній державний борг .....	30
2.6.12.3. Зовнішній державний борг .....	31
2.6.12.4. Амортизаційні платежі по державному боргу .....	31
2.6.12.5. Нові запозичення по державному боргу .....	31
2.7. Перелік змінних та їх зв'язки у моделі .....	31
2.8. Особливості моделювання та прогнозування на основі динамічних систем рівнянь .....	38
2.8.1. Специфікація динамічної макромоделі .....	38
2.8.2. Оцінювання невідомих параметрів системи для усунення ендогенності .....	40
2.8.3. Особливості прогнозування та оцінка прогнозної якості симульативних моделей .....	41
2.8.3.1. Аналіз функції імпульсних відгуків .....	45
<b>Висновки</b> .....	48
<b>Список літератури</b> .....	50

## ПЕРЕДМОВА

У роботі представлено концепцію динамічної макроеконометричної моделі, яка дає змогу більш реалістично описувати економічні процеси для країн з перехідною економікою, що характеризуються значними шоками. Більшість розроблених макроекономічних моделей, як правило, моделюють довгострокові рівноважні зв'язки в економіці і є непридатними для дослідження адаптивності економічних процесів, наприклад, швидкості коригування відхилень від довгострокової рівноваги у відповідь на шоки в економіці. Аналіз широкого спектра динамічних властивостей економічних процесів таким чином залишається поза їх межами, що є особливо негативним при розробці макроеконометричних моделей країн з перехідною нестабільною економікою. Розробляючи цей тип моделей, необхідно брати до уваги не тільки інформацію про рівноважні економічні зв'язки, виходячи з економічної теорії, а й широко враховувати динамічні властивості часових рядів, які дозволяють даним «говорити самим за себе».

Запропонований новий концептуальний варіант макроеконометричної моделі України дозволяє поєднувати довгострокові рівноважні зв'язки та механізми короткострокового динамічного пристосування. За своєю структурою запропонована модель є логічним удосконаленням розробленої раніше макроеконометричної моделі та складається з шести блоків: ринок праці; реальний та зовнішньоекономічний сектори; монетарний сектор, який розбивається на два досить великі блоки: гроші та цінові індикатори і дефлятори; а також бюджетний сектор. Запропонована нами блочна структура на практиці довела свою ефективність, тому що дозволяє одночасно моделювати та аналізувати як економіку в цілому, так і кожний окремих сектор. Крім того, така структура значно полегшує специфікацію та оцінювання моделі і дає можливість у разі потреби удосконалювати кожний окремих блок без порушення загальної структури.

Робота є результатом досліджень, проведених автором у рамках теми «Розробка макроеконометричних моделей бюджетної системи України та фінансового вирівнювання регіонів».



## ВСТУП

Кожна країна, розробляючи стратегії свого розвитку, повинна спиратись на цілу низку прогностичних показників, які зменшують ступінь невизначеності під час прийняття рішень. Особливо це стає важливим для нестабільних економік, в яких порушуються сталі тенденції та структурні зв'язки. Тому в умовах таких економік актуальною стає необхідність моделювання та аналізу різних сценаріїв ймовірного розвитку економічних процесів при певних заданих умовах або припущеннях, що звичайно можливо лише за наявності загальної економетричної моделі економіки країни.

Україна, на жаль, досі належить до нестабільних в економічному сенсі держав, тому для прийняття рішень потрібно мати розроблену економетричну модель економіки в цілому. Цей напрям залишається надзвичайно актуальним та досить складним завданням. Розробка макроеконометричної моделі потребує, з одного боку, глибокого знання макроекономічних процесів та прояву їх особливостей у нестандартних економічних ситуаціях, а з іншого боку, вимагає від дослідника володіння широким спектром економіко-статистичних та економетричних методів. Крім того, використання розробленої макроеконометричної моделі для прийняття рішень та прогнозу на її основі можливих сценаріїв економічного розвитку країни потребує досить ретельної діагностики моделі, тестування її на адекватність за допомогою багатьох критеріїв, а також перевірки адекватного реагування на можливі шоки зовнішнього середовища.

Великою вадою макроеконометричних структурних моделей, побудованих на класичній концепції застосування симультивних рівнянь, є їх статичність. Дійсно, економетричні моделі такого типу, як правило, описують тільки довгострокові рівноважні зв'язки в економіці і є непридатними для дослідження адаптивності економічних процесів, наприклад, швидкості коригування відхилень від довгострокової рівноваги у відповідь на шоки в економіці. Аналіз широкого

спектра динамічних властивостей економічних процесів таким чином залишається поза їх межами, що є особливо негативним при розробці макроеконометричних моделей країн з перехідною економікою, які характеризуються нестабільністю та періодичними шоками. Розробляючи цей тип моделей, необхідно брати до уваги не тільки інформацію про рівноважні економічні зв'язки, виходячи з економічної теорії, а й широко враховувати динамічні властивості часових рядів, які дозволяють даним «говорити самим за себе».

Нами запропоновано новий концептуальний варіант макроеконометричної моделі України, в якій поєднуються довгострокові рівноважні зв'язки та механізми короткострокового динамічного пристосування. За своєю структурою запропонована модель є логічним удосконаленням розробленої авторами макроеконометричної моделі [17] та складається з шести блоків: ринок праці; реальний та зовнішньоекономічний сектори; монетарний сектор, який розбивається на два досить великі блоки: гроші та цінові індикатори і дефлятори; а також бюджетний сектор. Запропонована нами блочна структура на практиці довела свою ефективність, тому що дозволяє одночасно моделювати та аналізувати як економіку в цілому, так і кожний окремий сектор. Крім того, така структура значно полегшує специфікацію і оцінювання моделі та дає можливість у разі потреби удосконалювати кожний окремий блок без порушення загальної структури.

# 1. ПРИНЦИПОВІ ВІДМІННОСТІ МАКРОМОДЕЛЕЙ З МЕХАНІЗМОМ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРИСТОСУВАННЯ ВІД КЛАСИЧНИХ

## 1.1. Формалізований вигляд класичної макромоделі

Макроекономічна (структурна) модель на основі симультаивних систем рівнянь може бути представлена в такому формалізованому вигляді:

$$\begin{aligned} Y_{1t} &= \beta_{12} Y_{2t} + \dots + \beta_{1M} Y_{Mt} + \gamma_{11} X_{1t} + \dots + \gamma_{1K} X_{Kt} + \varepsilon_{1t} \\ Y_{2t} &= \beta_{21} Y_{1t} + \dots + \beta_{2M} Y_{Mt} + \gamma_{21} X_{1t} + \dots + \gamma_{2K} X_{Kt} + \varepsilon_{2t} \\ &\dots\dots\dots \\ Y_{Mt} &= \beta_{M1} Y_{1t} + \dots + \beta_{MM-1} Y_{M-1,t} + \gamma_{M1} X_{1t} + \dots + \gamma_{MK} X_{Kt} + \varepsilon_{Mt}, \end{aligned} \quad (1.1)$$

де  $Y_1, Y_2, \dots, Y_M$  – ендогенні, або залежні, змінні;  $X_1, X_2, \dots, X_k$  – предетерміновані, або попередньо визначені, змінні<sup>1</sup>;  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_M$  – випадкові величини;  $t = 1, 2, \dots, N$  – загальна кількість спостережень;  $\beta$  – невідомі параметри при ендогенних змінних;  $\gamma$  – невідомі параметри при попередньо визначених змінних. Параметри  $\beta$  та  $\gamma$  ще відомі як структурні параметри, або структурні коефіцієнти, моделі.

Слід відмітити, що не всі змінні обов'язково повинні з'являтися у кожному рівнянні. Іншими словами, дослідник може *a priori* накласти обмеження на параметри моделі і припустити, що деякі параметри дорівнюють нулю (наприклад,  $\gamma_{11} = 0$ ), і, таким чином, змінні, відповідні цим параметрам (в даному випадку  $X_1$ ), не включаються до складу відповідної регресії (в даному випадку першої).

Параметри структурної моделі відображають *прямий вплив* кожного фактора на залежну змінну. За своїм економічним змістом вони можуть бути коефіцієнтами еластичності, граничними нормами тощо.

---

<sup>1</sup> Одна з цих  $X$  змінних може набувати значення одиниці для отримання перетину в кожному рівнянні.

Простою ілюстрацією симульативної системи рівнянь може слугувати розроблений авторами аналог IS-LM моделі для української економіки:

1.  $RCON_t = f_1(RDI_t, R_t, RCON_{t-1}, RCON_{t-4})$
2.  $RINV_t = f_2(RGDP_t, RGDP_{t-1}, R_{t-2}, RINV_{t-1}, RINV_{t-4}, t)$
3.  $R_t = f_3(RM2_t, RGDP_t, DLOG\{CPI_t\}, R_{t-1})$
4.  $M2_t = f_4(MB_t, [R_t - RNBU_t])$
5.  $RGDP_t = RCON_t + RINV_t + RG_t + NX_t$
6.  $RDI_t = RGDP_t - RTAX_t$
7.  $RM2_t = M2_t / CPI_t$ , (1.2)

де  $t$  – часовий період,  $RCON$  – реальне споживання;  $RDI$  – реальний дохід у розпорядженні;  $R$  – комерційна (ринкова) процентна ставка; щомісячна, %;  $RINV$  – реальні інвестиції;  $RGDP$  – реальний ВВП;  $RM2$  – реальні грошові запаси  $M2$ ;  $CPI$  – індекс споживчих цін;  $M2$  – грошовий агрегат  $M2$ ;  $MB$  – грошова база;  $RNBU$  – ставка рефінансування НБУ; місячна, %;  $RG$  – реальне державне споживання;  $NX$  – реальний чистий експорт;  $RTAX$  – реальні державні доходи.

Більш реальною ілюстрацією використання класичного підходу до побудови та практичного застосування великих макроеконометричних моделей є розроблена авторами велика макроеконометрична модель України, яка детально описана в [17].

Як загальний вигляд, так і наведений приклад найпростішої макроекономічної моделі яскраво демонструють орієнтованість даних моделей на довгострокову рівновагу, незважаючи на те, що в деякі рівняння можуть входити і лагові змінні економічних показників.

Класичні моделі дозволяють чітко виокремити та описати як явні взаємозв'язки всередині економіки, так і неявні причинно-наслідкові зв'язки, які загалом не можна врахувати без формальної моделі. Крім того, вони дають змогу економістам прогнозувати динаміку економічних показників та перевіряти різні сценарії можливого економічного розвитку для вибору правильної економічної політики держави. При цьому важливо не забувати основне припущення класичного моделювання, що закономірності минулого будуть зберігатись у майбутньому [7, 8]. Це дозволяє дослідникам проектувати тенденції минулого у майбутнє та передбачати у такий спосіб майбутню поведінку економічних змінних. На жаль, припущення про збереження тенденції минулого

у майбутньому може бути некоректним на практиці, а для економіки країн перехідного періоду воно є навіть небезпечним, оскільки економіка переживає не лише періодичні зростання та падіння, а й інституціональні та структурні зміни.

У класичних моделях економічні взаємозв'язки описуються виходячи з існування довгострокової рівноваги. А в країнах з перехідною економікою, де рівноважний стан є скоріше теоретичним припущенням, важливо в першу чергу проаналізувати динамічну поведінку системи, її реакцію на непередбачувані структурні зміни та шоки, а також можливість та швидкість повернення до стабільного стану. Такий аналіз стає можливим завдяки новому апарату сучасного економетричного моделювання, який дозволяє описувати та аналізувати короткострокову динаміку в поєднанні з довгостроковою рівновагою. Цей апарат відомий під назвою механізму коригування помилки, або довгострокового пристосування. Введення даного механізму в класичні моделі симульативних рівнянь повинно стати логічним об'єднанням моделей довгострокових рівноважних зв'язків з моделями короткострокової динаміки.

Перед тим як переходити до опису концепції впровадження механізму довгострокового пристосування в макроекономічні моделі, розглянемо його особливості з теоретичної та практичної точок зору.

