



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

І. Г. Лук'яненко, М. Ю. Насаченко

**ПІДХОДИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ
ІМІТАЦІЙНОЇ АГРЕГОВАНОЇ МАКРОМОДЕЛІ
УКРАЇНСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ
З УРАХУВАННЯМ ТІНЬОВОГО СЕКТОРУ
ТА РИНКУ ПРАЦІ**

**Київ
2019**

*Ухвалила до друку Вчена рада
Національного університету «Києво-Могилянська академія»
(протокол № 10 від 26 вересня 2019 р.)*

Рецензенти:

*Скрипниченко М. І., доктор економічних наук, професор, керівник
відділу моделювання та прогнозування ДУ «Інститут економіки
та прогнозування НАН України»*

*Дубина М. В., доктор економічних наук, доцент, в. о. завідувача
кафедри фінансів, банківської справи та страхування Чернігівського
національного технологічного університету*

Лук'яненко І. Г.

Л 84

Підходи до розроблення імітаційної агрегованої макромоделі української економіки з урахуванням тіньового сектору та ринку праці : монографія / І. Г. Лук'яненко, М. Ю. Насаченко. – Київ : НаУКМА, 2019. – 74 с.

ISBN 978-617-7668-12-0

Монографію присвячено методологічним засадам і практичним аспектам побудови агрегованої імітаційної макромоделі з урахуванням особливостей української економіки та проведення на її основі цілісного дослідження ролі державної політики в нівелюванні негативних зовнішніх і внутрішніх збурень, а також кількісного оцінювання взаємодії та одночасного впливу на економічний розвиток основних макроекономічних інструментів з урахуванням тінізації та дестабілізаційних факторів на ринку праці.

Розроблена авторська імітаційна макромодель української економіки на відміну від наявних аналогів є доволі компактною, не потребує для своєї практичної реалізації значної статистичної бази, але водночас дає змогу проводити широкий спектр сценарного аналізу впливу різноманітних інструментів соціально-економічної державної політики на фінансову стабільність та економічний розвиток залежно від різних початкових умов, ризиків дестабілізації в різних секторах, включно з ринком праці, а також за різних можливих припущень щодо рівня тінізації української економіки в коротко- та довгостроковій перспективі.

Видання адресовано широкому колу науковців, фахівців-практиків, а також викладачів, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів.

УДК 330.52:519.8

ЗМІСТ

Вступ	4
РОЗДІЛ 1. Стисла характеристика особливостей методів системної динаміки та їх практичного застосування	6
РОЗДІЛ 2. Концептуальні основи побудови агрегованої імітаційної макромоделі української економіки з урахуванням тіньового сектору та ринку праці	12
РОЗДІЛ 3. Структура блоків агрегованої імітаційної макромоделі України з урахуванням рівня її тінізації	18
3.1. Структура блоку формування ВВП (<i>GDP block</i>).....	18
3.2. Структура блоку формування обсягів тіньового ВВП (<i>Shadow GDP block</i>)	20
3.3. Структура блоку міжнародної торгівлі (<i>Trade block</i>).....	22
3.4. Структура блоку формування міжнародних резервів (<i>Reserves block</i>).....	23
3.5. Структура блоку формування обмінного курсу (<i>Exchange rate block</i>)	25
3.6. Структура блоку оцінювання інфляції (<i>Inflation block</i>)	26
3.7. Блок формування процентних ставок (<i>Interest rates block</i>).....	28
3.8. Блок ринку праці (<i>Labor market block</i>)	30
РОЗДІЛ 4. Перевірка адекватності агрегованої імітаційної макромоделі та її практичне застосування	32
4.1. Перевірка адекватності агрегованої макромоделі, побудованої на основі методології системної динаміки	32
4.2. Використання агрегованої імітаційної макромоделі для проведення сценарного аналізу впливу ризиків на макроекономічну стабільність української економіки та рівень її детінізації	40
Висновки	52
Список використаних джерел	54
Додатки	57

ВСТУП

Дослідження макроекономічних систем неможливе без застосування модельного інструментарію, який дає змогу відтворювати у спрощеному формалізованому вигляді складні взаємозв'язки між їхніми окремими підсистемами та показниками. Крім того, моделювання допомагає глибше зрозуміти глибинну структуру складних систем, а також визначити сутність взаємодії між її елементами без проведення дороговартісних, а інколи просто неможливих економічних експериментів на практиці.

Загалом проблема моделювання динамічних взаємозв'язків між елементами макроекономічних систем, що постійно ускладнюються та структурно змінюються, стає значним викликом для науковців різних економічних шкіл і напрямів у різних країнах світу. Постійно триває пошук нових підходів і застосування ефективного економіко-математичного інструментарію для адекватного відтворення та формалізації динамічних нелінійних стохастичних взаємозв'язків як між елементами всередині окремих підсистем економічної системи, так і між її підсистемами загалом. Поруч із класичним економетричним апаратом симулятивного моделювання, векторних авторегресійних моделей різного рівня складності, динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги дедалі більшої популярності останнім часом, у зв'язку з розвитком програмного забезпечення та появою потужних пакетів спеціалізованих прикладних програм, набувають методи імітаційного моделювання, зокрема методи системної динаміки. Їхньою перевагою є можливість комплексного дослідження поведінки складних систем із нелінійними причинно-наслідковими зв'язками та змінною структурою в динаміці, а численні комп'ютерні симуляції за допомогою спеціального програмного забезпечення дозволяють визначити найбільш точну конфігурацію її формалізованої структури, яка відтворює реальні тенденції та взаємозв'язки між елементами та підсистемами макроекономічної системи як у коротко-, так і довгостроковій перспективі.

Незважаючи на те, що сьогодні вже є певні напрацювання в цьому напрямі, актуальним і важливим завданням є врахування

в системі макроекономічних взаємозв'язків тіньового сектору, частина якого для економік багатьох країн, що розвиваються, є значною та може суттєво впливати на соціально-економічні процеси, які відбуваються всередині країни на різних етапах економічного розвитку. Тому для української економіки, якій притаманні аналогічні особливості, побудова імітаційних макромоделей методами системної динаміки із врахуванням тіньового сектору є важливим та актуальним завданням.

Запропонована в цій роботі авторська імітаційна макромодель української економіки на відміну від наявних аналогів є доволі компактною, не потребує для своєї практичної реалізації значної статистичної бази, але водночас дає змогу проводити широкий спектр сценарного аналізу впливу різноманітних інструментів соціально-економічної державної політики на фінансову стабільність та економічний розвиток залежно від різних початкових умов, ризиків дестабілізації в різних секторах, включно з ринком праці, а також за різних можливих припущень щодо рівня тінізації української економіки в коротко- та довгостроковій перспективі.

РОЗДІЛ 1

Стисла характеристика особливостей методів системної динаміки та їх практичного застосування

На думку багатьох економістів, системна динаміка – це «теорія структури», що показує, як причинно-наслідкові зв'язки між макроекономічними змінними можуть бути представлені мовою моделей, яка використовується, щоб описати реальність [22]. Беручи до уваги те, що об'єктом моделювання на макрорівні доволі часто є економіка країни загалом, системна динаміка надає можливість відтворити всі взаємозв'язки, що виникають у результаті функціонування економічної системи країни, а також протестувати, як зовнішні та внутрішні ризики впливають на її макроекономічну стабільність у динаміці.

Системна динаміка концептуально базується на поняттях різного типу прямих та зворотних взаємозв'язків, запозичених із теорії управління, і дозволяє формалізувати лінійні та нелінійні зв'язки, часові лаги в складних комплексних системах, а також забезпечує фундамент для побудови комп'ютерних моделей з метою аналізу загальної структури, взаємозв'язків і типів поведінки складних соціально-економічних та фінансових систем в умовах різних режимів [15].

Врахування зворотного зв'язку є важливим та актуальним, особливо для макроекономічних моделей, оскільки всі економічні змінні зазвичай пов'язані між собою, тобто зміна одного показника впливає на поведінку інших та навпаки. Наприклад, зростання податкових надходжень за рахунок підвищення ставки податку зменшує дефіцит бюджету та потребу в зовнішньому фінансуванні, тим самим послаблюючи тиск на платників податків, що утворює своєрідне замкнене коло. Апарат системної динаміки уможливорює моделювання подібних причинно-наслідкових зв'язків за допомогою побудови так званих систем зворотного зв'язку. Під системами

зворотного зв'язку в системній динаміці (імітаційному моделюванні) розуміють ендogenous структури, де поведінка кожної зі змінних системи продукується іншими змінними цієї ж системи. Основними формальними первинними елементами моделей системної динаміки вважають запаси, потоки та петлі зворотного зв'язку. Під запасами розуміють накопичення певних елементів, наприклад, товарів, матеріалів, інформації тощо, а потік відображає зміну рівня запасу. Петля зворотного зв'язку в моделі системної динаміки – це замкнена мережа причинно-наслідкових зв'язків із системою правил ухвалення рішень та дій, що мають суттєвий вплив на базові елементи, зокрема запаси [25]. Є два типи систем зворотного зв'язку – позитивна (*positive feedback loop*) та негативна (*negative feedback loop*), які в системній динаміці представлені через петлі. Позитивна (підсилювальна) петля зворотного зв'язку генерує експоненційне зростання, а негативна (балансувальна) наближає значення змінної до певного цільового рівня [19].

Як зазначено вище, петлі формуються за допомогою таких базових елементів, як запаси (*Stock*), потоки (*Flow*) та конвертори (*Converter*), а завдяки застосуванню спеціалізованих пакетів прикладних програм імітаційного моделювання доволі часто наочно відображаються в графічному вигляді. Запас є основним елементом моделі системної динаміки, він акумулює інформацію, фізичні чи нематеріальні ресурси, а також змінюється в часі через потік, який своєю чергою показує зміну, яка відбулася в запасі за одиницю часу. Інакше кажучи, запас має «пам'ять» і змінюється поступово, тоді як потік показує зміну запасу, котра була спровокована ендogenous в замкнутій системі. Конвертор – елемент моделі, який впливає прямо лише на потік, тим самим визначаючи його функціональну форму – лінійну або нелінійну [26].

Завдяки сучасним інформаційним технологіям доволі складні взаємозв'язки між елементами моделей системної динаміки відображаються наочно в графічному вигляді, що полегшує їх сприйняття та практичне застосування. Графічне відображення цього класу моделей доповнюється їхнім математичним представленням, оскільки системна динаміка за своєю суттю є кількісним методом досліджень, основу якого становлять системи диференціальних рівнянь [26].

Як приклад нижче наведено найпростішу структуру процесу зміни запасів, де $Stock_t$ позначає певний умовний запас у період часу t , $Inflow$ та $Outflow$ – вхідний та вихідний потоки відповідно, $Converter 1$, $Converter 2$ – константи, які визначають зміну потоків. За таких позначень найпростіший процес зміни запасів математично можна представити такою системою рівнянь:

$$\begin{cases} Stock_t = \int_{t_0}^t (Inflow_s - Outflow_s) ds + Stock_{t_0}; \\ Inflow_s = Converter1(const); Outflow_s = Converter2(const); \end{cases}$$

де t – період часу;

ds – часовий проміжок між перерахунками значення запасів моделі.

Наведена вище система рівнянь, що описує зміну певного запасу, є найпростішою, і тому не має жодної петлі, тобто передбачається зміна запасу лише через потоки, без урахування впливу поточного рівня запасу. Проте цього недостатньо, щоб описати поведінку більш складних реалістичних процесів. Такі процеси моделюються за допомогою використання петель зворотного зв'язку, які дають змогу врахувати двонаправлені зв'язки між змінними моделі, а також ендогенізувати структуру, тобто змодельовати поведінку запасу лише за рахунок факторів, включених у петлю, без урахування впливу екзогенних змінних. Звісно, в реальності моделі системної динаміки, зокрема ті, що відображають поведінку макроекономічних систем, мають доволі складну структуру з сотнею або тисячею базових елементів та взаємозв'язків між ними, а побудова їх є доволі трудомістким творчим процесом, що потребує глибокого розуміння досліджуваної проблеми та мети конкретного дослідження.

Загалом можна виділити такі основні етапи побудови моделі системної динаміки (їх зазначено в праці Дж. Стермана [25], одного з найвідоміших західних фахівців у цій галузі):

- формулювання проблеми: визначення основного дослідницького питання, формування інформаційної бази та часової вибірки;
- формулювання гіпотез дослідження: передбачає проведення попереднього аналізу досліджуваної проблеми та визначення основних теорій, покладених в її основу, а також імовірної очікуваної поведінки

моделі. На цьому етапі формуються гіпотези, на основі яких складається узагальнена діаграма причинно-наслідкових зв'язків;

- побудова моделі: побудова моделі в спеціалізованих програмних пакетах (наприклад, Stella Architect, IThink або Vensim); оцінювання та калібрування її параметрів; визначення рівноважного стану тощо;

- тестування моделі: складний процес, який передбачає проведення великої кількості різноманітних тестів на адекватність побудованої моделі, зокрема перевірки адекватного відтворення ключовими ендегенними показниками моделі історичних даних, аналіз чутливості моделі, її реакції на зовнішні та внутрішні шоки тощо;

- висновки та рекомендації: на основі реалізації побудованої моделі та сценарного аналізу можливого розвитку подій за різних ситуацій, ризиків і припущень визначають рекомендації для підтримки ухвалення управлінських рішень на різних ієрархічних рівнях з урахуванням чинного законодавства, політичної ситуації в країні, зовнішнього середовища тощо.