## **1.2. Особливості механізму довгострокового пристосування та коінтеграція**

Останнім часом в економетричних дослідженнях активно розвивається новий напрям моделювання за допомогою моделей з механізмами довгострокового пристосування, більш відомих під назвою моделей коригування помилок. Фактично моделі коригування помилки є структурною формою вектор-авторегресійних (VAR) моделей, або VAR, що включає нестационарні змінні. Оскільки VAR-моделі є особливим випадком симульативних структурних систем рівнянь, можна вважати, що моделі коригування помилки є особливою формою симульативних систем з нестационарними (інтегрованими) змінними. Оцінювання таких систем є достатньо складним завданням та вимагає певних додаткових знань, а саме поняття коінтеграції часових рядів. Коінтеграція змінних дозволяє будувати коректні моделі навіть у випадку їх нестационарності, не перетворюючи часові ряди оператором різниць в стаціонарні. Це дуже важливо для прикладних досліджень, оскільки, використовуючи оператор різниць, ми втрачаємо цінну «довгострокову» інформацію щодо поведінки змінних.

Дійсно, на практиці часто зустрічається ситуація, коли лінійна комбінація нестационарних змінних є стационарною змінною. В такому випадку кажуть, що змінні коінтегровані, або, іншими словами, між ними існує довгостроковий рівноважний зв'язок. Існування рівноважного зв'язку між нестационарними змінними означає, що їхні стохастичні тренди пов'язані, тобто змінні розвиваються в одному напрямі, вони не можуть рухатись незалежно одна від одної. Зв'язок між стохастичними трендами, в свою чергу, свідчить про коінтеграцію змінних. Динамічний шлях коінтегрованих змінних можна уявити як поточне відхилення від довгострокової рівноваги. Отже, в разі наявності коінтеграції між показниками виникає додаткова інформація про відхилення від стану рівноваги [4, 8, 19].

*Механізм урахування зв'язку між зміною показників та відхиленням від рівноважного стану має спеціальну назву – механізм довгострокового пристосування, або коригування помилки.*

Включення механізму довгострокового пристосування в системи симультативних рівнянь дозволяє моделювати динамічні властивості економічних процесів, зберігаючи при цьому рівняння довгострокової рівноваги, що значно підвищує практичну цінність таких моделей, оскільки дає змогу описати спільну рівноважну траєкторію руху основних макроекономічних показників, а також відхилення від неї в короткострокові періоди.

Зрозуміло, якщо система повертається до рівноважного стану в довгостроковій перспективі, то всі змінні, або принаймні деякі з них, відповідають за повернення до рівноваги. Припустимо, що в певний період часу відхилення від рівноваги збільшується. Відповідно, в наступний період часу певні змінні системи повинні змінитись таким чином, щоб зменшити це відхилення. Отже, короткострокова динаміка, або поведінка змінних системи в короткостроковий період часу, залежить від величини відхилення від довгострокової рівноваги. Щоб правильно специфікувати систему з такою поведінкою, ми повинні при моделюванні одночасно розглядати довгострокове відхилення та короткострокову динаміку. Це є основним принципом побудови моделі коригування помилки, в якій зв'язки між змінними системи повинні описуватись з урахуванням механізму коригування відхилення від довгострокової рівноваги. Такий процес називається механізмом довгострокового пристосування або коригування помилки (long-run adjustment or error correction mechanism, ECM). Пояснимо суть цього механізму на прикладі найпростішої моделі коригування помилки.

Припустимо, що змінні  $Y_{1t}$  та  $Y_{2t}$  коінтегрують, тоді зв'язки між цими двома змінними можна промодельювати за допомогою моделі коригування помилки (ЕСМ), яка поєднує короткострокову динаміку з довгостроковим рівноважним зв'язком та у випадку двох змінних має такий формалізований вигляд:

$$\Delta Y_{1t} = a_{10} + \sum_{i=1}^k a_{11}(i) \Delta Y_{1,t-i} + \sum_{i=0}^k a_{12}(i) \Delta Y_{2,t-i} + \lambda_1 \hat{u}_{1,t-1} + \varepsilon_{1t}, \quad (1.3)$$

$$\Delta Y_{2t} = a_{20} + \sum_{i=0}^k a_{21}(i) \Delta Y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^k a_{22}(i) \Delta Y_{2,t-i} + \lambda_2 \hat{u}_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}, \quad (1.4)$$

де  $\hat{u}_{1,t-1} = Y_{1,t-1} - \gamma_0 - \gamma_1 Y_{2,t-1} \sim I(0)$  – рівняння довгострокової рівноваги (коінтеграційне рівняння), нормоване по першій змінній;  $\hat{u}_{2,t-1} = Y_{2,t-1} - \gamma'_0 - \gamma'_1 Y_{1,t-1} \sim I(0)$  – рівняння довгострокової рівноваги (коінтеграційне рівняння), нормоване по другій змінній. Відмітимо, що  $\hat{u}_{1,t-1}$  та  $\hat{u}_{2,t-1}$  є відхиленням від довгострокової рівноваги. Довгострокова рівновага досягається, якщо  $Y_{1,t-1} = \gamma_0 + \gamma_1 Y_{2,t-1}$ . Збурення  $\varepsilon_{1t}$  та  $\varepsilon_{2t}$  є білим шумом, при цьому вони можуть корелювати між собою.

Для того щоб модель (1.3) – (1.4) була динамічно стабільною, необхідно, щоб  $0 \leq \lambda_1 \leq 1$ ,  $0 \leq \lambda_2 \leq 1$ . Зауважимо, що якщо коінтеграційні рівняння моделі нормовані по різних змінних, то знаки цих коефіцієнтів повинні бути від'ємними. Коефіцієнти  $\lambda_1$  та  $\lambda_2$  в моделі (1.3) – (1.4) називаються швидкістю пристосування. При цьому коефіцієнт  $\lambda_1$  є чутливістю (відгуком, responsiveness)  $\Delta Y_1$  на відхилення від рівноваги, а коефіцієнт  $\lambda_2$  є чутливістю  $\Delta Y_2$  на відхилення від рівноваги. Вони показують, на скільки відсотків відхилення від рівноваги коригуються миттєво кожною змінною. Відповідно решта відхилення коригується протягом наступних періодів. Наприклад, якщо  $\lambda_1 = -0.47$ , це означає, що 47 % відхилення від рівноваги коригується миттєво змінною  $Y_1$ . Чим більшим є значення  $\lambda_1$ , тим більшою є реакція  $Y_1$  на попереднє відхилення від рівноваги. Якщо значення параметра  $\lambda_1$  є незначним (тобто близьким до нуля), то змінна  $Y_1$ , фактично, не відповідає за повернення до рівноваги.

Аналіз найпростішої моделі з механізмом довгострокового пристосування засвідчує, що вона відрізняється від класичної системи симульативних рівнянь тим, що записується в різниці, а рівняння довгострокової рівноваги присутні неявно у вигляді відхилення (помилки).

Проілюструємо введення механізму довгострокового пристосування в систему симультативних рівнянь (1.1) на прикладі її першого рівняння, яке відповідно розбивається на два та має вигляд:

$$Y_{it} = \beta_{12}Y_{2t} + \dots + \beta_{1M}Y_{Mt} + \gamma_{11}X_{it} + \dots + \gamma_{1K}X_{Kt} + u_{it}, \quad (1.5)$$

$$\Delta Y_{it} = \beta_{12}\Delta Y_{2t} + \dots + \beta_{1M}\Delta Y_{Mt} + \gamma_{11}\Delta X_{it} + \dots + \gamma_{1K}\Delta X_{Kt} + \hat{u}_{it-1} + \varepsilon_{it}, \dots \quad (1.6)$$

.....,

де  $\hat{u}_{it} = RESY_{it} = Y_{it} - \hat{\beta}_{12}Y_{2t} + \dots + \hat{\beta}_{1M}Y_{Mt} + \hat{\gamma}_{11}X_{it} + \dots + \hat{\gamma}_{1K}X_{Kt}$  є помилкою оціненого рівняння довгострокової рівноваги (1.5), а рівняння (1.6) є рівнянням короткострокової динаміки. Зауважимо, що не обов'язково всі рівняння великої макроеконометричної моделі можуть характеризуватись наявністю механізму пристосування, його необхідно вводити згідно з логікою розвитку економічних процесів.

Проілюструємо практичне застосування механізму довгострокового пристосування на концептуальному рівні на прикладі макромоделі України, яка, як відмічалось вище, за своєю структурою є логічним удосконаленням розробленої авторами макроеконометричної моделі [17].



## 2. КОНЦЕПЦІЯ МАКРОЕКОНОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ УКРАЇНИ З МЕХАНІЗМОМ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРИСТОСУВАННЯ

Запропонована макроеконометрична модель базується на кейнсіанському підході з елементами раціональних очікувань і складається з шести блоків: ринок праці; реальний та зовнішньоекономічний сектори; монетарний сектор, який розбивається на два досить великі блоки: гроші та цінові індикатори й дефлятори; а також бюджетний сектор. Запропонована нами блочна структура на практиці довела свою ефективність, тому що дозволяє одночасно моделювати та аналізувати як економіку в цілому, так і кожний окремих сектор. Така структура значно полегшує специфікацію і оцінювання моделі та дає можливість у разі потреби удосконалювати кожний окремих блок без порушення загальної структури. Крім того, в макроеконометричних моделях економіки блочна структура відповідає методології Системи національних рахунків.

Блоки, у свою чергу, описують взаємозв'язки між основними макроекономічними показниками. **Реальний** сектор описує взаємозв'язки між інвестиціями, приватним споживанням, використовуваним доходом та реальним ВВП. **Зовнішньоекономічний** сектор описує різноманітні зовнішні баланси, а також імпорт та експорт товарів і послуг. У секторі **ринку праці** наголос робиться на моделюванні заробітної плати, реальній та номінальній зайнятості. У **бюджетному** секторі розглядаються податкові надходження, урядові видатки, бюджетний дефіцит. **Монетарний** сектор описує взаємозв'язки між обмінним курсом, відсотковою ставкою, грошовою масою, швидкістю обертання грошей, ціновими дефляторами та індексами. В кожний з блоків за новою концепцією введено рівняння з механізмом довгострокового пристосування, що робить модель динамічною та дозволяє одночасно аналізувати як довгострокові зв'язки, так і короткострокову динаміку за допомогою функцій імпульсних відгуків, а також розраховувати динамічні мультиплікатори та коефіцієнти еластичності основних керованих змінних.

Розглянемо детально концепцію побудови кожного сектора.

## 2.1. Реальний сектор

Реальний сектор складається з 26 регресійних рівнянь і тотожностей та має галузеву деталізацію. Він описує взаємозв'язки між інвестиціями, приватним споживанням, використовуваним доходом та реальним ВВП. Агрегована пропозиція визначається як агрегація випуску продукції по галузях економіки, а агрегований попит складається з приватного споживання та приватних інвестицій. На відміну від попередньої моделі [17], прибуток та амортизація деталізуються в розрізі галузей; розглядається також розрив між агрегованим попитом та пропозицією, який відіграє важливу роль при визначенні відхилення від рівноважного стану. Механізми довгострокового пристосування введені при моделюванні прибутку по галузях, інвестицій у житлове будівництво та у виробничі фонди, споживання товарів короткострокового та довгострокового користування.

Модель реального сектора має такий формалізований вигляд (позначення наведено в розділі 2.7):

### 2.1.1. Агрегований попит

$$GDP = C + I + G + NX. \quad (2.1)$$

### 2.1.2. Агрегований попит (номінальний)

$$GDPN = CN + IN + GN + NXN. \quad (2.2)$$

### 2.1.3. Агрегована пропозиція

$$GDP = f(K, EMPL). \quad (2.3)$$

### 2.1.4. Розрив між агрегованими попитом та пропозицією

$$GDPGAP = GDP - GDPS. \quad (2.4)$$

### 2.1.5. Прибуток

#### 2.1.5.1. Прибуток по галузях

Довгостроковий зв'язок:

$$PROF^i = f(GDP, AWAGE, EMPL, K_i, R_{short}, R_{long}). \quad (2.5)$$

Короткостроковий зв'язок з механізмом коригування помилки (пристосування):

$$D[PROF^i] = f(D[GDP], D[AWAGE_i], D[EMPL_i], D[K_i], D[R_{short}], D[R_{long}], RESPROF_{-1}), \quad (2.6)$$

де  $RESPROF$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.5).