Слід зауважити, що однією з перших успішно реалізованих і використаних на практиці моделей системної динаміки можна вважати побудовану у 1961 р. імітаційну модель для вирішення управлінської проблеми звільнення та найму робітників на заводі «Дженерал Електрик» (General Electric) у США. Згодом цей підхід до моделювання було формалізовано в праці відомого західного вченого Дж. Форрестера «Індустріальна економіка». Загалом Дж. Форрестер є класиком і натхненником розвитку та застосування методів системної динаміки на практиці, зокрема для моделювання складних макроекономічних систем. Він заснував та очолює всесвітньовідому наукову школу системної динаміки в Массачусетському технологічному інституті (MIT), а також започаткував Міжнародне товариство системної динаміки, під егідою якого проводять традиційні щорічні міжнародні конференції з системної динаміки в різних країнах світу. Учні Дж. Форрестера заснували відомі світові центри з системної динаміки, зокрема в Бергенському університеті (Норвегія), де працюють такі відомі вчені, як Пол Девідсон (Paul Davidson), Девід Віт (David Wheat) та ін. Зокрема, Д. Віт розробив першу інтерактивну комп'ютерну модель економіки США – *MacroLab*, яка містить підмоделі споживання, державних витрат, банківського сектору,

виробництва та ін. Ця модель протягом багатьох років слугує ілюстративним навчальним матеріалом у різних західних університетах для вивчення макроекономіки – її структури та поведінки, а також допомагає отримати відповіді на питання, як саме економічні змінні пов'язані між собою. Вона також дає змогу тестування різних сценаріїв розвитку подій залежно від зміни зовнішніх і внутрішніх умов, шоків, державного регулювання [26].

Під керівництвом проф. Д. Віта та за фінансової підтримки уряду Норвегії, зокрема DIKU (Норвезької агенції міжнародного співробітництва та забезпечення якості вищої освіти), успішно розвивається Центр системної динаміки при кафедрі фінансів НаУКМА та кафедрі математичної економіки та економетрики Львівського національного університету імені Івана Франка. Викладачі, аспіранти та студенти розробили низку цікавих моделей різного рівня складності з використанням методів системної динаміки. Зокрема, одна з перших розроблених макромоделей України методами системної динаміки відображала в узагальненому вигляді взаємозв'язки між ключовими секторами української економіки: сектором виробництва, який складався з трьох підмоделей (формування капіталу, продуктивності та ринку праці); монетарним сектором, що включав ефекти, які спричиняють зміни на кредитному та грошовому ринках; сектором споживання, де моделюється схильність до споживання з урахуванням рівня чистого доходу; сектором цін, який відповідає за перехід від реальних показників виробництва до номінальних сукупного попиту та ВВП; державним сектором, який відображає перерозподіл номінального сукупного доходу між економічними суб'єктами, а також міжнародним сектором, де формується експорт та імпорт з урахуванням рівня споживання і внутрішнього виробництва та відображається вплив платіжного балансу та обмінного курсу на економіку країни [10].

Авторський колектив кафедри у рамках дослідження щодо узгодження монетарної і фінансової політик та їхнього впливу на економічне зростання в Україні розробив також низку динамічних моделей за допомогою методів системної динаміки різного рівня складності, зокрема й динамічну макромодель української економіки [1; 10; 12; 19]. В основу концепції побудови цієї моделі лягло поєднання теорії раціональних очікувань, монетаристських вчень та

кейнсіанської теорії, її характерною особливістю є розширений фінансовий сектор. Модель складається з восьми секторів: ринку праці, де відображено процеси зміни зайнятості за рахунок попиту на продукцію; виробництва, у якому розраховується ВВП на основі функції Коба–Дугласа та описується процес формування капіталу; споживання, що характеризує рівень приватного споживання на основі розподілу доходів від виробництва; цін, які моделюються залежно від ефекту зміни витрат на виробництво та пропозиції грошей або рівня монетизації економіки; обмінного курсу, що формується під впливом поточного рахунку платіжного балансу, а також рівня ВВП, цін на товари та послуги в Україні та в окремих країнах – торговельних партнерах; фінансового сектору, де, крім основних статей доходів, відображено також показники витрат і доходів пенсійного фонду, на додачу відтворено процес формування державного боргу та боргового тягаря на державний бюджет; процентного каналу монетарної політики, що реплікує, який вплив мають зміни в інструментах НБУ та умовах фінансового ринку на встановлення ставок за депозитами та кредитами в комерційних банках; кредитного каналу трансмісійного механізму, в якому описується процес депонування під впливом зміни ставки за депозитами та кредитування [10].

Запропонована в цій роботі авторська імітаційна макромодель української економіки на відміну від наявних аналогів є доволі компактною, не потребує для своєї практичної реалізації значної статистичної бази, але водночас дає змогу проводити широкий спектр сценарного аналізу впливу різноманітних інструментів соціально-економічної державної політики на фінансову стабільність та економічний розвиток залежно від різних початкових умов, ризиків дестабілізації в різних секторах, включно з ринком праці, а також за різних можливих припущень щодо рівня тінізації української економіки в коротко- та довгостроковій перспективі.

РОЗДІЛ 2

Концептуальні основи побудови агрегованої імітаційної макромоделі української економіки з урахуванням тіньового сектору та ринку праці

Імітаційна макромодель економіки України для оцінювання впливу на її фінансову стабільність та економічний розвиток змін макроекономічного середовища, дестабілізаційних факторів на українському ринку праці, рівня тінізації та інших важливих факторів побудована на засадах класичної економічної теорії. З огляду на це основні взаємозв'язки між секторами української економіки визначено на основі базових співвідношень щодо обсягів формування валового внутрішнього продукту (ВВП), врахування формалізованого опису кривої Філіпса, яка визначає зв'язок між інфляцією та безробіттям, а також слугує для розрахунку індексу споживчих цін, правила Тейлора, яке застосовують для формування поточної облікової ставки, формули Гутманна, яку використовують для розрахунку рівня тіньової економіки та ін. Модель складається з восьми основних блоків, а саме: блоку (сектору) формування офіційного ВВП (*GDP block*), блоку (сектору) міжнародної торгівлі (*Trade block*), блоку формування обсягів тіньового ВВП (*Shadow GDP block*), блоку (сектору), що відображає ринок праці (*Labor market block*), блоків формування обмінного курсу (*Exchange rate block*), міжнародних резервів (*Reserves block*), інфляції (*Inflation block*) та процентних ставок (*Interest rates block*). Загалом розроблена макромодель містить 105 рівнянь. Узагальнену схему взаємозв'язків між основними блоками макромоделі наведено на рис. 2.1.

Блок формування ВВП (*GDP block*) та блок міжнародної торгівлі (*Trade block*) представляють реальну економіку, у них моделюють розрахунок ВВП та його вплив на обсяги міжнародної торгівлі. У моделі припускається, що обсяг тіньового ВВП (*Shadow GDP block*)

залежить від ставок рівня безробіття та продуктивності праці. Тіньові обсяги виробництва розраховують на основі рівня тінізації економіки, який визначають згідно із затвердженою Міністерством економічного розвитку і торгівлі методологією. Зростання реально-го ВВП зумовлює підвищення середньої заробітної плати, яка також залежить від динаміки інфляції і формується в блоці ринку праці (*Labor market block*).

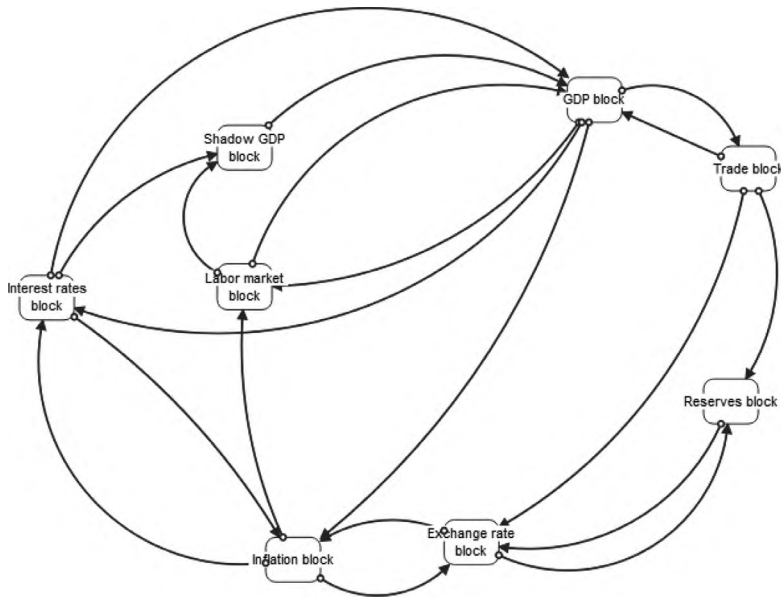


Рис. 2.1. Узагальнена формалізована схема взаємозв'язків між основними блоками імітаційної макроекономічної моделі України з урахуванням тіньового сектору

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Міжнародна торгівля впливає на обмінний курс (*Exchange rate block*), тому що в її результаті змінюються попит і пропозиція валюти в країні. Оскільки найбільші коливання обмінного курсу згладжуються за рахунок валютних інтервенцій, цей сектор пов'язаний з міжнародними резервами (*Reserves block*). Наступним кроком є оцінювання

впливу курсових коливань на зміну інфляції (*Inflation block*), а також визначення правила зміни облікової ставки та її впливу на ставки комерційних банків за кредитами та депозитами (*Interest rates block*) залежно від поточної та очікуваної інфляції. Процентні ставки змінюють динаміку змінних одразу трьох блоків – тіньового та офіційного ВВП, а також інфляції.

Для коректної побудови макромоделі важливо розуміти не тільки те, як її основні блоки взаємодіють між собою, але й за рахунок яких саме змінних є взаємопов'язаними. Візуальне представлення логіки взаємозв'язку між змінними розробленої макромоделі відображено на рис. 2.2 у вигляді узагальненої діаграми причинно-наслідкового зв'язку (всі умовні позначення та відповідні їм показники наведено в Додатку А). Зауважимо, що знаком «плюс» на цій діаграмі позначено прямі зв'язки між змінними, тобто їх рух в одному напрямку: наприклад, зростання інфляції призводить до підвищення облікової ставки. Обернені зв'язки позначено знаком «мінус», вони означають протилежні напрямки зміни показників: наприклад, підвищення ставки за кредитами зменшує рівень ВВП, оскільки фірмам стає дорожче залучати кошти тощо.

На діаграмі показано всі наявні взаємозв'язки між змінними макроекономічної моделі, котра містить 7 петель (їх умовно позначено на схемі як R_1 , R_2 , R_3 , B_1 , B_2 , B_3 , B_4). Залежно від напрямку зв'язків між змінними петлі зворотного зв'язку можуть бути підсилювальними (R) та балансувальними (B). B_1 описує, як економічне зростання (або спад) змінює структуру зайнятості і безробіття, а також ефект останнього на обсяги тіньового сектору. Петлі R_1 та R_2 визначають вплив реального ВВП на його розрив, який є одним із факторів, що чинить тиск на ціни, зважаючи на динаміку інфляції, формується облікова ставка, яка у випадку R_1 далі впливає на ставки комерційних банків за депозитами, на базі яких розраховують рівень тінізації української економіки, а у випадку R_2 має значний ефект на кредитні ставки та ВВП. R_3 та B_2 демонструють, як зміна обсягів виробництва позначається на торгівлі та через співвідношення експорту до імпорту – на обмінному курсі, коливання якого своєю чергою переносяться на внутрішні ціни. Характерною відмінністю петель B_3 та B_4 від двох попередніх є врахування рівня міжнародних резервів, оскільки до 2016 р. фіксоване значення обмінного курсу підтримувалось шляхом купівлі/продажу валюти.