### 2.1.5.2. Прибуток (всього)

$$PROF = \sum_i PROF^i. \quad (2.7)$$

### 2.1.6. Амортизація

#### 2.1.6.1. Амортизація по галузях

$$DEP^i = f(K_i, AK). \quad (2.8)$$

#### 2.1.6.2. Амортизація (всього)

$$DEP = \sum_i DEP_i. \quad (2.9)$$

### 2.1.7. Інвестиції

$$I = CHINV + RESI + PRODI. \quad (2.10)$$

#### 2.1.7.1. Інвестиції в запаси

$$CHINV = f(D[GDP], R_{short}, R_{long}, GDPGAP, CHINV_{-4}). \quad (2.11)$$

Зауважимо, що інвестиції в запаси планується використовувати як випереджувальний індикатор. Крім того, при їх моделюванні враховується принцип акселератора.

#### 2.1.7.2. Інвестиції у житлове будівництво

$$RESI = f(GDP, D[GDP], AWAGE, R_{short}, R_{long}, t_{VAT}, t_{PIT}^{EFF}, t_{EPT}, RESI_{-1}, RESI_{-4}). \quad (2.12)$$

Зауважимо, що інвестиції у житло чутливі до процентних ставок та доходів населення, при їх моделюванні також враховується акселератор. Крім того, в рівняння можна також включити фактор інфляції.

#### 2.1.7.3. Інвестиції у виробничі фонди

Довгостроковий зв'язок:

$$PRODI = f(CHINV_{-1}, D[GDP], R_{short}, R_{long}, t_{VAT}, t_{PIT}^{EFF}, t_{EPT}, GI, GDP). \quad (2.13)$$

Зауважимо, що при моделюванні інвестицій у виробничі фонди враховується акселератор. Інвестиції значно залежать від запасів: більше запасів – менше інвестицій. Крім того, на них негативно впливають процентні ставки; як результат, спостерігається відхилення від довгострокового тренду.

Короткостроковий зв'язок з механізмом коригування помилки (приспосовування):

$$D[PRODI] = f(D[CHINV_{-1}], D[GDP], D^2[GDP], D[R_{short}], D[R_{long}], RESPRODI_{-1}, D[GI]), \quad (2.14)$$

де  $RESPRODI$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.13), тобто в рівнянні (2.14) застосовується

механізм пристосування, або корекція до довгострокового тренду (ECM).

Зауважимо, що можна розглядати інвестиції в основні фонди в галузевому розрізі, а потім в підсумку виходити на агрегований показник.

#### 2.1.7.4. Номінальні інвестиції

$$IN = I \times DEFI. \quad (2.15)$$

#### 2.1.7.5. Капітал

$$K = K_{-1} + I - DEP. \quad (2.16)$$

### 2.1.8. Споживання

#### 2.1.8.1. Споживання (всього)

$$C = C_{NONDUR} + C_{DUR}. \quad (2.17)$$

#### 2.1.8.2. Споживання товарів короткострокового користування (Non-durables)

Довгостроковий зв'язок:

$$C_{NONDUR} = f(DI, GDP, AWAGE, R_{long}, R_{short}, t_{VAT}, t_{PIT}^{EFF}, t_{EPT}, C_{NONDUR}_{-4}, Wealth). \quad (2.18)$$

Короткостроковий зв'язок з механізмом коригування помилки (пристосування):

$$D[C_{NONDUR}] = f(D[DI], D[GDP], D[AWAGE], D[R_{long}], D[R_{short}], D[C_{NONDUR}_{-4}], D[Wealth], RESC_{NONDUR}_{-1}), \quad (2.19)$$

де  $RESC_{NONDUR}$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.18), тобто в рівнянні (2.19) застосовується корекція до довгострокового тренду (ECM).

#### 2.1.8.3. Споживання товарів довгострокового користування (Durables)

Довгостроковий зв'язок:

$$C_{DUR} = f(DI, GDP, AWAGE, R_{long}, R_{short}, t_{VAT}, t_{PIT}^{EFF}, t_{EPT}, C_{DUR}_{-4}, Wealth). \quad (2.20)$$

Короткостроковий зв'язок з механізмом коригування помилки (пристосування):

$$D[C_{DUR}] = f(D[DI], D[GDP], D[AWAGE], D[R_{long}], D[R_{short}], D[C_{DUR}_{-4}], RESC_{DUR}_{-1}), \quad (2.21)$$

де  $RESC_{DUR}$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.20), тобто в рівнянні (2.21) застосовується корекція до довгострокового тренду (ECM).

#### 2.1.8.4. Номінальне споживання

$$CN = C \times DEFC. \quad (2.22)$$

#### 2.1.9. Використовуваний дохід

$$DI = C + I + X - M + BFP + BT. \quad (2.23)$$

$$DI = GDP - DEP - VAT - Excise + TR - PIT - PensionFund. \quad (2.24)$$

#### 2.1.10. Багатство

$$Wealth = Wealth_{-1} + (NX - IN - BDN). \quad (2.25)$$

## 2.2. Зовнішньоекономічний сектор

Модель зовнішньоекономічного сектора складається з 13 регресійних рівнянь та тотожностей і має галузеву деталізацію. В рамках цієї моделі описуються зовнішні баланси, а також імпорт та експорт товарів та послуг, обмінний курс. Модель даного блока може бути корисною для порівняльного аналізу фіксованого та плаваючого валютного курсів. Механізми довгострокового пристосування в зовнішньоекономічному секторі введені при моделюванні експорту та імпорту в галузевому розрізі. Зауважимо, що зовнішньоекономічний сектор має не реальний, а номінальний вимір, але в доларах США.

Модель зовнішньоекономічного сектора має такий формалізований вигляд (позначення наведено в розділі 2.7):

### 2.2.1. Експорт

#### 2.2.1.1. Експорт *i*-ї галузі (попит)

Довгостроковий зв'язок:

$$\$X_i = f(ER, P_i^{ROW}, P_i^{Ukraine}, Y_{ROW}, t_{VAT}, t_{PIT}^{EFF}, t_{EPT}, Dummies). \quad (2.26)$$

Зауважимо, що в рівняння введено фіктивні змінні для врахування кризи 1998 року, можна також додати як додаткові фактори ціни на енергоносії.

Короткостроковий зв'язок з механізмом коригування помилки (пристосування):

$$D[\$X_i] = f(D[ER], D[P_i^{ROW}], D[P_i^{Ukraine}], D[Y_{ROW}], Dummies, RESSX'_{-1}), \quad (2.27)$$

де  $RESSX'$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.20), тобто в рівнянні (2.21) застосовується корекція до довгострокового тренду (ECM).

### 2.2.1.2. Експорт (всього)

$$\$X = \sum_i \$X_i. \quad (2.28)$$

### 2.2.1.3. Експорт (реальний, всього, в гривнях)

$$X = \$X \times ER \times CPI^{USA} / DEF\$. \quad (2.29)$$

## 2.2.2. Імпорт

### 2.2.2.1. Імпорт *i*-ї галузі (попит)

Довгостроковий зв'язок:

$$\$IM_i = f(ER, P_i^{ROW}, P_i^{Ukraine}, GDP, AWAGE^{Ukraine}, t_{VAT}, t_{Excise}^{EFF}, Dummies). \quad (2.30)$$

Короткостроковий зв'язок з механізмом коригування помилки (приспосовування):

$$D[\$IM_i] = f(D[\$ER], D[P_i^{ROW}], D[P_i^{Ukraine}], D[GDP], D[AWAGE^{Ukraine}], Dummies, RES\$IM'_{-1}), \quad (2.31)$$

де  $RES\$IM'$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.30), тобто в рівнянні (2.31) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.2.2.2. Імпорт (всього)

$$\$IM = \sum_i \$IM_i. \quad (2.32)$$

### 2.2.2.3. Імпорт (реальний, всього, в гривнях)

$$IM = \$IM \times ER \times CPI^{USA} / DEF\$. \quad (2.33)$$

### 2.2.3. Чистий експорт

$$NX = X - IM. \quad (2.34)$$

### 2.2.4. Баланс поточних операцій

$$\$CA = \$X - \$IM + \$BFP + \$BT. \quad (2.35)$$

Зауважимо, що в рамках даної концепції показники  $BFP$  та  $BT$  є екзогенними.

### 2.2.5. Баланс рахунку операцій з капіталом

$$\$KA = \Delta \$STD + \Delta \$LTD + \Delta \$FPI. \quad (2.36)$$

### 2.2.6. Зміни в офіційних резервах

$$\$CHR = -(\$CA + \$KA + \Delta \$EAO). \quad (2.37)$$

### 2.2.7. Номінальний чистий експорт

$$NXN = X \times DEF\$. - IM \times DEF\$. \quad (2.38)$$

## 2.3. Гроші

Модель блока грошей складається з 10 регресійних рівнянь, що описують основні грошові агрегати, процентні ставки та заборгованість між підприємствами. Цей блок щільно пов'язаний з іншими блоками моделі та дозволяє кількісно оцінювати важливі економічні залежності, наприклад, між процентною ставкою та кредитами в економіку, між кредитами та довірою громадян до банківської системи (вираженою кількісною оцінкою депозитів) і відповідно між очікуваннями громадян та інвестиціями в реальний сектор. Особливістю даного блока є наявність рівнянь довгострокового зв'язку та короткострокової динаміки практично для всіх показників, що моделюються в даному блоці, крім процентних ставок.

Модель блока грошей має такий формалізований вигляд (позначення наведено в розділі 2.7):

### 2.3.1. Пропозиція грошей M2

Довгостроковий зв'язок:

$$M2 = f(RR, \text{Log}[CPI], \text{Log}[PPI], MBASE, R_{NBU}, R_{short}, ER, M2_{-4}). \quad (2.39)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[M2] = f(D[RR], D\text{Log}[CPI], D\text{Log}[PPI], D[MBASE], D[R_{NBU}], D[R_{short}], D[ER], RESM2_{-1}), \quad (2.40)$$

де  $RESM2$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.39), тобто в рівнянні (2.40) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.3.2. Попит на гроші

#### 2.3.2.1. Процентні ставки по кредитах

##### 2.3.2.1.1. Короткострокові процентні ставки

$$R_{short} = f(LPROD, GDP, M2, CPI, PPI, R_{short}^{-4}, REC, PAY, BD, SDD). \quad (2.41)$$

Зауважимо, що можна додати короткостроковий зв'язок.

##### 2.3.2.1.2. Довгострокові процентні ставки

$$R_{long} = f(D\text{Log}[LPROD], D\text{Log}[GDP], D\text{Log}[CPI], D\text{Log}[PPI], D\text{Log}[POP], R_{long}^{-1}, R_{long}^{-4}). \quad (2.42)$$

Модель довгострокової процентної ставки також можна доповнити короткостроковим зв'язком.

##### 2.3.2.2. Процентні ставки по депозитах

Зауважимо, що процентні ставки по депозитах можна і не враховувати в рамках даної моделі, тобто їх можна виключити з моделі.

### 2.3.2.2.1. Короткострокова ставка

$$RD_{short} = f(ER, CPI, R_{NBU}, R_{short}, R_{long}, RD_{long}, AWAGE). \quad (2.43)$$

### 2.3.2.2.2. Довгострокова ставка

$$RD_{long} = f(ER, CPI, R_{NBU}, R_{short}, R_{long}, RD_{short}, AWAGE). \quad (2.44)$$

## 2.3.2.3. Заборгованість між підприємствами

### 2.3.2.3.1. Кредиторська заборгованість

Довгостроковий зв'язок:

$$REC = f(GDP, CPI, R_{short}, PAY). \quad (2.45)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[REC] = f(D[GDP], DLog[CPI], D[R_{short}], \\ DLog[PAY], RESREC_{-1}), \quad (2.46)$$

де  $RESREC$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.45), тобто в рівнянні (2.46) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.3.2.3.2. Дебіторська заборгованість

Довгостроковий зв'язок:

$$PAY = f(GDP, CPI, R_{short}, REC). \quad (2.47)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[PAY] = f(D[GDP], DLog[CPI], D[R_{short}], \\ DLog[REC], RESPAY_{-1}), \quad (2.48)$$

де  $RESREC$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.47), тобто в рівнянні (2.48) застосовується корекція до довгострокового тренду.