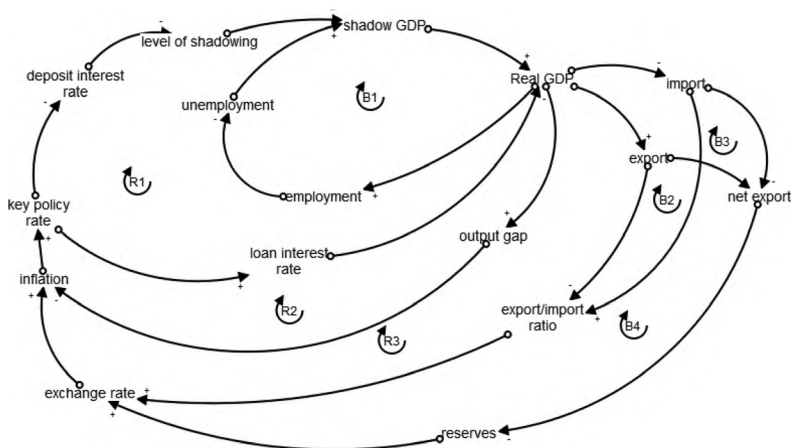


Рис. 2.2. Діаграма причинно-наслідкового зв'язку між основними змінними імітаційної макроекономічної моделі України з урахуванням тіньового сектору розробленої макромоделі

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Обсяги експорту (*export*) та імпорту (*import*) розраховують як складові реального ВВП (*Real GDP*) за класичною формuloю визначення рівня виробництва за витратами. На основі балансу торгівлі (*export/import ratio*) формується обмінний курс гривні до долара (*exchange rate*), котрий може в деяких критичних випадках корегуватися за допомогою купівлі/продажу центральним банком валюти з міжнародних резервів (*reserves*). Флуктуації обмінного курсу (*exchange rate*) через ефект перенесення його волатильності на внутрішні ціни впливають на інфляцію (*inflation*), яка є одним з основних індикаторів макроекономічної стабільності держави: девальвація призводить до зростання цін (*inflation*), ревальвація навпаки – стримує інфляцію (*inflation*). Крім того, на рівень інфляції чинить тиск відхилення реального ВВП (*real GDP*) від свого потенційного рівня, що досягається за функціонування економіки на максимальних потужностях. Наближення реального виробництва до потенційного означає економічний підйом, який супроводжується зростанням споживання, інвестицій, підвищенням продуктивності

та ін., однак водночас повільно, але зростатимуть ціни. Облікова ставка (*key policy rate*) встановлюється з огляду як на поточне, так і прогнозоване зростання цін у країні. Підвищення ключової ставки (*key policy rate*) центрального банку призводить до зростання ставок комерційних банків за кредитами (*loan interest rates*) та депозитами (*deposit interest rates*), що має безпосередній вплив на реальний сектор через зміну стимулів до споживання та заощаджень. На додачу темпи зростання реального ВВП (*real GDP*), мінімальної заробітної плати та інфляції визначають рівень середньої заробітної плати. Її підвищення разом з іншими суттєвими змінами бізнес-середовища може зумовлювати зростання тіньового виробництва (*shadow GDP*), оскільки підприємства несуть вищі витрати на оплату праці, тим самим втрачаючи частину прибутків.

Загалом, слід зазначити, що розроблена агрегована імітаційна макромодель української економіки з тіньовим сектором є потужним інструментом дослідження, базується на засадах економічної теорії, має ендогенну структуру та дає змогу враховувати множинні варіанти розвитку подій, що робить її функціональною та практичною в застосуванні, зокрема під час аналізу та оцінювання впливу внутрішніх і зовнішніх ризиків на макроекономічну стабільність та економічне зростання країни з урахуванням рівня тінізації економіки.

Інформаційною базою для побудови моделі слугували офіційні дані Міністерства економічного розвитку і торгівлі України, Державної служби статистики України, Національного банку України, Міністерства фінансів України, Світового банку, Міжнародного валютного фонду. У процесі дослідження широко використовувалися праці вітчизняних і зарубіжних учених, інформаційні джерела урядових інституцій. Модель було оцінено на реальних квартальних даних з IV кварталу 2016 р. по II квартал 2018 р.

Перевірка адекватності побудованої імітаційної макромоделі базувалась на порівнянні точності розрахованих за її допомогою показників із реальними даними на основі класичних статистичних критеріїв (критеріїв прогновної якості) – середньої абсолютної похибки, стандартного відхилення, середньої відсоткової похибки та інших; коректності відтворення поворотних точок у динаміці досліджуваних показників, аналізі чутливості та інших діагностичних тестах [15].

Зауважимо, що, попри те, що всі блоки макромоделі логічно пов'язані між собою, кожен із них, своєю чергою, є складною динамічною підмоделлю з притаманними їй специфічними взаємозв'язками, яку можна виділити з моделі, а отже вдосконалювати і використовувати як у рамках усієї моделі, так і окремо.

Для глибшого розуміння специфіки та логіки побудови розробленої агрегованої макромоделі української економіки з урахуванням тіньового сектору детально проаналізуємо кожен її блок із наголосом на вхідні та вихідні змінні та особливості їхнього впливу на ключові макропоказники, зокрема на інфляцію, ВВП, обмінний курс, ринок праці, рівень тінізації, зайнятість тощо.

РОЗДІЛ 3

Структура блоків агрегованої імітаційної макромоделі України з урахуванням рівня її тінізації

3.1. Структура блоку формування ВВП (*GDP block*)

Валовий внутрішній продукт є одним із найважливіших показників економіки країни, що характеризує її фактичне зростання. Збільшення рівня виробництва товарів і послуг означає поживавлення економічної активності бізнесу, інвесторів, держави. Крім того, більші обсяги виробленої продукції диверсифікують пропозицію у разі створення нових товарів і послуг, що сприяє зниженню цін.

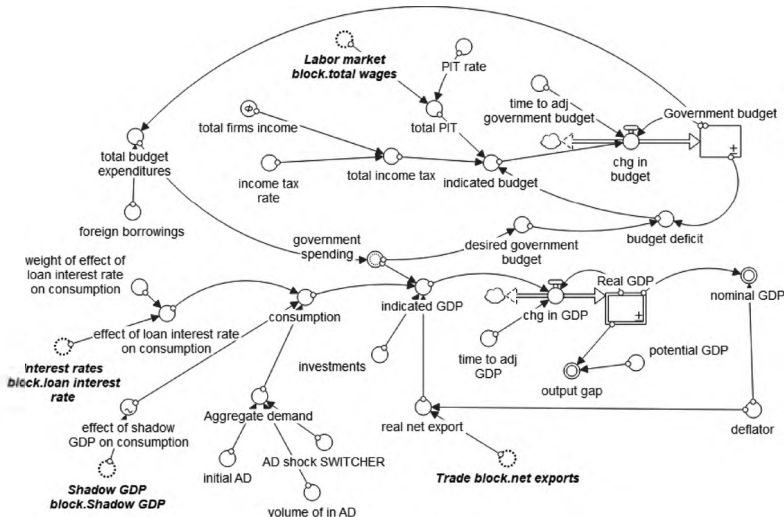


Рис. 3.1. Структура взаємозв'язків між основними елементами блоку формування обсягів ВВП (*GDP block*) імітаційної макромоделі
Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Узагальнену схему основних взаємозв'язків між елементами блоку формування ВВП подано на рис. 3.1. Умовні позначення всіх показників блоку, а також систему математичних рівнянь, що описує взаємозв'язки між елементами цього блоку, у формалізованому вигляді наведено в Додатку Б табл. Б1.

У блоці моделюється процес зміни ВВП, розрахованого на основі класичної формули:

$$Y = C + I + G + NX,$$

де C – споживання;

I – інвестиції;

G – державні витрати;

NX – чистий експорт.

Вхідними параметрами до цього блоку є чистий експорт (*net export*), обсяг заробітних плат, що оподатковуються (*total wages*), тінювий ВВП (*shadow GDP*) та ставка за кредитами (*loan interest rate*), які формуються в інших блоках, а саме: торгівлі, ринку праці, тінювого ВВП та процентних ставок відповідно. Сукупний попит (*aggregate demand*) та інвестиції (*investments*) в моделі є екзогенними змінними як невідокремні складові обрахунку обсягів виробництва в державі.

У підмоделі блоку формування обсягів ВВП відтворено класичну логіку взаємозв'язку між її основними змінними. Ставка за кредитами (*loan interest rate*) та обсяг тінювого ВВП (*shadow GDP*) впливають на споживання (*consumption*). Подорожчання кредитів стимулює зменшення витрат населення та бізнесу, а зростання тінювого виробництва збільшує пропозицію товарів і послуг, а отже й споживання. Зміна банківських ставок впливає безпосередньо на реальний сектор, зокрема на споживання, сукупний попит, ВВП, економічне зростання та, як результат, на інфляцію [3]. Реальний ВВП (*real GDP*) використовується для розрахунку розриву ВВП (*output gap*), який є різницею між поточним рівнем ВВП та потенційним. Державні витрати (*government spendings*) як один із компонентів ВВП формуються з податкових надходжень (*total income tax and total PIT*) до державного бюджету (*government budget*), а також зовнішніх запозичень (*foreign borrowings*) у разі нестачі коштів бюджету для фінансування поточних потреб держави. Отже, скорочення державних витрат позитивно позначатиметься на зростанні ВВП.

Рівень тінізації української економіки на сьогодні є доволі значним і становить за останніми даними близько 32 % від рівня офіційного ВВП, що є відчутною частиною українського виробництва [2]. Відповідно, обсяги тіньового ВВП країни потрібно враховувати під час проведення державної політики, зокрема для визначення показника розриву ВВП, який є одним із факторів, що впливає на зміну облікової ставки НБУ. Крім того, зростання обсягів тіньового сектору економіки у сфері зовнішньої неофіційної торгівлі, що не відображаються в офіційній статистиці, спричиняє непрогнозовані коливання обмінного курсу за рахунок неврахованих потоків капіталу в країну або з країни тощо.

Схему взаємозв'язків між основними елементами блоку формування обсягів тіньового ВВП подано на рис. 3.2. Умовні позначення всіх показників блоку, а також систему математичних рівнянь, що описує взаємозв'язки між елементами цього блоку, у формалізованому вигляді наведено в Додатку Б табл. Б2.

У цьому блоці тіньовий ВВП (*shadow GDP*) розраховується на основі тіньової зайнятості (*shadow unemployment*), що взята як відсоток від загальної кількості безробітних (*unemployment*) та середньої продуктивності праці (*labor productivity*). Підвищення середньої заробітної плати (*average wage*) на фоні значного рівня

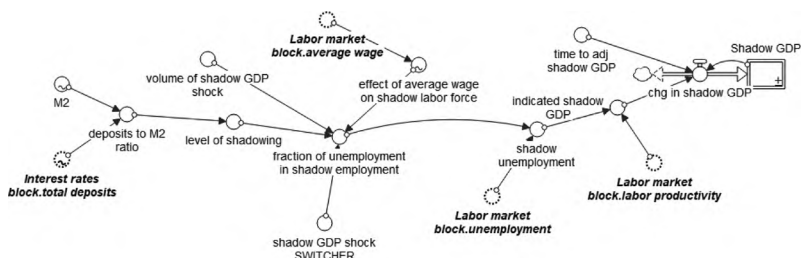


Рис. 3.2. Структура взаємозв'язків між основними елементами блоку формування обсягів тіньового ВВП (*Shadow GDP block*) імітаційної макромоделі

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

оподаткування створює підґрунтя (*effect of average wage on shadow labor force*) для зростання частки тіньового сектору, оскільки фірми прагнуть максимізувати прибутки від підприємництва. Зростання, наприклад, мінімальної заробітної плати зумовлює збільшення витрат на ведення бізнесу, що за інших рівних умов – сталого обсягу реалізації, рівня оподаткування, штату працівників – знижує фінансовий результат до сплати податків.

Частку тіньової зайнятості (*part of shadow labor force*) визначають на основі рівня тінізації (*level of shadowing*) економіки, розрахованого за формулою Гутманна ($T_{\text{мГ}}$) згідно з Методичними рекомендаціями розрахунку рівня тіньової економіки, які розробило Міністерство економічного розвитку і торгівлі [2]:

$$T_{\text{мГ}} = \frac{1 - f_t}{f_{t-1}}, \quad (3.1)$$

де $T_{\text{мГ}}$ – рівень тіньової економіки;

f_t – показник відношення обсягу депозитів до грошового агрегату в аналізованому періоді;

f_{t-1} – показник відношення обсягу депозитів до грошового агрегату в такому ж періоді попереднього року.

Показник відношення депозитів до грошового агрегату $M2(f_t)$ розраховують за такою формулою:

$$f = \frac{\frac{D}{M2}}{\frac{D_{t0}}{M2_{t0}}} = \frac{\frac{M2 - M0}{M2_{t0} - M0_{t0}}}{\frac{M2}{M2_{t0}}}, \quad (3.2)$$

де $M2$ – грошова маса у відповідному періоді (млн гривень);

D – банківські депозити у відповідному періоді (млн гривень);

$M0$ – гроші поза банками у відповідному періоді (млн гривень);

$t0$ – базовий період.