## 2.4. Цінові індекси та дефлятори

Блок цінових індексів та дефляторів разом з блоком грошей фактично описують монетарний сектор економіки України. Цей блок складається з 13 регресійних рівнянь, що описують основні дефлятори та індекси цін. Оскільки дані показники є достатньо динамічними, то для них особливо важливо аналізувати короткострокову зміну, тому наявність рівнянь довгострокового зв'язку та короткострокової динаміки присутня для всіх показників даного блока.

Модель блока цінових індексів та дефляторів має такий формалізований вигляд (позначення наведено в розділі 2.7):



### 2.4.1. Індекс споживчих цін

Довгостроковий зв'язок:

$$CPI = f(CPI_{-1}, CPI_{-4}, PPI, GDP, M2, ER, t_{VAT}, D[P_{World}]). \quad (2.49)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$DLog[CPI] = f(DLog[CPI_{-1}], DLog[CPI_{-4}], DLog[PPI], \\ DLog[GDP], DLog[M2], RESCPI_{-1}), \quad (2.50)$$

де  $RESCPI$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.49), тобто в рівнянні (2.50) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.4.2. Індекс цін виробників

Довгостроковий зв'язок:

$$PPI = f(PPI_{-1}, PPI_{-4}, CPI, GDP, M2, ER, D[P_{World}], P^{WF}). \quad (2.51)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$DLog[PPI] = f(DLog[PPI_{-1}], DLog[PPI_{-4}], DLog[CPI], \\ DLog[GDP], DLog[M2], D^2[P^{World}], \\ D[ER], D^2[P^{WF}], RESPPI_{-1}), \quad (2.52)$$

де  $RESPPI$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.51), тобто в рівнянні (2.52) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.4.3. Дефлятор споживання

Довгостроковий зв'язок:

$$DEFC = f(CPI, DEFC_{-1}). \quad (2.53)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$DLog[DEFC] = f(DLog[DEFC_{-1}], DLog[CPI], RESDEFC_{-1}), \quad (2.54)$$

де  $RESDEFC$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.53), тобто в рівнянні (2.54) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.4.4. Дефлятор інвестицій

Довгостроковий зв'язок:

$$DEFI = f(CPI, PPI, DEFI_{-1}). \quad (2.55)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$DLog[DEFI] = f(DLog[CPI], DLog[PPI], \\ DLog[DEFI_{-1}], RESDEFI_{-1}), \quad (2.56)$$

де  $RESDEFI$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.55), тобто в рівнянні (2.56) застосовується корекція до довгострокового тренду.

#### 2.4.5. Дефлятор державних інвестицій

Довгостроковий зв'язок:

$$DEFGI = f(CPI, PPI, DEFI). \quad (2.57)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$DLog[DEFGI] = f(D[CPI], D[PPI], D[DEFC], RESDEFGI_{-1}), \quad (2.58)$$

де  $RESDEFGI$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.57), тобто в рівнянні (2.58) застосовується корекція до довгострокового тренду.

#### 2.4.6. Дефлятор державного споживання

Довгостроковий зв'язок:

$$DEFGC = f(DEFC, CPI, PPI). \quad (2.59)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[DEFGC] = f(D[CPI], D[PPI], D[DEFC], RESDEFGC_{-1}), \quad (2.60)$$

де  $RESDEFGC$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.59), тобто в рівнянні (2.60) застосовується корекція до довгострокового тренду.

#### 2.4.7. Дефлятор експорту

Довгостроковий зв'язок:

$$DEFX = f(CPI, PPI, ER). \quad (2.61)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[DEFX] = f(D[CPI], D[PPI], D[ER], RESDEFX_{-1}), \quad (2.62)$$

де  $RESDEFX$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.61), тобто в рівнянні (2.62) застосовується корекція до довгострокового тренду.

#### 2.4.8. Дефлятор імпорту

Довгостроковий зв'язок:

$$DEFM = f(CPI, PPI, ER). \quad (2.63)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[DEFM] = f(D[CPI], D[PPI], D[ER], RESDEFM_{-1}), \quad (2.64)$$

де  $RESDEFM$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.63), тобто в рівнянні (2.64) застосовується корекція до довгострокового тренду.

#### 2.4.9. Дефлятор ВВП

$$DEFGDP = \frac{GDPN}{GDP}. \quad (2.65)$$

## 2.5. Ринок праці

В секторі ринку праці наголос робиться на моделюванні заробітної плати, реальній та номінальній зайнятості, продуктивності праці. Він складається з 12 регресійних рівнянь та тотожностей, що описують основні взаємозв'язки цього сектора. Механізми довгострокового пристосування введено при моделюванні економічно активної частини населення; середньої заробітної плати; заборгованості із заробітної плати та зайнятості. Модель ринку праці має такий формалізований вигляд (позначення наведено в розділі 2.7):

### 2.5.1. Чисельність працездатного населення

$$WAPOP = f(WAPOP_{-1}, Trend, WAPOP_{-4}). \quad (2.66)$$

### 2.5.2. Економічно активна частина населення

Довгостроковий зв'язок:

$$EAPOP = f(WAPOP, AWAGE, t_{PIT}^{EFF}, NTI, t_{PIT}^{MB}, EAPOP_{-4}). \quad (2.67)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[EAPOP] = f(D[WAPOP], D[AWAGE], D[t_{PIT}^{EFF}], \\ D[NTI], D[t_{PIT}^{MB}], RESEAPOP_{-1}), \quad (2.68)$$

де  $RESEAPOP$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.67), тобто в рівнянні (2.68) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.5.3. Середня заробітна плата

Довгостроковий зв'язок:

$$AWAGE = f(GDP, t_{PIT}^{EFF}, t_{PIT}^{MB}, D[WARR], EAPOP, CPI, AWAGE_{-4}). \quad (2.69)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[AWAGE] = f(D[GDP], D[t_{PIT}^{EFF}], D[t_{PIT}^{MB}], D^2[WARR], \\ D[EAPOP], DLog[CPI], RESAWAGE_{-1}), \quad (2.70)$$

де  $RESAWAGE$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.69), тобто в рівнянні (2.70) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.5.4. Заборгованість із заробітної плати

Довгостроковий зв'язок:

$$WARR = f(GDP, REC, PAY, WARR_{-1}, WARR_{-4}, CPI, PPI, R_{short}). \quad (2.71)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[WARR] = f(D[GDP], D[REC], D[PAY], D[WARR_{-1}], \\ DLog[CPI], DLog[PPI], D[R_{short}], RESWARR_{-1}), \quad (2.72)$$

де *RESWARR* є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.71), тобто в рівнянні (2.72) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.5.5. Зайнятість

Довгостроковий зв'язок:

$$EMPL = f(AWAGE, EAPOP, GDP, R_{long}, R_{short}, t_{PIT}^{EFF}, t_{PIT}^{MB}, NTI, K, D[WARR], UNB). \quad (2.73)$$

Короткостроковий зв'язок:

$$D[EMPL] = f(D[AWAGE], D[EAPOP], D[GDP], D[R_{long}], D[R_{short}], I, D^2[WARR], D[UNB], RESEMPL), \quad (2.74)$$

де *RESEMPL* є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.73), тобто в рівнянні (2.74) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.5.6. Частка безробітних

$$UNEMPLR = \left(1 - \frac{EMPL}{EAPOP}\right) \times 100 \%. \quad (2.75)$$

Тотожність (2.74) є прив'язкою до зареєстрованих безробітних.

### 2.5.7. Фонд заробітної плати

$$SALFUND = AWAGE \times EMPL. \quad (2.76)$$

### 2.5.8. Продуктивність праці

$$LPROD = \frac{GDP}{EMPL}. \quad (2.77)$$

## 2.6. Бюджет

У бюджетному секторі розглядаються податкові надходження, урядові видатки, бюджетний дефіцит. Завдяки окремому моделюванню основних податкових надходжень можна визначити основні фактори, що сприяють їх стимулюванню, а також оптимальні значення податкових ставок. Модель цього сектора є необхідною для аналізу наслідків впровадження різних концепцій довгострокової та короткострокової бюджетної і податкової політики держави та розробки шляхів, що сприятимуть економічному зростанню України. Вона складається з 35 регресійних рівнянь та тотожностей, що описують

основні взаємозв'язки цього сектора. На відміну від раніше розробленої моделі [17], бюджетний сектор є достатньо деталізованим і тому більш гнучким для аналізу. Механізми довгострокового пристосування введено при моделюванні основних податкових надходжень, враховується також перехід від функціональної до економічної класифікації по видатках. Модель бюджетного сектора має такий формалізований вигляд (позначення наведено в розділі 2.7):

## 2.6.1. Доходи

### 2.6.1.1. Податок на додану вартість

Податок на додану вартість є одним з основних джерел податкових надходжень в бюджет. Його частка в загальних надходженнях коливається, але приблизно дорівнює 20 %.

*Довгостроковий зв'язок:*

$$VAT = a_0 + a_1 t_{VAT} \left( GDP - \sum_j TE_j - \sum_k a_k VA_k \right) + \beta Dummys. \quad (2.78)$$

*Короткостроковий зв'язок:*

$$D[VAT] = f \left( D \left[ GDP - \sum_j TE_j - \sum_k a_k VA_k \right], Dummys, trend, RESVAT_{-1} \right), \quad (2.79)$$

де  $RESVAT$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.78), тобто в рівнянні (2.79) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.6.1.2. Податок на прибуток підприємств

Податок на прибуток підприємств є не менш важливим для формування надходжень у державний бюджет, ніж податок на додану вартість. Його частка в загальних надходженнях дещо менша, але є також достатньо значною, приблизно 16 %.

*Довгостроковий зв'язок:*

$$EPT = b_0 + b_1 t_{EPT} \left( PROF + \gamma DEP - \sum_j PROF_j - \sum_i \beta_i PROF_i \right) + b_2 PAY + b_3 EPT_{-4} + \beta Dummys. \quad (2.80)$$

*Короткостроковий зв'язок:*

$$D[EPT] = f \left( D \left[ PROF + \gamma DEP - \sum_j PROF_j \right], D[REC \cup PAY], RESEPT_{-1} \right), \quad (2.81)$$

де  $RESEPT$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.80), тобто в рівнянні (2.81) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.6.1.3. Прибутковий податок з громадян

Прибутковий податок з громадян забезпечує значну частку податкових надходжень в бюджет, близько 13,2 % доходів бюджету, тому важливо аналізувати вплив основних факторів на зміну даного податку, а також його довгострокову та короткострокову поведінку. З огляду на це бажано моделювати цей податок, як і податки на прибуток підприємств та додану вартість, з урахуванням механізму довгострокового пристосування.

*Довгостроковий зв'язок:*

$$PIT = c_0 + c_1 \times t_{PIT}^{AWAGEBracket} (SALFUND - (EMPL + DEPPOP)NTI) + c_2 \times t_{PIT}^{Other} (PROF - EPT) + \beta Dummys. \quad (2.82)$$

*Короткостроковий зв'язок:*

$$D[PIT] = f(D[SALFUND - (EMPL + DEPPOP) \times NTI], D[PROF - EPT], RESPIT_{-1}), \quad (2.83)$$

де  $RESPIT$  є помилкою з лагом один рівняння довгострокового рівноважного зв'язку (2.82), тобто в рівнянні (2.83) застосовується корекція до довгострокового тренду.

### 2.6.1.4. Ефективна ставка прибуткового податку з громадян

$$t_{PIT}^{EFF} = \frac{PIT}{[SALFUND - (EMPL + DEPPOP) \times NTI] + b \times (PROF - EPT)}. \quad (2.84)$$

## 2.6.2. Акцизи

Акцизи є достатньо суттєвим джерелом надходжень у державний бюджет, наприклад, 2000 року надходження по акцизах тільки від вітчизняних товарів становило 3,7 % доходів бюджету. Розглянемо деталізовано надходження по акцизах від різних груп товарів, зокрема від тютюнових виробів, алкоголю та ін.