Безробіття (*unemployment*), продуктивність праці (*labor productivity*) та середня заробітна плата (*average wage*) є вхідними змінними з блоку ринку праці (*Labor market block*), а загальний обсяг депозитів (*total deposits*) – з блоку процентних ставок (*Interest rates block*).

3.3. Структура блоку міжнародної торгівлі (*Trade block*)

Важливим блоком у структурі агрегованої імітаційної макромоделі України є блок, що відображає в узагальненому формалізованому вигляді особливості процесів, пов'язаних із міжнародною торгівлею України.

Схему взаємозв'язків між основними елементами блоку міжнародної торгівлі показано на рис. 3.3. Умовні позначення всіх показників цього блоку, а також систему математичних рівнянь, що описує взаємозв'язки між його елементами, у формалізованому вигляді наведено в Додатку Б табл. Б3.

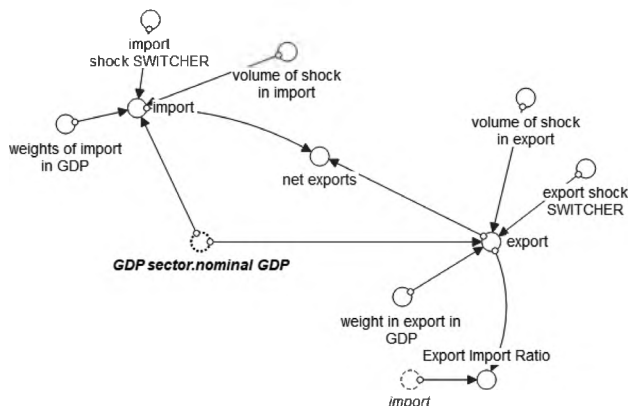


Рис. 3.3. Структура взаємозв'язків між основними елементами блоку міжнародної торгівлі (*Trade block*) імітаційної макромоделі
Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Україна – мала відкрита економіка, що характеризується невеликою часткою ВВП (близько 0,1 %) у загальносвітовому виробництві, а також великими обсягами експорту та імпорту (40–50 % до українського ВВП). Доволі висока залежність країни від міжнародної торгівлі робить її чутливою до змін цін за кордоном на зернові культури, жири та олії, металургію та мінеральні продукти, котрі Україна експортує. Важливими також є ціни на мінеральні палива, що наявні в недостатній кількості, тому їх імпортують із-за кордону.

Підвищення/зниження цін в інших країнах на імпорتنі та експортні товари дисбалансиє рівновагу між попитом і пропозицією валюти в країні і, відповідно, створює девальваційний або ревальваційний тиск. Міжнародна торгівля є визначальним фактором у формуванні обмінного курсу за режиму таргетування інфляції, оскільки валютні інтервенції використовуються лише в декількох випадках, зокрема у разі втрати орієнтирів ціноутворення на ринку. Експорт (*export*) та імпорт (*import*) розраховуються на основі номінального ВВП (*nominal GDP*), який формується у блоці офіційного ВВП. Частка імпорту та експорту у ВВП визначається на основі аналізу даних за період, що є релевантним у контексті дослідження. Співвідношення експорту до імпорту (*export import ratio*) є достатньо важливим показником блоку, оскільки саме через нього відображається вплив умов торгівлі на обмінний курс.

Вхідним параметром для цього блоку є номінальний рівень виробництва в країні (*nominal GDP*), що розраховується в блоці формування офіційного ВВП (*GDP block*).

3.4. Структура блоку формування міжнародних резервів (*Reserves block*)

У блоці формування міжнародних резервів відображено взаємозв'язки обмінного курсу з міжнародними резервами з врахуванням особливостей чинного законодавства. Узагальнену схему основних взаємозв'язків між елементами блоку формування міжнародних резервів подано на рис. 3.4. Умовні позначення всіх показників блоку, а також систему математичних рівнянь, що описує взаємозв'язки між елементами цього блоку, у формалізованому вигляді наведено в Додатку Б табл. Б4.

У блоці міжнародних резервів відображено схему формування та використання міжнародних резервів, які використовуються для згладжування коливань обмінного курсу [8]. Адекватний рівень міжнародних резервів (*reserves*) досягається тоді, коли вони покривають щонайменше три місяці імпорту майбутнього періоду, коефіцієнт покриття (*desired coverage*) в моделі дорівнює 0,25, оскільки використовуються квартальні дані в річному вимірі. Бажаний рівень резервів (*desired reserves*) визначається на основі даних по імпорту (*trade block.import*), припускається, що в наступних періодах він суттєво не змінюється.

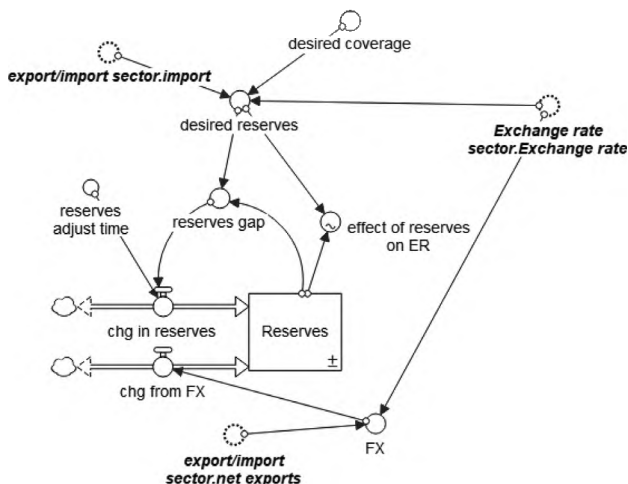


Рис. 3.4. Структура взаємозв'язків між основними елементами блоку формування міжнародних резервів (*Reserves block*) імітаційної макромоделі
Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Допоміжним інструментом монетарної політики є валютні інтервенції, які слугують для накопичення міжнародних резервів, згладжування волатильності обмінного курсу та підтримання трансмісії ключової ставки. Згладжування функціонування валютного ринку здійснюється у разі виникнення надмірної волатильності обмінного курсу, яка загрожує ризиками для економічних суб'єктів; порушення роботи валютного ринку внаслідок шоків; неможливості самозбалансуватися, зумовленої валютними обмеженнями та дією ситуативних чинників [8]. Потік валютних інтервенцій (*FX*) у моделі прямо залежить від того, наскільки стрімкими очікуються флуктуації обмінного курсу залежно від дисбалансу попиту та пропозиції валюти.

Вхідними показниками цього блоку з інших блоків агрегованої імітаційної макромоделі української економіки є показники імпорту (*import*), чистого експорту (*net export*) та обмінного курсу (*exchange rate*), що визначаються в блоках міжнародної торгівлі та формування обмінного курсу відповідно.

3.5. Структура блоку формування обмінного курсу (*Exchange rate block*)

Включення до агрегованої імітаційної макромоделі блоку обмінного курсу вкрай важливе з огляду на достатньо високий рівень доларизації економіки України. Крім того, високе та стійке значення обмінного курсу гривні до долара США асоціюється з орієнтиром стабільності та добробуту, саме тому оцінювання зміни цього показника в динаміці є важливим для адекватного відображення економічних процесів у країні за допомогою розробленої макроекономічної моделі.

Узагальнену схему основних взаємозв'язків між елементами блоку формування обмінного курсу подано на рис. 3.5. Умовні позначення всіх показників блоку, а також систему математичних рівнянь, що описує взаємозв'язки між елементами цього блоку, у формалізованому вигляді наведено в Додатку Б табл. Б5.

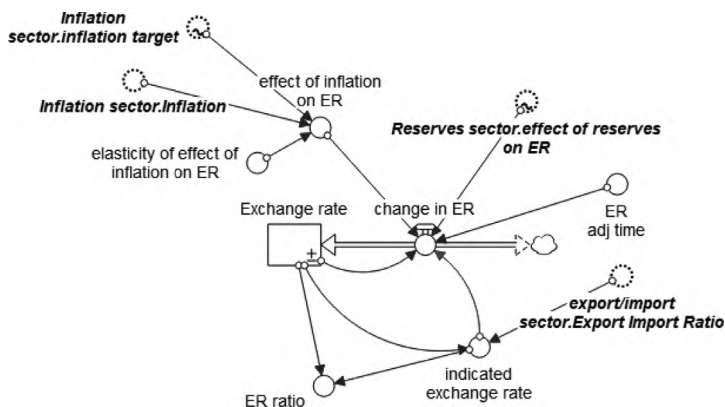


Рис. 3.5. Структура взаємозв'язків між основними елементами блоку формування обмінного курсу (*Exchange rate block*) імітаційної макромоделі
Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Як зазначено раніше, співвідношення між експортом та імпортом (*export import ratio*) є важливим показником з огляду на формування обмінного курсу. На поточне значення обмінного курсу також

впливають інфляція та міжнародні резерви через відповідні ефекти (*effect of inflation on ER; effect of reserves on ER*). Співвідношення поточної інфляції (*inflation*) до встановленого НБУ таргету (*inflation target*) визначає, наскільки ціни фактично вищі порівняно з цільовим рівнем, а отже, як це позначиться на обмінному курсі (за припущення, що у разі досягнення цільового рівня цін ефект курсу на інфляцію близький до нуля).

Вхідними показниками для блоку є поточний (*inflation*) та цільовий рівні інфляції (*inflation target*), вплив резервів на обмінний курс (*effect of reserves on ER*), співвідношення між експортом та імпортом (*export import ratio*) з блоків інфляції, формування міжнародних резервів та міжнародної торгівлі відповідно.

3.6. Структура блоку оцінювання інфляції (*Inflation block*)

Блок оцінювання інфляції є одним із ключових блоків у загальній структурі агрегованої імітаційної макромоделі України. Особливістю цього блоку є врахування впливу обмінного курсу (*effect of ER on inflation*) на інфляцію, який є нелінійним та асиметричним, оскільки девальвація національної валюти має більш суттєві наслідки, ніж ревальвація.

Схему взаємозв'язків між основними елементами цього блоку подано на рис. 3.6. Умовні позначення всіх показників цього блоку, а також систему математичних рівнянь, що описує взаємозв'язки між його елементами, у формалізованому вигляді наведено в Додатку Б табл. Б6.

Рівень інфляції в країні є важливим показником з огляду на те, що демонструє рівень купівельної спроможності населення, а цінова стабільність є запорукою макроекономічної, а також фінансової стабільності та стійкого економічного зростання. Коливання інфляції зумовлюють несприятливе середовище для залучення довгострокових інвестицій, оскільки, враховуючи невизначеність щодо цін, інвестори орієнтуються на короткострокові активи. Крім того, надмірна інфляція та її значна волатильність призводять до зниження доходів і заощаджень, збільшення витрат виробництва і, як наслідок, підвищення процентних ставок та уповільнення зростання ВВП.

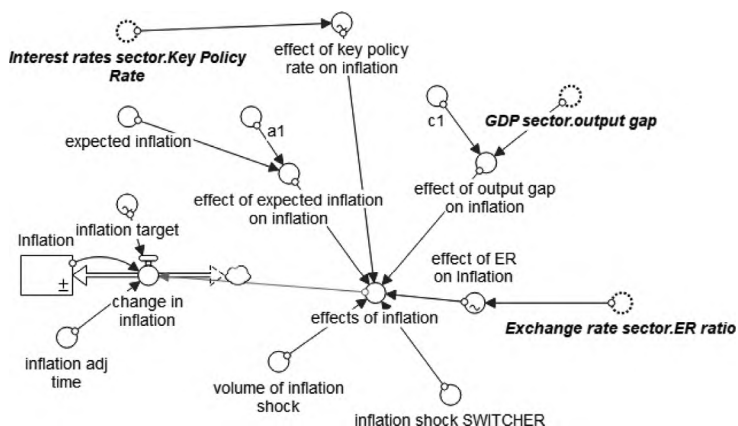


Рис. 3.6. Структура взаємозв'язків між основними елементами блоку оцінювання інфляції (*Inflation block*) імітаційної макромоделі
Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Починаючи з грудня 2016 р. досягнення низької та стабільної інфляції у середньостроковій перспективі є основною метою НБУ. Згідно з режимом інфляційного таргетування задається певний бажаний рівень інфляції (*inflation target*), до якого вона повинна прямувати.

Як зазначено вище, особливістю цього блоку є врахування впливу обмінного курсу на інфляцію (*effect of ER on inflation*), який є нелінійним та асиметричним: девальвація національної валюти має більш значні наслідки, ніж ревальвація [16]. Цей ефект спричинений у більшості випадків високою монополізацією ринків, коли в умовах недосконалої конкуренції іноземний експортер має значний вплив на ціноутворення на ринку імпортера країни. У разі зміцнення валюти імпортера, експортер корегує свою маржу, що дає йому змогу підтримувати фіксовані ціни та збільшити прибутки, натомість знецінення валюти заохочує іноземного виробника збільшити свої ціни, щоб уникнути втрат [21].

Рівень облікової ставки – один із ключових показників, що мають значний вплив на інфляцію (*effect of key policy rate on inflation*), оскільки є основним інструментом центрального банку, за допомогою якого через процентний канал монетарної трансмісії

контролюється вартість грошей в економіці, а отже й інфляція. Вплив розриву ВВП (*output gap*) та очікуваної інфляції (*expected inflation*) на поточну інфляцію обґрунтований у рівнянні модифікованої кривої Філіпса, що має такий вигляд:

$$\pi_t = \beta \pi_t^{exp} + (1 - \alpha - \beta) \pi_{t-1} + \gamma y_t^{gap},$$

де π_t – поточна інфляція;

π_t^{exp} – інфляція, очікувана в поточному періоді;

π_{t-1} – інфляція в минулому періоді;

γy_t^{exp} – розрив ВВП;

α, β, γ – параметри.

Вхідні змінні цього блоку – облікова ставка (*key policy rate*), розрив ВВП (*output gap*) та співвідношення поточного обмінного курсу до минулого (*ER ratio*) – визначаються в блоках формування процентних ставок, офіційного ВВП та обмінного курсу відповідно.

3.7. Блок формування процентних ставок (*Interest rates block*)

Облікова ставка (*key policy rate*) – основний інструмент монетарної політики за режиму таргетування інфляції, вона формується на основі правила Тейлора [3]:

$$i_t = \alpha i_{t-1} + (1 - \alpha) [(r_t + \pi_t^{exp}) + \beta (\pi_{t+4}^{targ} - \pi_{t+4}^{exp}) + \gamma y_t^{gap}],$$

де i_{t-1} – облікова ставка в минулому періоді;

r_t – нейтральна реальна ставка;

π_t^{exp} – очікувана інфляція;

$\pi_{t+4}^{targ}, \pi_{t+4}^{exp}$ – відхилення очікуваної інфляції від мети;

y_t^{gap} – розрив ВВП;

α, β, γ – параметри.

У рамках процентної політики за допомогою облікової ставки, яка є монетарним інструментом, здійснюється вплив на вартість грошей за рахунок проведення операцій центрального банку з вилучення або надання ліквідності. Інший елемент процентної політики – коридор процентних ставок за депозитними та кредитними операціями овернайт, що доповнює ключову ставку з метою впливу на короткострокові процентні ставки на міжбанківському ринку шляхом звуження їхніх коливань навколо облікової ставки [9].

3.8. Блок ринку праці (*Labor market block*)

Структура зайнятості та безробіття визначає майбутній обсяг виробництва в країні. За даними Державної служби статистики України, рівень зайнятості населення віком 15–70 років у 2016–2019 рр. становив близько 56–57 %, що свідчить про можливість підвищення темпів економічного зростання за умови досягнення мінімальної кількості безробітних у країні [6]. Офіційно зареєстровано лише 8–9 % безробітних серед робочої сили, що підтверджує існування значної неформальної зайнятості, а саме від 22 до 49 % за різними методами розрахунку. У блоці ринку праці (*Labor market block*) формалізовано процес зміни рівня зайнятості (*employment*) в припущенні, що попит на робочу силу визначається з урахуванням середньої продуктивності праці (*labor productivity*), а середня заробітна плата (*average wage*) формується на основі мінімальної зарплати (*minimum wage*) з урахуванням зростання реального ВВП (*growth in real GDP*) та інфляції (*inflation*).

Схему взаємозв'язків між основними елементами блоку ринку праці (*Labor market block*) подано на рис. 3.8. Умовні позначення всіх показників цього блоку, а також систему математичних рівнянь, що описує взаємозв'язки між його елементами, у формалізованому вигляді наведено в Додатку Б табл. Б8.

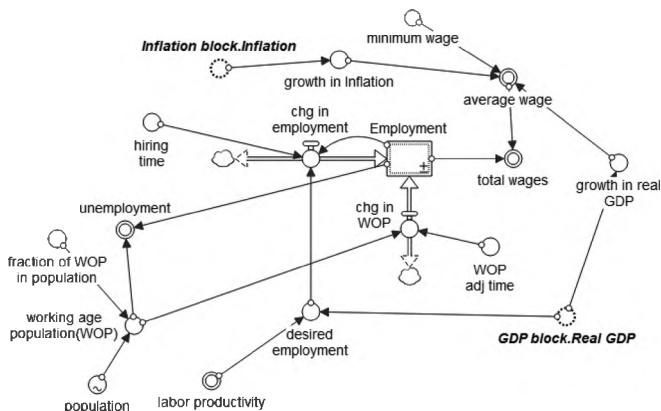


Рис. 3.8. Структура взаємозв'язків між основними елементами блоку ринку праці (*Labor market block*) імітаційної макромоделі
Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Зайнятість (*employment*) у блоці ринку праці (*Labor market block*) розраховується на основі населення працездатного віку (*working age population*) та цільового рівня зайнятості (*desired employment*), який визначається залежно від реального виробництва (*real GDP*) та продуктивності праці (*labor productivity*). За припущенням використовується середня продуктивність праці, оскільки вона варіюється за секторами економіки. Безробіття (*unemployment*) розраховується як різниця між населенням працездатного віку (*working age population*) та зайнятістю (*employment*). У блоці також моделюється середня заробітна плата (*average wage*), яка формується на основі мінімальної зарплати (*minimum wage*), зростання реального ВВП (*growth in real GDP*) та інфляції (*inflation*).

Реальний ВВП (*real GDP*) та інфляція (*inflation*) є вхідними змінними з блоків формування обсягів ВВП (*GDP block*) та інфляції (*Inflation block*) відповідно.

Отже, описана макроекономічна модель, що складається з восьми основних блоків, здатна пояснити ключові взаємозв'язки між економічними показниками, що наявні в ціноутворенні, формуванні обмінного курсу, процентній політиці та державному регулюванні. На базі побудованої моделі системної динаміки можна не лише відтворювати історичні тенденції, розраховувати прогнози на коротко- та середньострокову перспективу, а й проводити широкий спектр сценарного аналізу для підтримки ухвалення управлінських рішень та розроблення виваженої соціально-економічної державної політики на різних ієрархічних рівнях з урахуванням можливих ризиків дестабілізації в різних секторах економіки, рівня тінізації української економіки, а також врахування розвитку інших можливих негативних подій та явищ.

РОЗДІЛ 4

Перевірка адекватності агрегованої імітаційної макромоделі та її практичне застосування

4.1. Перевірка адекватності агрегованої макромоделі, побудованої на основі методології системної динаміки

Важливим етапом побудови та практичного застосування економіко-математичних макромоделей різного рівня складності є перевірка їхньої адекватності, тобто здатності з допустимою точністю відтворювати реальні соціально-економічні взаємозв'язки, явища та процеси за допомогою низки діагностичних тестів і критеріїв. Одним із критеріїв оцінки адекватності моделі системної динаміки є її здатність відтворювати історичні дані [24]. Наближення динаміки змодельованих змінних до реальних тенденцій, що були в минулому, доводить можливість використання макроекономічної моделі для її подальшого практичного застосування та проведення на її основі широкого спектра сценарного аналізу. При цьому концептуальна коректність розроблених макромоделей, зокрема відображених у ній взаємозв'язків як між окремими блоками моделі, так і між її елементами, має спиратись на врахування під час її побудови загальновизнаних економічних законів, правил, припущень, як-от, наприклад, правило Тейлора, ефект перенесення волатильності обмінного курсу на інфляцію, застосування класичних виробничих функцій, кривої Філіпса тощо. Зважаючи на те, що теоретично можна отримати розмаїття обґрунтованих специфікацій моделі, важливим етапом є визначення, котра з них буде найбільш коректною за певних умов та припущень. Відповідно, важливим етапом у визначенні адекватності розробленої макромоделі, як уже було зазначено вище,

є перевірка на основі фактичних статистичних даних, наскільки точно модель продукує процеси, що відбулися в реальності, зокрема коректного відтворення динаміки ключових ендегенних змінних моделі. Наприклад, для розробленої макромоделі такими ключовими змінними є обсяг реального ВВП, обмінний курс, зайнятість, обсяги номінального офіційного ВВП, рівень інфляції, облікова ставка, обсяги міжнародних резервів, обсяги тіньового ВВП, обсяги надходжень у державний бюджет тощо.

Перевірка точності відтворення моделлю даних ендегенних змінних у порівнянні з їхніми фактичними даними в історичній ретроспективі є важливим етапом діагностування адекватності розробленої макромоделі. Для оцінювання адекватності моделі та її прогнозної якості використовують низку статистичних критеріїв, серед яких найпопулярнішим є показник MAPE (середня абсолютна відсоткова похибка), який є відносним показником та вимірюється у відсотках. Розрахунок статистичних критеріїв на практиці прийнято доповнювати графічним відображенням порівняння розрахункових і фактичних значень аналізованих показників, що візуально демонструє, наскільки значущо розрахункові дані в певні часові періоди відрізняються від фактичних та наскільки точно вони відтворюють усі точки перегину. На рис. 4.1–4.9 наведено графіки відтворення моделлю основних ендегенних змінних моделі в порівнянні з їхніми фактичними значеннями для періоду спостережень, який використано під час моделювання.

Зауважимо, що надзвичайно важливою для розробленої макромоделі є, зокрема, точність визначення показника обсягів реального ВВП, який у подальшому використовується для розрахунку багатьох інших макроекономічних показників, зокрема в блоці міжнародної торгівлі. Більше того, зв'язок реального ВВП з державним бюджетом та вплив на нього державних витрат, динаміка яких залежить від отриманих доходів від податкових надходжень, робить цей показник одним із ключових для подальших розрахунків у моделі. Крім того, на його основі обчислюється розрив ВВП, який є одним із компонентів у визначенні рівня інфляції, тощо. Графічне відображення динаміки розрахованих і фактичних значень обсягів реального ВВП подано на рис. 4.1.

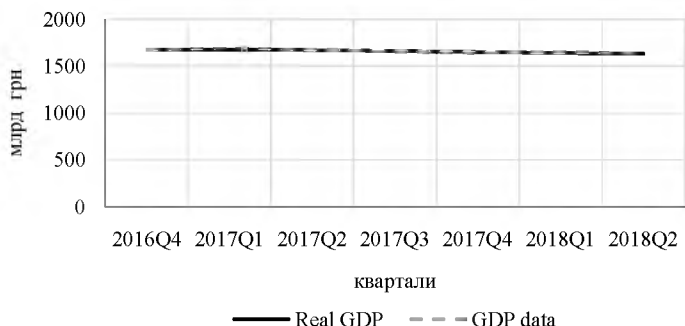


Рис. 4.1. Відтворення імітаційною макромоделлю обсягів реального ВВП (*real GDP*) у порівнянні з фактичними значеннями (*GDP data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Зміна ВВП тісно пов'язана з показником надходжень до державного бюджету, динаміку якого в порівнянні з фактичними даними показано на рис. 4.2. Зауважимо, що державний бюджет формується за рахунок податкових надходжень, а розмір державних витрат, які є однією зі складових ВВП, залежить від наповненості державного бюджету та зовнішніх запозичень у разі перевищення витрат над доходами. Відповідно, цей показник є важливим для розрахунку офіційного рівня ВВП, який є одним із ключових макроекономічних індикаторів.

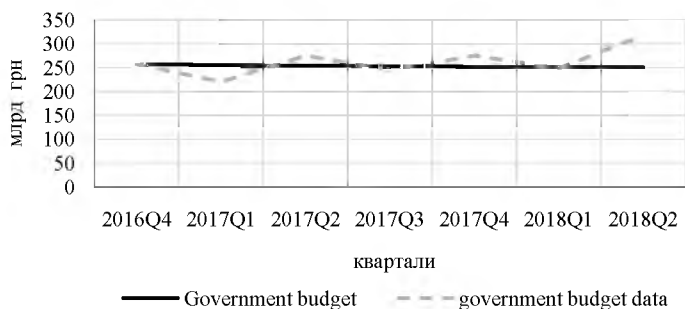


Рис. 4.2. Відтворення імітаційною макромоделлю динаміки обсягів надходжень до державного бюджету (*government budget*) у порівнянні з фактичними значеннями (*government budget data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Невідокремною частиною українського виробництва є тіньовий сектор, саме тому його потрібно враховувати під час розрахунку реального ВВП. Тіньова економіка значною мірою впливає на доходи державного бюджету, оскільки суб'єкти неформального виробництва та зайнятості не сплачують податків, та, як наслідок, впливає на розмір державних витрат і зовнішніх запозичень.

На рис. 4.3 показано динаміку розрахункових значень обсягів тіньового ВВП в порівнянні з фактичними даними за відповідний період.