### 2.6.2.1. Тютюн

$$\begin{aligned} \ln(\text{Excise}^{TOB}) = & a_0 + a_1 t^{EXTOB} + a_2 (t^{EXTOB})^2 + a_3 \ln(Q^{TOB}) + \\ & + a_4 \ln(\text{Excise}_{-1}^{TOB}) + a_5 \ln(\text{Excise}_{-4}^{TOB}). \end{aligned} \quad (2.85)$$

### 2.6.2.2. Алкоголь

$$\begin{aligned} \ln(\text{Excise}^{ALC}) = & c_0 + c_1 t^{EXALC} + c_2 (t^{EXALC})^2 + a_3 \ln(Q^{ALC}) + \\ & + a_4 \ln(\text{Excise}_{-1}^{ALC}) + a_5 \ln(\text{Excise}_{-4}^{ALC}). \end{aligned} \quad (2.86)$$

### 2.6.2.3. Інші (для кожної $i$ -ї групи)

$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{Excise}^i) = m_0 + m_1 t^{EX_i} + m_2 (t^{EX_i})^2 + m_3 \text{Ln}(Q^i) + \\ + m_4 \text{Ln}(\text{Excise}_{-1}^i) + m_5 \text{Ln}(\text{Excise}_{-4}^i). \end{aligned} \quad (2.87)$$

### 2.6.2.4. Всього по акцизах

$$\text{Excise} = \sum_j \text{Excise}^j. \quad (2.88)$$

### 2.6.2.5. Ефективна ставка оподаткування по акцизах

$$t_{\text{Excise}}^{\text{EFF}} = \frac{\text{Excise}}{\sum_i t_i Q_i} = \frac{\text{Excise}}{\text{GDP}}. \quad (2.89)$$

## 2.6.3. Плата за землю

Плата за землю є також відчутним надходженням у державний бюджет, тому її варто моделювати окремим регресійним рівнянням. Наприклад, 2000 року плата за землю становила 2,8 % доходів бюджету.

$$\text{LAND} = f(\text{LAND}_{-1}, \text{GDP}, \text{LAND}_{-4}, t^{\text{LAND}}). \quad (2.90)$$

## 2.6.4. Інші податки за користування природними ресурсами

$$\text{RESOURCE} = f(\text{RESOURCE}_{-1}, \text{GDP}, \text{RESOURCE}_{-4}, t^{\text{RES}}). \quad (2.91)$$

Зауважимо, що можна додати також короткостроковий зв'язок для аналізу динаміки надходжень інших податків за користування природними ресурсами.

## 2.6.5. Податки на міжнародну торгівлю та зовнішньоекономічні операції

$$\text{IMPDUTY} = f(X, \text{IM}, t^{\text{IMPDUTY}}). \quad (2.92)$$

Зауважимо, що можна додати також короткостроковий зв'язок для аналізу динаміки надходжень від податків за міжнародну торгівлю та зовнішньоекономічні операції.

## 2.6.6. Спеціальні фонди

### 2.6.6.1. Власні надходження бюджетних установ

$$\text{OWNREW} = f(\text{OWNREW}_{-1}, \text{GDP}, \text{AWAGE}, \text{BD}_{-1}, \text{Dummies}). \quad (2.93)$$

Зауважимо, що можна додати також короткостроковий зв'язок для аналізу динаміки власних надходжень бюджетних установ.

### 2.6.6.2. Пенсійний фонд

$$\text{RENSFUND} = f(\text{AWAGE}, \text{GDP}, \text{ER}, D[\text{WARR}]). \quad (2.94)$$

Зауважимо, що можна додати також короткостроковий зв'язок для аналізу динаміки надходжень в Пенсійний фонд.

### 2.6.6.3. Інші податкові та неподаткові надходження

$$OTHERREV = f(AWAGE, GDP, OTHERREV_{-1}, OTHERREV_{-4}). \quad (2.95)$$

Зауважимо, що можна додати також короткостроковий зв'язок для аналізу динаміки інших податкових та неподаткових надходжень.

### 2.6.7. Всього бюджетних надходжень

$$CBREV = VAT + PIT + EPT + Excise + LAND + \\ + RESOURCES + IMPDUTY + SPEZIFUND + OTHERREV + \\ + OWNREV + PRIVREV. \quad (2.96)$$

### 2.6.8. Видатки

#### 2.6.8.1. Економічна класифікація

$$CBEXREN = GC + GI + TR + IDR. \quad (2.97)$$

#### 2.6.8.2. Перехід з функціональної на економічну класифікацію

$$GC = f(FC_1, FC_2, \dots, FC_N), \quad (2.98)$$

$$GI = f(FC_1, FC_2, \dots, FC_N), \quad (2.99)$$

$$TR = f(FC_1, FC_2, \dots, FC_N). \quad (2.100)$$

#### 2.6.8.3. Державні видатки (пряме споживання та інвестиції)

$$G = \frac{GI}{DEFGI} + \frac{GC}{DEFGC}. \quad (2.101)$$

### 2.6.9. Дефіцит

$$BD = CBREV - CBEXPEN. \quad (2.102)$$

### 2.6.10. Сеньйораж

$$NB = BD - D(MBASE). \quad (2.103)$$

### 2.6.11. Процентні платежі по боргу

#### 2.6.11.1. Процентні платежі (всього)

$$IPD = IPDF + IPDD. \quad (2.104)$$

#### 2.6.11.2. Процентні платежі по внутрішньому боргу

$$IPDD = f(R_{short}, R_{long}, SDD). \quad (2.105)$$

#### 2.6.11.3. Процентні платежі по зовнішньому боргу

$$IPDF = ER \times f(LIBOR, FED, SDF). \quad (2.106)$$

### 2.6.12. Державний борг

#### 2.6.12.1. Державний борг (всього)

$$SD = SDD + SDF * ER. \quad (2.107)$$

#### 2.6.12.2. Внутрішній державний борг

$$SDD = SDD_{-1} - DDA + DNB. \quad (2.108)$$



### 2.6.12.3. Зовнішній державний борг

$$SDF = SDF_{-1} - FDA + FNB. \quad (2.109)$$

### 2.6.12.4. Амортизаційні платежі по державному боргу

$$DA = DDA + FDA. \quad (2.110)$$

### 2.6.12.5. Нові запозичення по державному боргу

$$DNB = NB - FNB * ER. \quad (2.111)$$

## 2.7. Перелік змінних та їх зв'язки у моделі

Назва	Визначення	Де зустрічається	Джерело	Коментар
GDP	Валовий внутрішній продукт	(2.1), (2.11), (2.12), (2.14), (2.13), (2.18), (2.19), (2.20), (2.21), (2.30), (2.41), (2.42), (2.45), (2.48), (2.49), (2.69), (2.73), (2.72), (2.43), (2.44), (2.77), (2.95), (2.94), (2.93)	Держкомстат	
I	Валові інвестиції	(2.1), (2.10), (2.15), (2.16), (2.73), (2.25)	Держкомстат	
C	Приватне споживання	(2.1), (2.17)		
G	Державне споживання	(2.1)		
NX	Чистий експорт	(2.1), (2.34), (2.25)		
CHINV	Зміни в запасах	(2.10), (2.11), (2.13)		
RESI	Інвестиції у житлове будівництво (residential construction)	(2.10), (2.12)		
PRODI	Інвестиції у виробничі фонди (fixed assets)	(2.10), (2.13)		
R <sub>long</sub>	Довгострокові процентні ставки	(2.11), (2.12), (2.13), (2.14), (2.18), (2.19), (2.20), (2.21), (2.42), (2.43), (2.44), (2.105)		
R <sub>short</sub>	Короткострокові процентні ставки	(2.11), (2.12), (2.13), (2.14), (2.18), (2.19), (2.20), (2.21), (2.39), (2.41), (2.45), (2.72), (2.43), (2.44), (2.105)		

Назва	Визначення	Де зустрічається	Джерело	Коментар
GDPGAP	Розрив між агрегованим попитом та агрегованою пропозицією	(2.11), (2.4)		
RESPRODI	Розрив між справжнім та довгостроковим рівноважним обсягами	(2.14)		ЕСМ
$t_{VAT}$	Нормативна ставка ПДВ	(2.12), (2.13), (2.18), (2.20), (2.49)		
$t_{PIG}^{EFF}$	Ефективна ставка прибуткового податку з громадян	(2.12), (2.13), (2.18), (2.20), (2.67), (2.84), (2.14), (2.18), (2.19)		
$t_{EPT}$	Нормативна ставка податку на прибуток підприємств	(2.12), (2.13), (2.18), (2.20)		
CNONDUR	Споживання товарів короткострокового користування	(2.17), (2.18), (2.19)		
CDUR	Споживання товарів довгострокового користування	(2.17), (2.20), (2.21)		
AWAGE	Середня заробітна плата	(2.12), (2.18), (2.19), (2.20), (2.21), (2.67), (2.69), (2.73), (2.76), (2.43), (2.44), (2.95), (2.94), (2.93)		
Wealth	Приватне багатство	(2.18), (2.19), (2.20), (2.21), (2.25)		
DI	Доход після сплати податків (disposable income)	(2.18), (2.19), (2.20), (2.21), (2.23)		
$SX_i$	Експорт по $i$ -й галузі (в дол. США)	(2.26), (2.28), (2.27)		
$SX$	Експорт всього (в дол. США)	(2.28), (2.29)		
ER	Зважений обмінний курс	(2.26), (2.30), (2.27), (2.33), (2.29), (2.39), (2.51), (2.43), (2.44), (2.57), (2.59), (2.61), (2.63), (2.94), (2.104), (2.107), (2.111)		
$P_i^{World}$	Рівень цін у світі	(2.26), (2.27), (2.30)		

Назва	Визначення	Де зустрічається	Джерело	Коментар
$P_{Ukraine}$	Рівень цін в Україні	(2.26), (2.27), (2.30)		
$Y_{World}$	Реальний дохід у світі	(2.26), (2.27)		
$IM_i$	Імпорт в Україну по $i$ -й галузі (в дол. США)	(2.30), (2.32)		
$\$IM$	Імпорт в Україні (в дол. США)	(2.32)		
$IM$	Імпорт в Україні (в гривнях)	(2.33), (2.34), (2.92), (2.38)		
$X$	Експорт всього (в гривнях)	(2.29), (2.34), (2.92), (2.38)		
$\$CA$	Баланс рахунку поточних операцій	(2.35), (2.37)		
$\$BI$	Баланс факторних платежів	(2.35)		
$\$BT$	Баланс трансфертів	(2.35)		
$\$KA$	Баланс рахунку операцій з капіталом	(2.36), (2.37)		
$\$FDI$	Прямі іноземні інвестиції	(2.36)		
$\$FPI$	Портфельні іноземні інвестиції	(2.36)		
$\Delta\$STD$	Зміна по короткострокових зобов'язаннях	(2.36)		
$\Delta\$LTD$	Зміна по довгострокових зобов'язаннях	(2.36)		
$EAO$	Помилки та упущення	(2.37)		
$CHR$	Зміни в офіційних резервах	(2.37)		
$T$	Податкові надходження (всього)	(2.23)		
$TR$	Трансферти населенню	(2.23)		
$M2$	Грошовий агрегат M2	(2.39), (2.41), (2.49), (2.51)		
$CPI$	Індекс споживчих цін	(2.39), (2.41), (2.42), (2.48), (2.49), (2.53), (2.55), (2.72), (2.43), (2.44), (2.57), (2.59), (2.61), (2.63)		