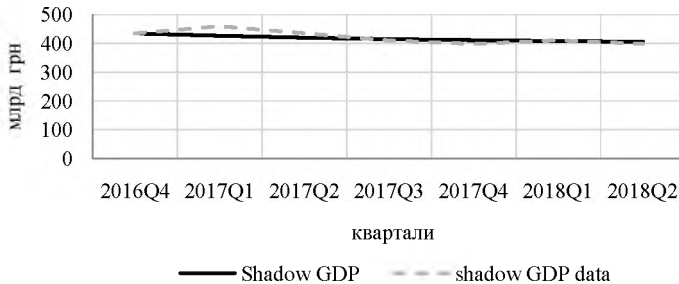


Рис. 4.3. Відтворення імітаційною макромоделлю рівня тіньового ВВП (*shadow GDP*) у порівнянні з фактичними значеннями (*shadow GDP data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

На основі вихідних даних, розрахованих у блоках формування ВВП та міжнародної торгівлі, визначається поведінка обмінного

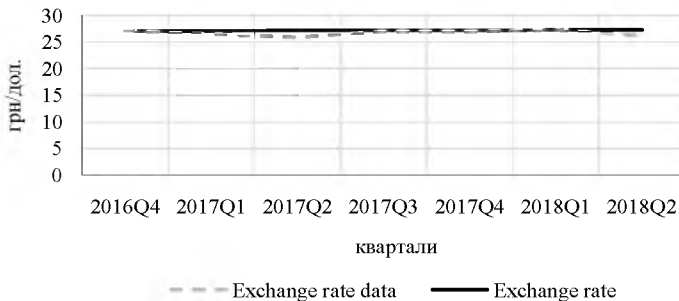


Рис. 4.4. Відтворення імітаційною макромоделлю коливань обмінного курсу (*exchange rate*) у порівнянні з фактичними значеннями (*exchange rate data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

курсу гривні до долара США в динаміці, розраховані значення якого в порівнянні з фактичними наведено на рис. 4.4. Як показує візуальний аналіз, історичні дані доволі точно моделюються на основі інформації, отриманої з інших блоків макромоделі, а плаваюча поведінка обмінного курсу продукується відповідно до українських реалій.

Динаміка рівня інфляції залежить від ендогенних змінних, що визначаються в інших блоках моделі, як-от формування обсягів ВВП, обмінного курсу та процентних ставок, а також відкаліброваних коефіцієнтів еластичності тощо. Відтворення імітаційною макромоделлю рівня інфляції в порівнянні з її фактичними значеннями наведено на рис. 4.5. Як показує візуальний аналіз, змодельовані значення рівня інфляції загалом повторюють тренд історичних даних, що важливо з огляду на коректне відображення взаємозв'язків між змінними моделі, зокрема, динаміка інфляції значно впливає на формування облікової ставки тощо.

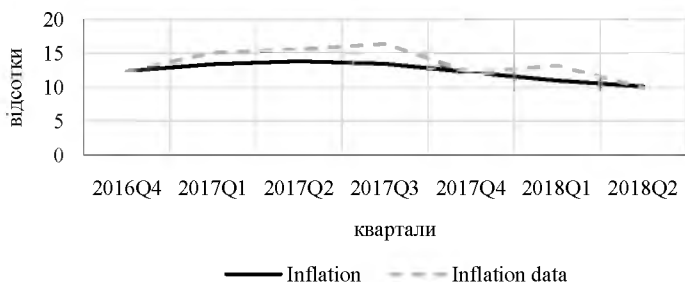


Рис. 4.5. Відтворення імітаційною макромоделлю рівня інфляції в динаміці (*inflation*) у порівнянні з фактичними значеннями (*inflation data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Доволі точно модель відтворює і рівень облікової ставки, що відображено на графіках, наведених на рис. 4.6. Розраховані в моделі значення облікової ставки залежно від ендогенних змінних рівня інфляції та розриву ВВП близькі до динаміки цього показника в реальності, що також підтверджує адекватність визначених і формалізованих взаємозв'язків у макромоделі.

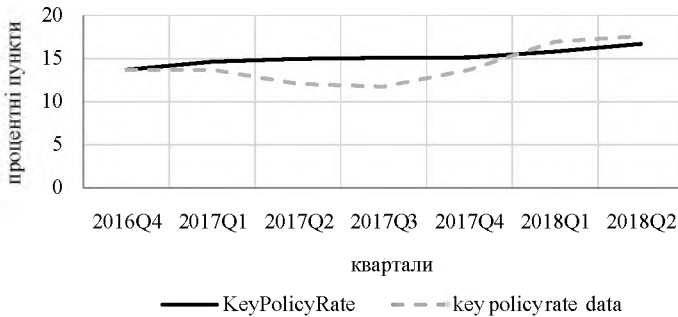


Рис. 4.6. Відтворення імітаційною макромоделлю динаміки облікової ставки (*key policy rate*) у порівнянні з її фактичними значеннями (*key policy rate data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Крім того, модель доволі добре відтворює динаміку значень ставки за кредитами (див. рис. 4.7), що досягається більшою мірою за рахунок близького до реальних даних розрахунку рівня інфляції та облікової ставки у відповідних блоках розробленої макромоделі. А точність розрахунку цього показника, своєю чергою, значною мірою впливає на точність визначення обсягів реального ВВП, оскільки споживання, що є одним з його складових, залежить від ефекту ставок за кредитами.

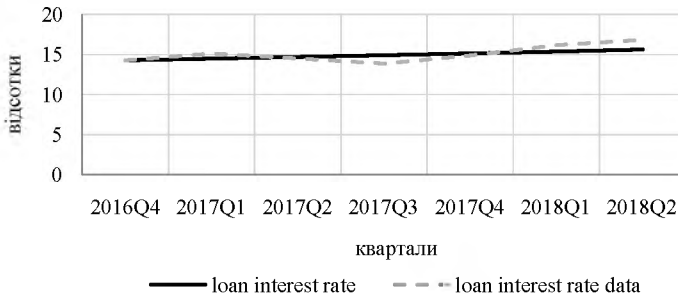


Рис. 4.7. Відтворення імітаційною макромоделлю динаміки ставки за кредитами (*loan interest rate*) у порівнянні з її фактичними значеннями (*loan interest rate data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Обсяги міжнародних резервів тісно пов'язані з обмінним курсом та валютними інтервенціями, точність розрахунку яких у макромоделі, своєю чергою, впливає на точність розрахункових значень обсягів міжнародних резервів у динаміці. Візуальний аналіз результатів відтворення імітаційною макромоделлю динаміки обсягів міжнародних резервів у порівнянні з їхніми фактичними значеннями (див. рис. 4.8) підтверджує припущення про хорошу відповідність симульованих у моделі даних з реальними.

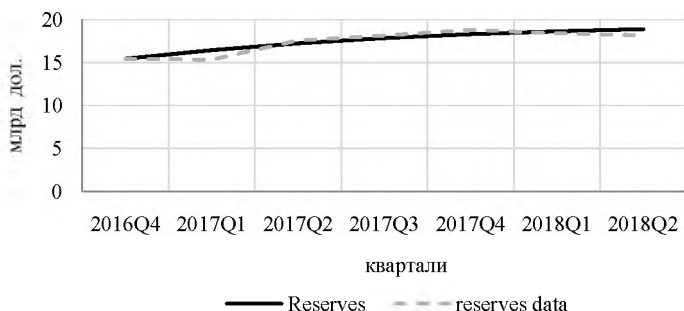


Рис. 4.8. Відтворення імітаційною макромоделлю динаміки обсягів міжнародних резервів (*reserves*) у порівнянні з їхніми фактичними значеннями (*reserves data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

Важливим елементом розробленої макромоделі є зайнятість населення, на її основі визначається обсяг тіньового ВВП. Змодельований рівень зайнятості наближений до реальних історичних тенденцій (див. рис. 4.9). Хороша відповідність розрахованих значень цього показника їхнім фактичним величинам зумовлена як відсутністю значних коливань показника, так і науково обґрунтованою структурою блоку ринку праці, що базується як на класичних, так і на сучасних концепціях теоретичних взаємозв'язків між основними змінними цього сектору.

Слід зазначити, що під час оцінювання адекватності розроблених моделей методами системної динаміки візуальний аналіз відповідності змодельованих даних їхнім історичним (фактичним) значенням потрібно доповнювати розрахунками статистичних критеріїв прогнозної якості, серед яких одним із найпопулярніших вважають

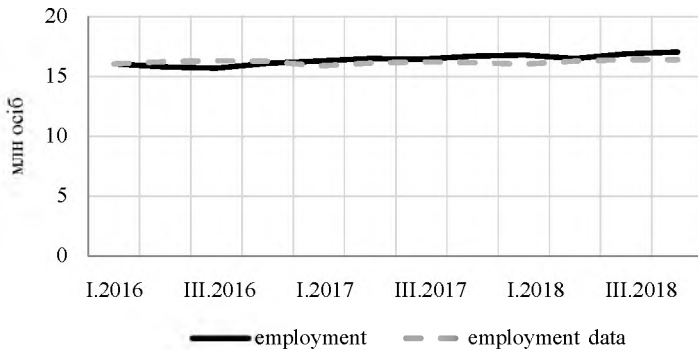


Рис. 4.9. Відтворення імітаційною макромоделлю динаміки рівня зайнятості населення (*employment*) у порівнянні з його фактичними значеннями (*employment data*)

Джерело: авторська розробка із використанням пакета Stella Architect

показник середньої абсолютної відсоткової похибки (MAPE). У табл. 4.1 наведено значення цього критерію для всіх ендегенних змінних розробленої імітаційної макромоделі, що свідчать про її адекватність та високу прогностну якість, оскільки розрахункові значення всіх показників не відхиляються від реальних більше ніж на 10 %, а для більшості показників, наприклад, обсягів реального ВВП, обмінного курсу, обсягів тіньового ВВП та міжнародних резервів, значення показника MAPE є меншим ніж 3 %.

Таблиця 4.1

Розрахункові значення критерію прогностної якості MAPE для основних змінних макромоделі, %

Назва змінної	Значення MAPE (%)
Обмінний курс	1,78
Обсяг ВВП	1,59
Рівень інфляції	9,54
Облікова ставка	9,19
Обсяги міжнародних резервів	2,40
Ставка за кредитами	3,52
Обсяги надходжень до Державного бюджету	5,98
Обсяги тіньового ВВП	2,48
Зайнятість населення	1,67

Джерело: розрахунки авторів

Отже, розроблена агрегована імітаційна макроекономічна модель України демонструє високу точність відтворення історичних даних за ключовими змінними, є теоретично обґрунтованою та адекватною, всі взаємозв'язки між змінними базуються на основних постулатах економічної теорії, відповідають українським реаліям і нормативно-правовій базі України. Її можна використовувати на практиці для проведення широкого спектра аналітичних розрахунків, розроблення прогнозів ключових макропоказників на різні часові горизонти, а також сценарного аналізу для визначення та підтримки вжиття регулювальних заходів та управлінських рішень на різних ієрархічних рівнях з урахуванням можливих ризиків розвитку негативних подій і дестабілізаційних факторів.

4.2. Використання агрегованої імітаційної макромоделі для проведення сценарного аналізу впливу ризиків на макроекономічну стабільність української економіки та рівень її детінізації

Кінцевою метою розробленої агрегованої імітаційної макромоделі української економіки з наявним тіньовим сектором і ринком праці передовсім є проведення деталізованого сценарного аналізу наслідків впливу тінізації економіки та дисбалансів на ринку, а також інших зовнішніх і внутрішніх ризиків на економічне зростання, фінансову та макроекономічну стабільність. Окрім того, побудовану агреговану макромодель можна використати і для широкого спектра інших завдань, що потребують підтримки вжиття оперативних регулювальних заходів та управлінських рішень на різних ієрархічних рівнях з урахуванням можливих ризиків розвитку негативних подій та дестабілізаційних факторів, а також розроблення прогнозів ключових макропоказників на коротко-, середньо- та довгострокову перспективу.

Як приклад наведено вісім характерних сценаріїв з усієї множини можливих для визначення адекватної реакції державних інституцій та регуляторних органів на запобігання розвитку негативних подій, пов'язаних з імовірним виникненням зовнішніх або внутрішніх ризиків під час розроблення напрямів соціально-економічної та фінансової політики, а також управлінських рішень у різних секторах економіки.

На основі розробленої та оціненої макромоделі України, побудованої за допомогою методів системної динаміки, було проаналізовано деякі варіанти забезпечення досягнення фінансової та макроекономічної стабільності, а також стимулювання економічного розвитку за умов зменшення/збільшення ризиків і можливих факторів дестабілізації. Наведені як приклад можливі сценарії було протестовано на основі історичних даних за період з останнього кварталу 2016 р. до третього кварталу 2018 р.

Зауважимо, що під час аналізу зазначених сценаріїв було враховано вплив дестабілізаційних факторів на економічну систему країни, зокрема, розглянуто ситуації, пов'язані з можливою (або бажаною) зміною частки тіньової зайнятості та обсягів реального ВВП, а саме їхній вплив на офіційний рівень зайнятості, доходи державного бюджету, зовнішні запозичення, більш детально розглянуто управління обліковою ставкою як основним інструментом монетарної політики та можливість проведення валютних інтервенцій у рамках реагування центрального банку на зміну макроекономічних умов і забезпечення фінансової стабільності тощо. Зауважимо, що кожен із наведених як приклад сценаріїв насамперед спрямований на тестування стійкості макроекономічних показників країни до змін внутрішнього і зовнішнього середовища та передбачає відповідне реагування державних органів з метою мінімізації дії шоків і визначення ефективних інструментів повернення до макроекономічної та фінансової стабілізації.

Базовий сценарій. Базовим у цьому випадку є сценарій, який передбачає рівноважний економічний розвиток на основі збереження тенденцій, наявних в історичних даних.

Сценарій 1. Ревальвация обмінного курсу за рахунок зростання ціни українського експорту за відсутності реакції центрального банку в рамках гнучкого курсоутворення за інших рівних умов.

Сценарій 2. Ревальвация обмінного курсу за рахунок зростання ціни українського експорту та проведення центральним банком валютних інтервенцій з метою згладжування курсових коливань за інших рівних умов.

Сценарій 3. Девальвация обмінного курсу за рахунок зростання ціни українського імпорту за відсутності реакції центрального банку в рамках гнучкого курсоутворення за інших рівних умов.

Сценарій 4. Девальвація обмінного курсу за рахунок зростання ціни українського імпорту та проведення центральним банком валютних інтервенцій з метою згладжування курсових коливань за інших рівних умов.

Сценарій 5. Зростання рівня інфляції за рахунок підвищення тарифів на енергоносії та, як результат, підвищення рівня облікової ставки за інших рівних умов.

Сценарій 6. Зростання тіньового ВВП та дефіциту державного бюджету за рахунок збільшення частки тіньової зайнятості і, як результат, підвищення цін і співвідношення боргу до ВВП за інших рівних умов.

Сценарій 7. Зниження обсягів тіньового ВВП та дефіциту державного бюджету за рахунок зростання частки офіційної зайнятості і, як результат, зменшення зовнішніх запозичень за інших рівних умов.

Сценарій 8. Зростання кількості зайнятих за рахунок збільшення обсягів реального ВВП, що супроводжується створенням нових робочих місць, за інших рівних умов.

Сценарій 1. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 1. Метою сценарію є тестування чутливості української економіки та обмінного курсу зокрема до зростання цін на продукцію вітчизняного експорту за кордоном. Україна як мала відкрита економіка зазнає значних впливів глобальних процесів, зокрема ситуації на зовнішніх ринках та динаміки зростання світової економіки на тлі великої частки експорту та імпорту у ВВП. Підвищення цін на товари українського експорту за кордоном, наприклад, зернових культур, насіння, олій та жирів, сприяє збільшенню надходжень іноземної валюти в країну і, як наслідок, зміцненню гривні щодо долара, а також зменшенню дефіциту поточного рахунку платіжного балансу. Незначні коливання обмінного курсу допустимі в рамках гнучкого курсоутворення, однак за потреби можуть бути згладжені за допомогою валютних інтервенцій НБУ з метою уникнення негативного впливу на цінову та фінансову стабільність. Зміна співвідношення національної грошової одиниці до долара через ефект перенесення волатильності обмінного курсу на внутрішні ціни впливає на інфляцію в бік її зниження. За такого сценарію припускається, що НБУ не втручається в ситуацію на ринку, тобто курс ревалює на суму, визначену балансом між попитом і пропозицією валюти за умови відсутності інтервенцій.

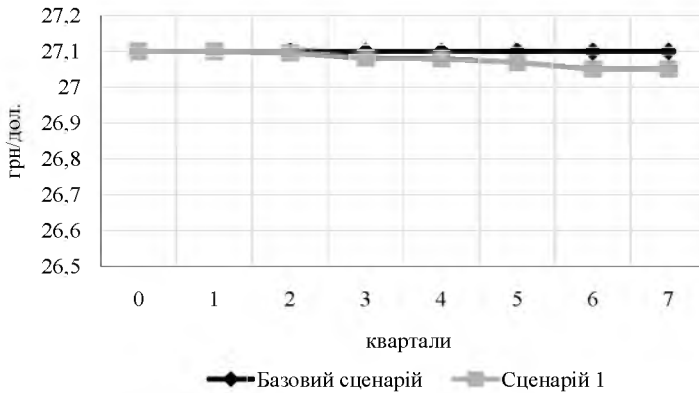


Рис. 4.10. Динаміка рівня обмінного курсу за базового сценарію та сценарію 1
Джерело: авторська розробка

Результати, отримані за допомогою тестування сценарію 1 (рис. 4.10), свідчать про ревальвацію гривні по відношенню до долара на 5–7 копійок при підвищенні цін на продукцію українського експорту за кордоном.

Сценарій 2. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 2. Для української економіки характерні великі обсяги міжнародної торгівлі, тому є актуальним та обґрунтованим тестування чутливості обмінного курсу до підвищення цін на експортні товари та послуги. У рамках другого сценарію передбачається проведення НБУ інтервенцій для згладжування ревальвації обмінного курсу, спричиненої підвищенням вартості експортної продукції у випадку, наприклад, обмеженої можливості ринку до самозбалансування, зумовленої невідповідністю робочих днів в Україні та на міжнародних валютних ринках, періодами значних платежів до державного бюджету, порушенням функціонування валютного ринку, тимчасової втрати орієнтирів ціноутворення та іншими причинами. Розмір валютних інтервенцій визначається, враховуючи зіставлення швидкості зміни обмінного курсу з рівнем волатильності, яку Національний банк вважає недопустимо високою. Відповідно, втручання центрального банку в курсоутворення зменшить ефект перенесення волатильності обмінного курсу на інфляцію. Варто зазначити, що

інтервенції не можна проводити протягом тривалого періоду часу, вони є радше тимчасовим заходом для запобігання негативним наслідкам стрімких змін цін на товари українського експорту.

Втручання центрального банку в курсоутворення (рис. 4.11) за сценарію 2 зменшує ревальвацію гривні по відношенню до долара в порівнянні зі сценарієм 1, у якому припускається, що курс зміцнюється під впливом попиту і пропозиції без додаткових регулятивних дій.

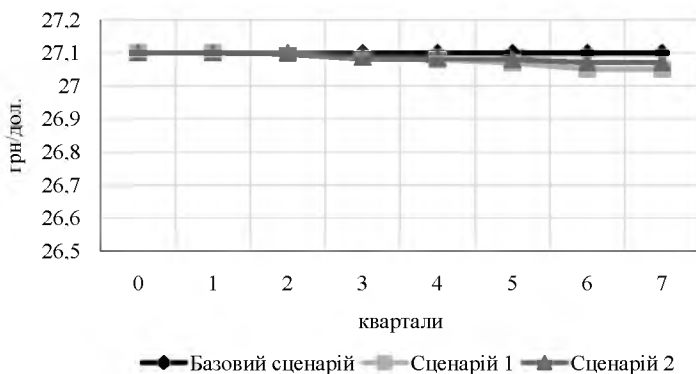


Рис. 4.11. Динаміка рівня обмінного курсу за базового сценарію та сценаріїв 1–2

Джерело: авторська розробка

Візуальний аналіз рис. 4.11 свідчить про те, що зростання ціни українського експорту за незмінних імпортних цін призводить до ревальвації обмінного курсу за обох сценаріїв. Однак продаж валюти Національним банком, передбачений сценарієм 2, дещо згладжує зміцнення гривні до долара.

Сценарій 3. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 3. Коливання обмінного курсу значно залежать від балансу попиту та пропозиції на валюту на ринку, що актуалізує тестування чутливості курсу до підвищення цін на товари, які імпортуються. Зростання цін на товари, які Україна імпортує з-за кордону, наприклад, на мінеральні продукти, машинобудування, хімічну продукцію, продовольчі товари, призводить до девальвації обмінного курсу. Цей сценарій передбачає відсутність реакції НБУ у вигляді валютних інтервенцій на посилення дисбалансу між попитом

і пропозицією валюти. Вища ціна імпорту поглиблює дефіцит поточного рахунку, що тисне на обмінний курс у бік знецінення гривні до долара, а девальвація зумовлює зростання індексу споживчих цін.

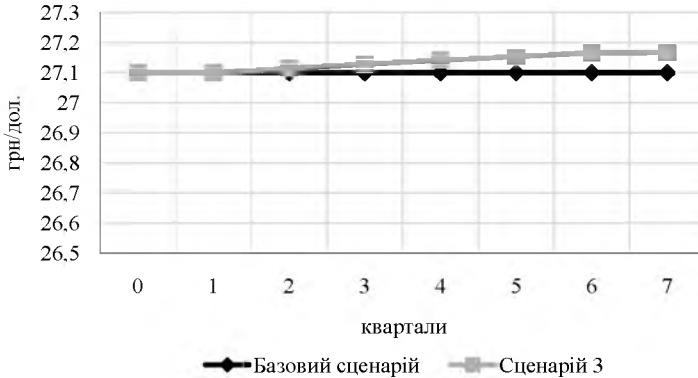


Рис. 4.12. Динаміка рівня обмінного курсу за базового сценарію та сценарію 3

Джерело: авторська розробка

Результати тестування сценарію 3 (див. рис. 4.12) передбачають девальвацію гривні на 15–17 копійок за умови зростання цін імпортованих товарів та невтручання центрального банку у формування обмінного курсу.

Сценарій 4. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 4. Україна є імпортозалежною країною: протягом усього періоду незалежності сальдо поточного рахунку платіжного балансу було від'ємним. Тому є актуальним та обґрунтованим визначення ступеня чутливості обмінного курсу до підвищення вартості імпорту за умови втручання НБУ в курсоутворення. Зростання цін на товари українського імпорту супроводжується проведенням центральним банком валютних інтервенцій з метою згладжування надмірних курсових коливань. Рішення про втручання у формування обмінного курсу залежить від розвитку фінансових ринків, їхньої здатності до саморегулювання, ступеня лібералізації валютного законодавства. Згідно зі Стратегією валютних інтервенцій Національного банку України на 2016–2020 роки [11], в міру відновлення України після кризи очікуватиметься мінімізація купівлі/продажу валюти на ринку.

Проведення валютних інтервенцій за сценарію 4 послаблює девальвацію обмінного курсу (рис. 4.13), водночас невтручання в ринкове курсоутворення зумовлює більш суттєве послаблення гривні до долара.

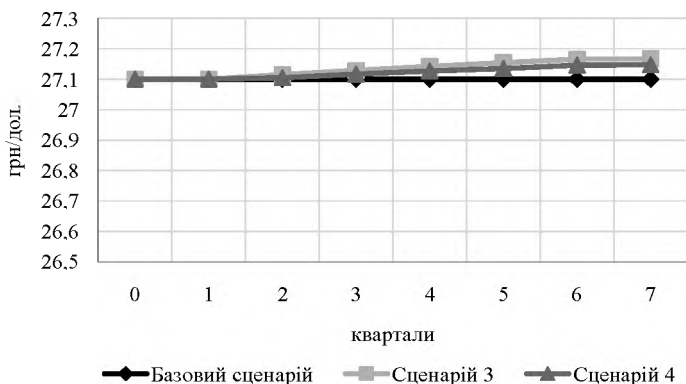


Рис. 4.13. Динаміка рівня обмінного курсу за базового сценарію та сценаріїв 3–4
Джерело: авторська розробка

Результати сценарного аналізу (рис. 4.13) свідчать про чутливість обмінного курсу до зростання ціни на товари українського імпорту за кордоном, зокрема, підвищення цін призводить до девальвації за обох сценаріїв. За сценарію 4 ефект валютних інтервенцій згладжує девальвацію: продаж валюти центральним банком частково нівелює наслідки зміни цін імпорту.

Сценарій 5. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 5. Протягом 2016–2018 рр. відбулося стрімке зростання тарифів на енергоносії. Важливо розуміти, як саме це позначилось на індексі споживчих цін, а також якою є реакція центрального банку в рамках дотримання низьких і стабільних темпів інфляції. Однією з вимог Міжнародного валютного фонду в рамках нової 14-місячної програми співпраці з Україною у форматі стенд-бай у розмірі 2,8 млрд СПЗ було підвищення оптових цін на газ, що постачається домогосподарствам і компаніям-виробникам теплової енергії, починаючи з 1 листопада 2018 р. Завдяки виваженій бюджетно-податковій політиці та підвищенню тарифів на електроенергію у 2015 та 2016 рр. відбувалося скорочення загального

фіскального та квазіфіскального дефіцитів енергетичного сектору більше ніж на 2 % ВВП, який досяг у 2014 р. рекордних 10 % ВВП [13]. Хоча в результаті такого кроку дефіцит НАК «Нафтогаз» знизився, підвищення цін на енергоносії зумовлює зростання витрат на собівартість продукції, а отже сприяє розгортанню інфляції, оскільки фірми-виробники, щоб уникнути втрати частини прибутку, збільшують ціни виготовлених товарів і послуг. Сценарій 5 передбачає тестування впливу зростання тарифів на енергоносії на цінову стабільність. У відповідь на подорожчання газу центральний банк підвищує облікову ставку, щоб запобігти прискоренню інфляційних процесів, спричинених зростанням витрат на оплату комунальних платежів і, як наслідок, собівартості вироблених товарів (рис. 4.14–4.15).