Назва	Визначення	Де зустрічається	Джерело	Коментар
PPI	Індекс промислових цін (ціни виробників)	(2.39), (2.41), (2.42), (2.48), (2.49), (2.55), (2.72), (2.57), (2.59), (2.61), (2.63)		
R <sub>NBU</sub>	Процентна ставка НБУ (рефінансування)	(2.39)		
RR	Вимоги резервування	(2.39)		
POP	Чисельність населення	(2.42)		
REC	Кредиторська заборгованість між підприємствами	(2.45), (2.48), (2.72)		
PAY	Дебіторська заборгованість між підприємствами	(2.45), (2.48), (2.72)		
P <sup>World</sup>	Світовий рівень цін	(2.49), (2.51), (2.29)		
P <sup>FW</sup>	Світовий індекс цін на паливо (нафта, газ)	(2.51)		
DEFC	Дефлятор споживання	(2.53), (2.22)		
DEFI	Дефлятор інвестицій	(2.55), (2.15)		
IN	Номінальні інвестиції	(2.15)		
CN	Номінальне споживання (приватне)	(2.22)		
WAPOP	Чисельність працездатного населення	(2.66), (2.67)		
EAPOP	Економічно активне населення	(2.67), (2.69), (2.73), (2.75)		
NTI	Мінімальний неоподатковуваний мінімум	(2.67), (2.73), (2.82)		
t <sub>PII</sub> <sup>MB</sup>	Гранична (маржинальна) ставка прибуткового податку з громадян	(2.67), (2.73)		
WARR	Заборгованість із заробітної плати	(2.69), (2.73), (2.72), (2.94)		
K	Капітал	(2.16), (2.73), (2.3), (2.5), (2.8)		
DEP	Амортизація	(2.16), (2.80), (2.8), (2.9)		
UNEMPLR	Частка безробітних в економічно активному населенні	(2.75)		
EMPL	Чисельність зайнятих	(2.73), (2.75), (2.76), (2.3), (2.5), (2.77)		

Назва	Визначення	Де зустрічається	Джерело	Коментар
SALFUND	Фонд заробітної плати	(2.76)		
GDPS	Агрегована пропозиція	(2.3)		
VAT	Податок на додану вартість (реальний)	(2.78), (2.96)		
EPT	Податок на прибуток підприємств (реальний)	(2.80), (2.82), (2.96)		
PROF	Прибуток (реальний)	(2.80), (2.82)		
Vak	Валова додана вартість (реальна)	(2.78)		
TE	Неоподатковувана валова додана вартість (реальна)	(2.78)		
PIT	Прибутковий податок з громадян	(2.82), (2.96)		
DEPPOP	Залежне населення (пенсіонери, студенти тощо)	(2.82)		
Excise <sup>TOB</sup>	Акциз з тютюнових виробів	(2.85)		
$t^{EX.TOB}$	Ставка податку з тютюнових виробів	(2.85)		
$Q^{TOB}$	Кількість спожитих тютюнових виробів	(2.85)		
Excise <sup>ALC</sup>	Акциз з алкогольних виробів	(2.86)		
$t^{EX.ALC}$	Ставка податку з алкогольних виробів	(2.86)		
$Q^{ALC}$	Кількість спожитих алкогольних виробів	(2.86)		
Excise <sup>i</sup>	Акциз з виробів групи $i$	(2.87)		
$t^{EX.i}$	Ставка податку з виробів групи $i$	(2.87)		
$Q^i$	Кількість спожитих виробів групи $i$	(2.87)		
Excise	Збори по акцизах (реально)	(2.88), (2.96)		

Назва	Визначення	Де зустрічається	Джерело	Коментар
LAND	Плата за землю	(2.90), (2.96)		
t <sup>LAND</sup>	Норматив (ставка) плати за землю	(2.90)		
t <sup>RES</sup>	Ставка плати за користування природними ресурсами	(2.91)		
RESOURCE	Плата за користування природними ресурсами	(2.91), (2.96)		
IMPDUTY	Податок на зовнішньоекономічну діяльність	(2.92), (2.96)		
t <sup>IMPDUTY</sup>	Ставка податків на зовнішньоекономічну діяльність	(2.92)		
BD	Дефіцит бюджету	(2.25), (2.102), (2.41), (2.93)		
UNB	Допомога з безробіття	(2.73)		
CBEXPEN	Видатки зведеного бюджету	(2.97), (2.102)		
GC	Державне споживання	(2.97)		
GI	Державні капіталовкладення	(2.97), (2.13)		
IDP	Проценти на виплату державного боргу	(2.97)		
CBREV	Сукупні доходи зведеного бюджету	(2.96), (2.102)		
PRIV	Доходи від приватизації	(2.102)		
IPDF	Процентні платежі по зовнішньому боргу	(2.104)		
IPDD	Процентні платежі по внутрішньому боргу	(2.105)		
LIBOR	London Inter-Bank Offer Rate	(2.104)		
FED	Federal Funds Rate	(2.104)		
SDD	Внутрішній борг	(2.41), (2.107), (2.108)		
SDF	Зовнішній борг	(2.107), (2.109)		
DDA	Амортизаційні платежі по внутрішньому боргу	(2.108)		

Назва	Визначення	Де зустрічається	Джерело	Коментар
FDA	Амортизаційні платежі по зовнішньому боргу	(2.109)		
DNB	Нові запозичення по внутрішньому боргу	(2.108)		
FNB	Нові запозичення по зовнішньому боргу	(2.109), (2.111)		
DEFGI	Дефлятор державних інвестицій	(2.57), (2.101)		
DEFGC	Дефлятор державного споживання	(2.59), (2.101)		
DEFX	Дефлятор експорту	(2.61), (2.29), (2.38)		
DEFM	Дефлятор імпорту	(2.63), (2.33), (2.38)		
CPI <sup>USA</sup>	Індекс споживчих цін США	(2.33)		
NXN	Номінальний чистий експорт	(2.38), (2.2)		
LPROD	Продуктивність праці	(2.41), (2.77)		
RD <sub>short</sub>	Процентна ставка по депозитах (короткострокова)	(2.43), (2.44)		
RD <sub>long</sub>	Процентна ставка по депозитах (довгострокова)	(2.43), (2.44)		
OWNREV	Власні надходження бюджетних установ	(2.96), (2.93)		
PENSFUND	Пенсійний фонд	(2.96), (2.94)		
OTHERREV	Інші податкові та неподаткові надходження	(2.96), (2.95)		
FCi	Видатки по <i>i</i> -й функціональній класифікації (наприклад, освіта, охорона здоров'я тощо)	(2.98), (2.99), (2.100)		
NB	Нові запозичення по державному боргу	(2.103), (2.111)		

## 2.8. Особливості моделювання та прогнозування на основі динамічних систем рівнянь

Досвід розробки макроеконометричної моделі України дає змогу виявити певні особливості при моделюванні складних взаємопов'язаних економічних процесів. Перш за все слід відмітити, що сама побудова макроеконометричної моделі економіки будь-якої країни є складним ітераційним процесом, що органічно поєднує три етапи: *розробку, діагностування та коригування моделі*.

Перший етап, звичайно, є найбільш відповідальним. Саме на цьому етапі потрібно розробити логічну схему взаємозв'язку системи економічних показників у формалізовану модель та розбити саму модель на певні модулі, які спочатку краще моделювати, аналізувати та тестувати окремо. Крім того, слід визначити, динаміку яких показників необхідно аналізувати, тобто які рівняння системи повинні включати як довгострокові, так і короткострокові зв'язки. Після специфікації, оцінювання та діагностики кожного окремого модуля на адекватність, стабільність та прогнозу якість, їх необхідно об'єднати в єдину систему, яка і являє собою динамічну макроеконометричну модель, після чого ітераційний процес оцінювання параметрів та діагностики моделі повторюється знову. Процес діагностики розробленої макроеконометричної моделі складається насамперед з перевірки моделі на якість історичної симуляції, на якість прогновної придатності та на здатність адекватної реакції на шоки в економіці. Тільки після такої всеохопної діагностики модель можна використовувати для розробки різноманітних сценаріїв та прийняття рішень.

### 2.8.1. Специфікація динамічної макромоделі

Специфікація будь-якої великої макромоделі починається зі специфікації її окремого рівняння. По-перше, кожне окреме регресійне рівняння оцінюється за допомогою МНК, щоб перевірити його здатність пояснювати зв'язки між змінними. Якщо регресія їх не пояснює (зокрема, має низький коефіцієнт детермінації,  $R^2$ ), немає сенсу використовувати її в моделі. Варто бути особливо уважним при розробці специфікації окремих рівнянь, оскільки неправильна специфікація одного з рівнянь може призвести до великих помилок в моделі в цілому. Коротко суть цього зауваження полягає в тому, що визначати специфікацію кожного рівняння треба дуже обережно, щоб отримати значимі результати і дієздатну модель.



Крім того, перевіряється також стабільність рівнянь, що включають короткострокові зв'язки, тобто перевіряються коефіцієнти перед лаговою змінною в правій частині (нагадаємо, що дані коефіцієнти повинні бути меншими за одиницю). Якщо рівняння нестабільне, це свідчить про те, що, наприклад, модельований показник не є стаціонарним або рівняння довгострокового зв'язку неправильно специфіковане тощо. Така ситуація потребує додаткового аналізу і нової специфікації рівнянь як довгострокового, так і короткострокового зв'язку.

Зауважимо, що правильна специфікація рівняння діагностується за допомогою різних критеріїв, крім того, в симульативних системах рівнянь важливою є перевірка на ототожненість. Вона здійснюється за умовами рангу та порядку. Наприклад, якщо хоча б одне рівняння системи є переототожненим, то і вся модель вважається переототожненою, що означає необхідність використання двокрокового або трикрокового методу найменших квадратів для її оцінювання (особливості їх використання ми розглянемо пізніше).

Після перевірки системи на ототожненість тестується кожне окреме рівняння системи на відсутність мультиколінеарності, гетероскедастичності та автокореляції. Слід відмітити, що наявність автокореляції є потужним індикатором неправильної специфікації регресійного рівняння.

Після того як перевірено специфікацію та отримано оцінку кожного окремого рівняння, вони об'єднуються в єдину систему і оцінюються одночасно. Тотожності при цьому включати в систему не слід, оскільки вони оцінки не потребують. Обраний метод (наприклад, двокроковий (2МНК) або трикроковий (3МНК) метод найменших квадратів) має вирішити проблему ендогенності.

Після одночасної оцінки всіх невідомих параметрів системи необхідно протестувати її сумісність, тобто провести історичну симуляцію моделі на основі даних минулих років, отримати теоретичні значення ендогенних змінних та обрахувати середню процентну помилку симуляції за формулою

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i^s - Y_i^a)}{Y_i^a}$$
, де  $n$  – кількість спостережень,  $Y_i^s$  –

теоретичне значення досліджуваної ендогенної змінної,  $Y_i^a$  – фактичне значення ендогенної змінної; або процентну середню абсолютну помилку симуляції

$$- \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i^s - Y_i^a}{Y_i^s} \right|$$
. Модель вважається придатною для

подальшого дослідження, якщо значення помилок не перевищують 10 % для всіх ендогенних змінних. На практиці модель рідко починає працювати належним чином з першої спроби. Зазвичай вона переглядається багато разів. Наприклад, може бути змінена специфікація регресійного рівняння. Часто трапляється, що певне рівняння добре описує часовий ряд, коли використовується окремо, але в контексті моделі дає погані результати (наприклад, зміщення). На жаль, не існує формальних критеріїв вибору специфікації, її розробка є швидше мистецтвом, ніж наукою, і майстерність приходить з досвідом.

### **2.8.2. Оцінювання невідомих параметрів системи для усунення ендогенності**

Сучасні пакети прикладних програм дають досліднику широкий набір методів оцінювання систем симульативних рівнянь для вирішення проблеми ендогенності. Ми зосередимося лише на двокроковому методі найменших квадратів (2МНК) та трикроковому методі найменших квадратів (3МНК). 2МНК (TOLS) застосовується до кожного рівняння окремо. Він має як переваги, так і слабкі сторони. З одного боку, нам не потрібно оцінювати всі рівняння одночасно, що може бути незручно. Крім того, зменшуються проблеми, які виникають, якщо одне з рівнянь неправильно специфіковане. З іншого боку, ми втрачаємо ефективність, оскільки не враховуємо кореляції між помилками (відхиленнями) окремих рівнянь. Як бачимо, треба вибирати між ефективністю та консистентністю. 3МНК ефективніший, ніж 2МНК, але 3МНК більш вразливий до помилок специфікації.

На практиці для перевірки того, наскільки доцільною є процедура оцінювання параметрів системи двокроковим методом найменших квадратів (2МНК), можна використати тест Хаусмана. Ідея тесту полягає в перевірці того, чи статистично значимо відрізняються МНК-оцінки системи від 2МНК-оцінок. Якщо ні, то краще застосовувати МНК, оскільки він буде ефективнішим. Фактично ми перевіряємо, чи є **МНК-оцінки консистентними**. Нульовою гіпотезою тесту Хаусмана є гіпотеза, що МНК-оцінки не є статистично відмінними від 2МНК-оцінок. Щоб зробити висновок, чи відкидаємо ми нульову гіпотезу, потрібно підрахувати спеціальну  $\chi^2$ -статистику, що має такий вигляд:

$$\chi^2 = (b^{2SLS} - b^{OLS})^T \cdot (V^{2SLS} - V^{OLS})^{-1} \cdot (b^{2SLS} - b^{OLS}),$$

де  $b^{2OLS}$  – вектор параметрів системи, оцінених 2МНК;  $b^{OLS}$  – вектор параметрів системи, оцінених МНК;  $V^{2SLS}$  – дисперсійно-коваріаційна матриця параметрів системи, оцінених 2МНК;  $V^{OLS}$  – дисперсійно-коваріаційна матриця параметрів системи, оцінених МНК. Зазначимо, що дана статистика розподілена за  $\chi^2$ -розподілом з  $n$  (кількість параметрів системи, які потрібно оцінити) ступенями свободи. Якщо обрахована статистика перевищує критичне значення, що знаходиться за таблицями  $\chi^2$ -розподілу при заданих рівні значимості та ступенях свободи, ми відхиляємо нульову гіпотезу (МНК-оцінки не є статистично відмінними від 2МНК-оцінок), і слід застосовувати 2МНК, оскільки в даному випадку МНК-оцінки будуть зміщеними та неконсистентними. В іншому разі ми повинні використовувати МНК, тому що він є ефективнішим за 2МНК.

Як правило, в системах симульативних рівнянь існує кореляція помилок між рівняннями системи. Ця додаткова інформація використовується при оцінюванні параметрів системи трикроковим методом найменших квадратів, що дає змогу знайти точні оцінки параметрів регресійних рівнянь. Ми можемо оцінити, як корелюють помилки, за допомогою матриці кореляцій помилок (залишків). Останнім часом трикроковий метод найменших квадратів стає все більш популярним при оцінюванні параметрів симульативної системи рівнянь.

Після того як невідомі параметри системи оцінені, необхідно перевірити її прогнозну якість.

### ***2.8.3. Особливості прогнозування та оцінка прогнозної якості симульативних моделей***

На жаль, в багатьох сучасних пакетах прикладних програм процеси оцінювання систем та їх симуляція (отримання прогнозних даних для минулих або майбутніх значень ендогенних змінних системи) виокремлені. Тому ці етапи потрібно розрізняти. Для проведення прогнозу слід розв'язати модель, тобто на цьому етапі потрібно додати тотожності до специфікації моделі. Після цього можна проводити безпосередньо прогнозування на основі всієї макромоделі як для минулих, так і майбутніх значень ендогенних змінних. Схематично процес прогнозування можна зобразити за допомогою рис. 2.1.

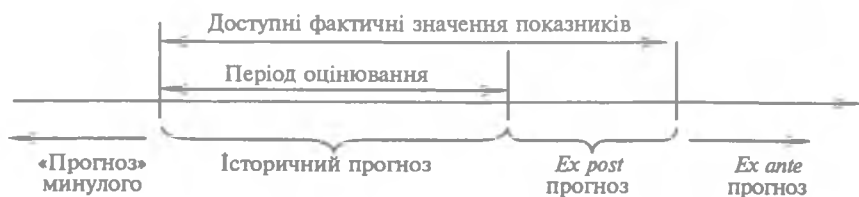


Рис. 2.1. Спрощена схема періодів прогнозування

Під час прогнозування звичайно постає питання про прогнозну якість моделі, тобто про те, наскільки добре вона відтворює фактичні часові ряди ендогенних змінних. Як бачимо з рис. 2.1, тип симуляції (прогнозу) може бути різним. Класично рекомендується для перевірки якості моделі використовувати *ex post* прогноз, щоб потім порівняти доступні фактичні значення показників з прогнозними даними, отриманими на основі розробленої та оціненої моделі. Ми не виконуємо цю рекомендацію через дуже короткі часові ряди. Більш точно якість прогнозу можна перевірити на основі різноманітних критеріїв якості.

Існує певний набір критеріїв оцінки якості моделі, серед яких найбільш поширеними є: формальні статистичні критерії; критичні точки; чутливість початкового періоду; чутливість до змін коефіцієнтів.

До формальних статистичних критеріїв належать:

- Середня абсолютна помилка (*MAE*):  $MAE = \frac{1}{N} \sum_i |y_i - \hat{y}_i|$ .
- Корінь середньої квадратної помилки (*RMSE*):  $RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^T (y_i - \hat{y}_i)^2}$ .
- Середня помилка (*ME*):  $ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)$ .
- Середня процентна помилка (*MPE*):  $MPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{y_i}$ .
- Середня процентна абсолютна помилка (*MAPE*):  $MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{|y_i|}$ .
- Коефіцієнт нерівності Тейла (*U*):  $U = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^T (y_i - \hat{y}_i)^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^T (y_i)^2} + \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^T (\hat{y}_i)^2}}$ .

$$\text{– Пропорція зміщення: } U^M = \frac{(\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2};$$

$$\text{– Пропорція дисперсії: } U^S = \frac{(\sigma_{actual} - \sigma_{fitted})^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2};$$

$$\text{– Пропорція коваріації: } U^C = \frac{2(1-\rho)(\sigma_{actual} \cdot \sigma_{fitted})}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2},$$

де  $y_i$  – фактичні значення показника в  $i$ -й період часу;  $\hat{y}_i$  – прогнознi значення показника в  $i$ -й період часу;  $N$  – кількість спостережень;  $\rho$  – вибірковий коефіцієнт кореляції між фактичним та прогнозним значеннями показника,  $\sigma_{actual}$  – середньоквадратичне відхилення (стандартна помилка) фактичного значення показника,  $\sigma_{fitted}$  – середньоквадратичне відхилення (стандартна помилка) розрахованого значення показника.

**Середня абсолютна помилка (MAE)** застосовується у випадку, коли ціна помилки прогнозу пропорційна її абсолютному розміру. Цей критерій ще називають середнім абсолютним відхиленням (*MAD*). **Корінь середньої квадратної помилки (RMSE)** є достатньо зручним показником якості, бо вимірює середню стандартну помилку прогнозу. Цей критерій неявно штрафує значні помилки прогнозу порівняно з невеликими. Він є особливо ефективним, коли ціна помилки прогнозу зростає пропорційно кореню помилки. **Середня помилка (ME)** дає змогу виміряти наявність зміщення в оцінках. За припущенням, середня помилка повинна дорівнювати нулю. Інакше ми матимемо відхилення в оцінках. **Середня процентна помилка (MPE)** забезпечує відносну оцінку зміщення. **Середня процентна абсолютна помилка (MAPE)** схожа з критерієм *RMSE*, але є відносним показником точності моделі. Цей критерій є особливо ефективним, коли ціна помилки прогнозу більше пов'язана з її процентним значенням, а не з кількісною величиною. *MAPE* не надає більшої ваги великим значенням помилки і, таким чином, відповідає лінійній (відносно пропорційних помилок) функції витрат.

*MAPE* є одним з найпоширеніших критеріїв, що використовуються при порівнянні точності прогнозів різнорідних об'єктів, бо вимірює

ється в безрозмірних величинах, а саме у відсотках. Вважається, що значення *MAPE*, яке менше 10 %, дає високу точність прогнозу, а значить, і якості моделі; від 10 % до 20 % – добру точність, від 20 % до 50 % – задовільну точність; понад 50 % – незадовільну точність.

**Коефіцієнт нерівності Тейла ( $U$ )** є дуже важливим індикатором точності моделі і консистентності отриманих оцінок. За побудовою цей коефіцієнт варіює між нулем і одиницею. Якщо  $U = 1$ , модель зовсім не може використовуватися для прогнозу. Розраховані (fitted) і фактичні ряди не корелюють. З іншого боку, якщо  $U = 0$ , розраховані ряди повністю збігаються з фактичними рядами, тобто прогноз є досконалим.

Коефіцієнт нерівності Тейла ( $U$ ) можна розкласти на три частини: зміщену пропорцію (пропорцію зміщеності)  $U^M$ , пропорцію дисперсії  $U^S$  і пропорцію коваріації  $U^C$ . Зазначимо, що  $U^M + U^C + U^S = 1\pi$ . Критерій зміщеності пропорції ( $U^M$ ) використовується, щоб перевірити, чи наявне систематичне відхилення середніх розрахованих та фактичних рядів, тобто чи дає модель систематично завищені або занижені прогнози. Чим менше значення  $U^M$ , тим краще. Якщо  $U^M$  дорівнює нулю, у розрахованих (прогнозних) значеннях немає зміщень, тобто з моделлю все гаразд. Пропорція дисперсії використовується, щоб переконатися, що модель має достатні динамічні властивості для відтворення дисперсії фактичних рядів. Наприклад, модель може відтворювати систематично менші коливання, ніж фактичні. Як і у випадку критерію  $U^M$ , менше значення  $U^S$  вказує на менше зміщення. Нарешті, пропорція коваріації вказує, як корелюють фактичні та розраховані ряди.  $U^C$  рівне одиниці показує, що фактичні та розраховані ряди корелюють ідеально.

**Критичні точки** важливі як критерій якості, оскільки деякі моделі можуть бути дуже точними, але погано передбачати зміни в тренді (наприклад, поворотні точки в циклах), тобто погано відтворювати критичні точки. Інші моделі можуть бути неточними, але мати багатий динамічний характер. Загалом може існувати певний компроміс між точністю та динамічними властивостями моделі. На жаль, немає формального тесту для оцінки цієї властивості. Проте візуальний огляд розрахованих та фактичних рядів звичайно одразу виявляє, чи добре модель відтворює критичні точки.

Ще один важливий тест якості моделі – **аналіз чутливості до початкового (стартового) періоду симуляції**. Якщо модель є нечутливою до змін початкового періоду, то вона є досить хорошою за інших рівних умов. Залежність моделі від початкового періоду є

індикатором того, що специфікація недосконала (наприклад, можливо в моделі наявні деякі нестационарні часові ряди).

Іноді економетристи роблять невеликі зміни в коефіцієнтах моделі, щоб перевірити, наскільки чутливою є модель до таких змін. Такі «штучні» зміни називаються «налаштуванням» моделі (tuning). Як правило, налаштування дає змогу простежити критичні параметри в моделі. Проте налаштування небажане, особливо для статистично значимих змінних, тому що модель втрачає своє статистичне обґрунтування: вона може добре відтворювати історичні дані, але погано працювати в *ex ante* прогнозуванні.

Після перевірки моделі на прогностичну придатність, потрібно перевірити, як вона реагує на зовнішні шоки, за допомогою аналізу мультиплікаторів для короткострокового та довгострокового періоду. При цьому в динамічних моделях можна використовувати аналіз функцій імпульсних відгуків. Проілюструємо їх застосування на найпростішому прикладі.

### 2.8.3. 1. Аналіз функції імпульсних відгуків

Нагадаємо, що функція імпульсних відгуків показує зміну ендогенних показників у відповідь на шок (зміну одного зі збурень системи). Розглянемо найпростішу систему двох рівнянь у такому формалізованому вигляді:

$$Y_{1t} = a_{10} + a_{11}Y_{1,t-1} + a_{12}Y_{2,t-1} + \varepsilon_{1t}, \quad (2.112)$$

$$Y_{2t} = a_{20} + a_{21}Y_{1,t-1} + a_{22}Y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}.$$

Зміна в  $\varepsilon_{1t}$  миттєво викликає зміну в  $Y_{1t}$ , а також зміну у всіх майбутніх значеннях  $Y_1$  та  $Y_2$ , виходячи з динамічної структури системи (2.112). Функція імпульсних відгуків саме й описує зміну поточного та майбутніх значень ендогенних змінних як реакцію на шок, що дорівнює одному середньоквадратичному відхиленню (standard deviation).

Проілюструємо цю ідею простим прикладом. Для спрощення припускаємо, що перші два члени в (2.112) відсутні, тобто в матричному вигляді маємо:

$$Y_t = A Y_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Нехай нам відома матриця коефіцієнтів:  $A = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 \end{pmatrix}$  та варіаційно-коваріаційна матриця збурень:  $\text{VAR-COV} = \Sigma = \begin{pmatrix} 9 & 7 \\ 7 & 16 \end{pmatrix}$ . Перший елемент варіаційно-коваріаційної матриці є дисперсією першого

збурення, тобто  $\sigma_{\varepsilon_1}^2 = 9$ . Побудуємо імпульсну функцію в припущенні, що перше збурення змінюється на одне середньоквадратичне відхилення, тобто на 3. Крім того, припустимо, що початкові значення ендогенних змінних дорівнюють нулю:  $Y_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ ;  $\varepsilon_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ . За нашим припущенням, у перший період часу  $\varepsilon_{11}$  зростає на 4, а в інші проміжки часу знову спадає до нуля; друге збурення залишається без змін. Проаналізуємо ланцюгову зміну  $Y$  як реакцію на одноразовий шок, викликаний зміною першого збурення.

$$Y_1 = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$Y_2 = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.9 \\ 1.5 \end{pmatrix},$$

$$Y_3 = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.9 \\ 1.5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.42 \\ 0.85 \end{pmatrix},$$

$$Y_4 = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.42 \\ 0.85 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.211 \\ 0.38 \end{pmatrix},$$

.....

Цей процес можна продовжити далі, відповідно імпульсна функція має вигляд:

Імпульсна функція (IRF) від $\varepsilon_1 = (3 \ 0)'$		
Період	$Y_{1t}$	$Y_{2t}$
1	3	0
2	0.9	1.5
3	0.42	0.85
4	0.211	0.38
...	...	...

Сучасні пакети видають графічне зображення імпульсної функції. Аналогічно можна побудувати імпульсну функцію для другого збурення. Таким чином, вона вимірює зміну значення ендогенних змінних системи в поточний та майбутні періоди часу, викликану зміною одного з показників в поточний період часу на одне середньоквадратичне відхилення. Більш детальний опис функцій імпульсних відгуків можна знайти в [4, 19]. Після аналізу відповідності дії мультиплікаторів



очікуваним наслідкам можна остаточно прийняти модель до практичної реалізації, що дає змогу розробляти, програвати та аналізувати різні сценарії розвитку або визначати ефективність певного політичного рішення. Для реалізації сценаріїв необхідно мати заплановані або очікувані значення екзогенних змінних на момент прогнозування. Нагадаємо, що сценарієм називається певний заданий набір рядів екзогенних змінних. Неформально екзогенні змінні можна класифікувати на керовані (*policy variables*) екзогенні змінні та чисті екзогенні змінні. Керовані екзогенні змінні є змінними, які можуть задаватись та змінюватись особами, що приймають рішення (*policy maker*). Прикладами таких екзогенних змінних можуть бути монетарна база або дисконтна процентна ставка (рефінансування). Інші екзогенні змінні є, по суті, «чистими». Політики можуть не справляти на них впливу. Наприклад, світові ціни на нафту є «чистою» екзогенною змінною для України, оскільки Україна не має на них значного впливу.

Розглянемо, яким же чином ми можемо програти сценарії на основі розробленої та оціненої нами моделі. Припустимо, нас цікавить аналіз результатів вузької монетарної та експансійної фіскальної політики. На основі розробленої та оціненої моделі ми можемо провести аналіз наслідків підвищення, наприклад, державних витрат або доходів; монетарної бази тощо. Звичайно, одночасне проведення різних експериментів неможливе на практиці, тому макроекономічні моделі є ефективним інструментом для аналізу та прийняття економічних рішень державного масштабу.

## ВИСНОВКИ

Розробка тактичних та стратегічних планів економічного розвитку країни потребує передбачення динаміки макроекономічних показників. Існує багато потужних засобів для їх прогнозування, але комплексний аналіз економічних процесів країни, стратегій її економічного зростання, аналіз реагування на шоки тощо неможливо провести без розробки макроеконометричних моделей. Їх застосування у процесі прийняття рішень дозволяє уникнути дорогих, а іноді і просто нереальних практичних експериментів та шляхом моделювання визначити ймовірні наслідки від запровадження різноманітних економічних програм. Традиційно макроеконометричні моделі широко використовуються для прогнозування у розвинених країнах світу, хоча в мінливому економічному середовищі країн перехідного періоду та країн, що розвиваються, потреба у прогнозах макроекономічних показників та кількісному макроекономічному аналізі є навіть більшою. Розробка макроеконометричних моделей є надзвичайно складним завданням та вимагає концентрації зусиль великого колективу фахівців. Україна має досить невеликий досвід політичної та економічної незалежності. Це частково пояснює, чому макроекономічні моделі не застосовуються широко в аналізі економіки, прийнятті рішень та прогнозуванні. Крім того, ненадійність даних щодо економічних та соціальних показників, невелика довжина самих часових рядів ще більше обмежують розробку та застосування макроеконометричних моделей. Однак вже можна відмітити ряд цікавих макроеконометричних моделей, розроблених як українськими, так і західними вченими.

Створення макроеконометричних моделей вимагає величезних витрат на вироблення концепції, збір інформації, її обробку та перевірку, розробку первинних варіантів функціональних форм, тестування на адекватність декількох десятків регресійних рівнянь, тому кожна розроблена модель макrorівня є неоціненним внеском у скарбницю українського моделювання, що з часом дозволить створити потужну базу

моделей економіки країни, які можуть ґрунтуватись на різних припущеннях; порівнювати результати розрахунків за різними моделями; аналізувати слабкі та сильні сторони моделей для подальшого їх удосконалення та розробити загальні методологічні аспекти макромоделювання в Україні. Порівняльний аналіз розроблених макромоделей наведено в [17]. Він показує, що основною вадою макроеконометричних структурних моделей, побудованих на класичній концепції застосування симультаивних рівнянь, є їх статичність. Дійсно, економетричні моделі такого типу, як правило, описують тільки довгострокові рівноважні зв'язки в економіці і є непридатними для дослідження адаптивності економічних процесів, наприклад, швидкості коригування відхилень від довгострокової рівноваги у відповідь на шоки в економіці. Аналіз широкого спектра динамічних властивостей економічних процесів таким чином залишається поза їх межами, що є особливо негативним при розробці макроеконометричних моделей країн з перехідною економікою, які характеризуються нестабільністю та періодичними шоками. Розробляючи даний тип моделей, необхідно брати до уваги не тільки інформацію про рівноважні економічні зв'язки, виходячи з економічної теорії, а й широко враховувати динамічні властивості часових рядів, які дозволяють даним «говорити самим за себе». Тому новий концептуальний варіант макроеконометричної моделі України, в якій поєднуються довгострокові рівноважні зв'язки та механізми короткострокового динамічного пристосування, є важливим кроком у дослідженні динамічних властивостей економічних процесів. Запропонована концепція динамічної макроеконометричної моделі дає змогу більш реалістично описувати економічні процеси для країн з перехідною економікою, аналізувати адаптивність економічних процесів, наприклад, швидкість коригування відхилень від довгострокової рівноваги у відповідь на шоки в економіці. Моделювання динамічних механізмів дозволяє також значно збільшити можливості практичного застосування макромоделей, зокрема їх використання для аналізу стабільності економіки та реакції на непередбачувані події і політичні рішення. Практична реалізація даної моделі дозволить перевірити ефективність застосування сучасного економетричного інструментарію для аналізу перехідних економік, крім того, може бути використана іншими дослідниками для удосконалення розроблених моделей шляхом введення механізму довгострокового пристосування.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Anderson T. W., Vahid F. Testing Multiple Equation System for Common Nonlinear Components // Journal of Econometrics, 1998, N 84.– P. 1–36.
2. Banerjee A., Dolado J., Galbraith J. W., Hendry D. F. Cointegration, Error Correction and the Econometric Analysis of Nonstationary Data.– Oxford: Oxford University Press, 1993.
3. Boswijk H. P. Asymptotic Theory for Integrated Processes.– Oxford: Oxford University Press, 1998.
4. Charemza W. W., Deadman D. F. New Direction in Econometric Practice.– Edward Eglar, 1992.
5. Geiger Linwood T. Macroeconomic Analysis and Transitional Economy.– Pennsylvania: St. Davids, 1992.
6. Gronicki Mirosław, Piętka Katarzyna. Macroeconomic Model for Ukraine // CASE Working Paper, 1999.– 56 p.
7. Greene William H. Econometric Analysis. Fourth edition.– New Jersey: Prentice-Hall, 2000.– 1004 p.
8. Kennedy P. A. Guide to Econometrics.– Massachusetts, Cambridge: The MIT Press, 1998.– 468 c.
9. Klein L. (editor). Comparative Performance of U. S. Econometric Models.– Oxford: Oxford University Press, 1991.
10. Lukepohl H., Reimers H.-E. Impulse Response Analysis of Cointegrated Systems // Journal of Economic Dynamics and Control, 1992, N 16.– P. 53–78.
11. Macroeconometric Modeling and Its Use for the Conduct of Policy in Ukraine // TACIS, Ukrainian Economic Trends, 1998, N 9.– P. 82–86.
12. Qaunes A., Thakur S. Macroeconomic Accounting and Analysis in Transition Economies.– Washington, D. C.: International Monetary Fund, 1997.– 183 p.
13. Ray C. Fair Testing Macroeconometric Models.– Harvard University Press, 1994.– 421 p.
14. Sachs Jeffrey D., Larrain Felipe B. Macroeconomics in the Global Economy.– New Jersey Prentice-Hall, 1996.– 3778 p.

15. Геєць В., Скрипниченко М., Соколик М., Шумська С. Секторальні макромоделі прогнозування економіки України // Економіст, 1998, № 5.– С. 58–67.
16. Гроніцкі М., Ширмер Я., П'єнтка К. Альтернативні сценарії розвитку економіки України у 1998–1999 роках // Економіст, 1998, № 5.– С. 72–76.
17. Кваджа С., Лук'яненко І. Г., Городніченко Ю. О. Методологічні аспекти розробки та практичного застосування макроеконометричної моделі України.– К.: Видавничий дім «KM Academia», 2000 – 204 с.
18. Лук'яненко І. Г., Городніченко Ю. О. Прогнозування податкових надходжень за допомогою моделей корегування помилки // Фінанси України, 2001, № 7.– С. 89–99.
19. Лук'яненко І. Г., Городніченко Ю. О. Сучасні економетричні методи у фінансах. Навчальний посібник.– К.: Літера, 2002.– 349 с.
20. Макроекономічне моделювання та короткострокове прогнозування / За ред. І. В. Крюкової.– Харків, 2000.– 336 с.

**Лук'яненко  
Ірина Григорівна**

**ДИНАМІЧНІ МАКРОЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ.  
НОВИЙ КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД**

Редактор *О. Л. Рудь*  
Технічний редактор *Т. М. Новікова*  
Верстка *Н. В. Єрмак*

Підписано до друку 20.01.2003. Формат 60×84/16.  
Гарнітура «Times New Roman». Папір офсетний № 1. Друк офсетний.  
Умов. друк. арк. 3,02. Облік.-вид. арк. 3,25.  
Наклад 300 прим. Зам. 3-06.

Видавничий дім «КМ Академія».  
Свідоцтво про реєстрацію № 770 від 15.01.2002 р.

Друкарня НаУКМА.  
Адреса видавництва та друкарні:  
04070, Київ, вул. Сковороди, 2.  
Тел./факс: (044) 416-60-92, 238-28-26.  
E-mail: vd\_naukma@ukr.net

**Лук'яненко І. Г.**

Л84 Динамічні макроеконометричні моделі. Новий концептуальний підхід.— К.: Вид. дім «КМ Академія», 2003.— 52 с.— Бібліогр.: с. 50.

ISBN 966-518-194-7

У роботі представлено концепцію динамічної макроеконометричної моделі, яка дає змогу більш реалістично описувати економічні процеси для країн з перехідною економікою. Запропоновано новий концептуальний варіант макроеконометричної моделі України, що дозволяє поєднувати довгострокові рівноважні зв'язки та механізми короткострокового динамічного пристосування.

Робота може бути використана в курсах «Моделювання макроекономічної динаміки», «Економетрика», «Макроекономічне прогнозування».

Призначена для студентів, аспірантів, докторантів, наукових працівників, усіх, хто практично займається макроекономічним моделюванням.

**ББК 65.012.2в6**