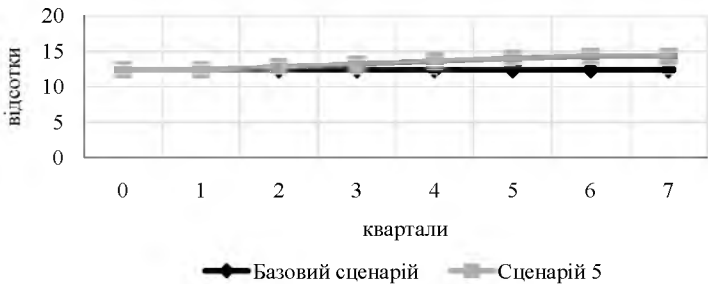


Рис. 4.14. Динаміка рівня інфляції за базового сценарію та сценарію 5
Джерело: авторська розробка

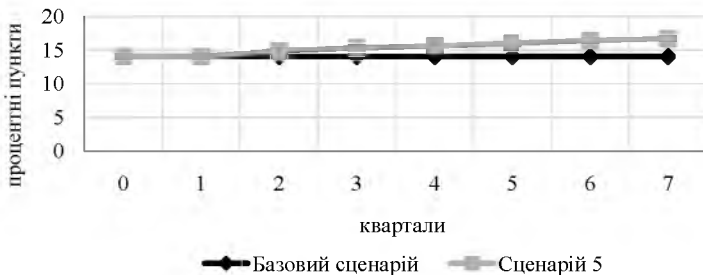


Рис. 4.15. Динаміка рівня облікової ставки за базового сценарію та сценарію 5
Джерело: авторська розробка

Результати тестування сценарію 5 (рис. 4.14–4.15) свідчать про високу чутливість індексу споживчих цін до підвищення вартості енергоносіїв. Крім того, центральний банк реагує на відхилення інфляції від цільового діапазону шляхом підвищення облікової ставки з метою впливу на вартість грошей, а отже й на ціни.

Сценарій 6. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 6. Для української економіки характерний значний рівень тінізації – близько 30–32 %, тож є актуальним оцінити, як зростання неофіційної зайнятості впливає на обсяги тіньового виробництва і, як наслідок, на доходи державного бюджету. Підвищення тіньової зайнятості, спровоковане, наприклад, прогалинами в податковому законодавстві, низькими реальними доходами населення, розгортанням корупції, високим рівнем бюрократизації та іншими чинниками, призводить одночасно до зростання тіньового ВВП, оскільки дедалі більша частина економічної діяльності стає неофіційною, та дефіциту державного бюджету. Підприємства прагнуть максимізувати власні доходи шляхом уникнення оподаткування, в результаті цього державний бюджет недоотримує значну частину коштів потенційних платників податків. Поглиблення дефіциту державного бюджету зумовлює необхідність додаткових зовнішніх запозичень для його фінансування. Водночас зростання державного боргу стимулює погіршення інфляційних і девальваційних очікувань – з одного боку, а з іншого – майбутні виплати за боргом, більша частина якого в доларах, провокують великий вплив валюти з України, що своєю чергою впливає на формування обмінного курсу, зокрема, виплати державою валютних зобов'язань спричиняють девальвацію гривні, яка сприяє зростанню інфляції, а отже й облікової ставки.

Зростання тіньової зайнятості та, як наслідок, тіньового ВВП та дефіциту державного бюджету за сценарію 6 породжує також і зростання інфляції через ефект перенесення коливань обмінного курсу на внутрішні ціни, що зумовлює проведення рестрикційної монетарної політики (рис. 4.16).

Результати сценарного аналізу (див. рис. 4.16) свідчать про тісний зв'язок тіньового ВВП із неформальною зайнятістю, оскільки як зниження (сценарій 7), так і збільшення (сценарій 6) останньої з лагом у 2 квартали позначається на обсягах тіньового виробництва.

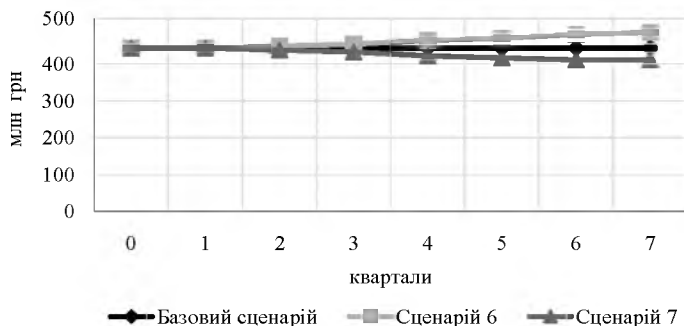


Рис. 4.16. Динаміка обсягів тіньового ВВП за базового сценарію та сценаріїв 6–7
Джерело: авторська розробка

Сценарій 7. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 7. Рівень тіньової економіки протягом 2007–2018 рр. становив 30–33 % та характеризувався незначною волатильністю, тож цікавим є дослідження та оцінювання наслідків зменшення неформальної зайнятості для макроекономічної та фінансової стабільності. Зниження частки тіньової зайнятості в результаті, наприклад, зниження корупції, популяризації та широкого впровадження безготівкових розрахунків, спрощення процедури сплати податків, зниження податкового тягаря, реалізації Плану дій BEPS, гармонізації податкового законодавства України з європейським сприяє детінізації економіки, а отже зростанню доходів державного бюджету за рахунок надходжень від платників податків, які вийшли з тіні. Зниження дефіциту державного бюджету дає змогу залучати менше фінансових ресурсів, зокрема і у валюті також, для його покриття, а отже борг держави перед нерезидентами знижується, що позитивно впливає на девальваційні та інфляційні очікування, а також є одним із чинників, який сприяє проведенню експансійної монетарної політики за рахунок зменшення тиску проінфляційних факторів.

Результати тестування сценарію 7 (рис. 4.17) показують зниження обсягів тіньового ВВП за умови зниження частки тіньової зайнятості. До того ж варто зазначити, що наслідки зміни частки неформальної зайнятості пропорційні: тіньове виробництво реагує з однаковою силою на зменшення та збільшення кількості працівників у тіньовому секторі, однак напрями його зміни протилежні.

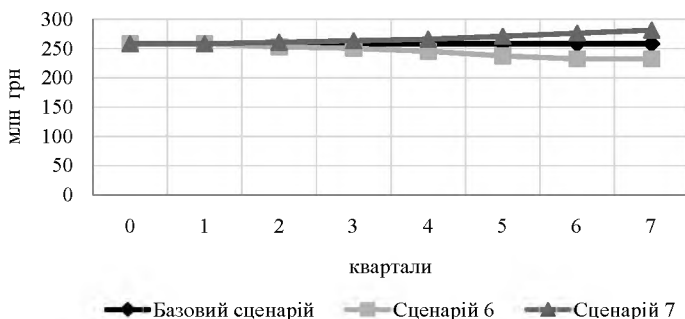


Рис. 4.17. Динаміка обсягів доходів державного бюджету
за базового сценарію та сценаріїв 6–7

Джерело: авторська розробка

Сценарій 8. Стислий опис сутності та результатів, отриманих за сценарієм 8. Українська економіка активно відновлюється після кризи 2013–2015 рр., що супроводжується зростанням обсягів виробництва як у номінальному, так і в реальному вимірі. Метою сценарію є тестування впливу реального ВВП на офіційну зайнятість. Пришвидшення темпів економічного зростання є як результатом, так і поштовхом до створення нових робочих місць. Крім того, економічний підйом у країні спричиняє зростання доходів населення та бізнесу, що стимулює сукупний попит, який своєю чергою є одним із драйверів виробництва. Зростання останнього зазвичай супроводжується розширенням штату працівників, а отже частина економічно активного населення переходить у категорію зайнятого.

У результаті зростання реального ВВП, яке передбачено за сценарієм 8, створюються стимули до зростання споживання, тому підприємства наймають нових працівників, оскільки потенційно можуть виробити та продати більше за інших рівних умов.

Тестування сценарію 8 виявило збільшення кількості зайнятих під час економічного підйому, а саме зростання реального виробництва. Візуальний аналіз рис. 4.18 свідчить про зростання офіційної зайнятості на близько 5 % у порівнянні з базовим сценарієм.

Як показують побудова й аналіз тільки незначної кількості наведених сценаріїв із множини можливих, розроблена макроекономічна модель системної динаміки може бути застосована для оцінювання

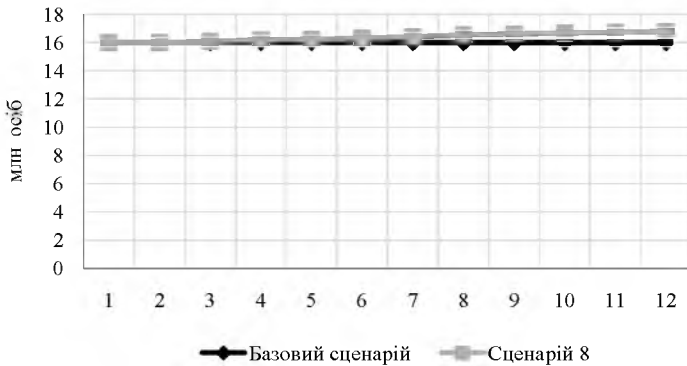


Рис. 4.18. Динаміка показника кількості зайнятих за базового сценарію та сценарію 8
Джерело: авторська розробка

різних варіантів розвитку подій як загалом у рамках економічної ситуації в Україні, так і в окремих її секторах. До того ж можна оцінити з високою часткою ймовірності, як зміни в одному секторі (або декількох одночасно) провокують зміни в інших.

Слід зауважити, що повна діагностика та перевірка прогностичної якості розробленої макромоделі підтверджують її адекватність і високу точність, а отже й можливість використання на практиці для розв'язання різноманітних завдань і формування різних варіантів фінансової та соціально-економічної політики, зокрема й за допомогою побудови та програвання сценаріїв за різних початкових умов і припущень. Результати сценарного аналізу важливі з економічного погляду, оскільки показують у кількісному вимірі, наскільки чутлива економіка України до зовнішніх і внутрішніх дестабілізаційних факторів, а також як зовнішні та внутрішні ризики впливають на цінову, фінансову та макроекономічну стабільність загалом. Тестування на основі моделі показує, що на погіршення макроекономічних умов НБУ реагує підвищенням облікової ставки, тоді як поліпшення економічної ситуації, зокрема зниження обсягів тіньового сектору, сприяє проведенню більш м'якої монетарної політики. Симуляції сценаріїв підтверджують важливість урахування можливих макроекономічних шоків та їхніх наслідків під час проведення державної політики.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження було розроблено агреговану макромодель системної динаміки, що складається з восьми блоків, які визначають основні сектори української економіки та відповідні їм макроекономічні індикатори, з метою адекватного узагальненого відображення динамічних властивостей складної економічної системи України та кількісного оцінювання визначених взаємозв'язків між усіма показниками в рамках єдиного модельного комплексу.

Проведення сценарного аналізу на основі побудованої та оціненої на реальній інформації агрегованої макромоделі за різних припущень і можливих ризиків дестабілізації допомагає оцінити, як певний шок або комбінація декількох із них передається по економічній системі, а також кількісно визначити силу передавального механізму та його вплив на фінансову та макроекономічну стабільність. Загалом, перевагою методу системної динаміки є можливість аналізувати дію декількох ризиків одночасно в динаміці.

Побудована агрегована імітаційна модель вигідно відрізняється від інших макромоделей наявністю тіньового сектору та блоку ринку праці, що дає змогу врахувати вплив на проведення державної політики неформальної та офіційної зайнятості.

Проведений сценарний аналіз різних варіантів розвитку можливих подій підтвердив здатність макромоделі адекватно відображати українські реалії. Базовий сценарій розвитку української економіки, реалізований на основі розробленої макромоделі системної динаміки, в якому припускається незначне зростання ВВП, поступове зниження інфляції, накопичення міжнародних резервів, а також збереження рівня зайнятості та обсягів тіньового сектору на попередньому рівні, показує стабільність системи за відсутності внутрішніх і зовнішніх негативних впливів та кризових явищ. Аналіз інших основних сценаріїв, як-от зміна цін на імпорتنі та експортні товари та послуги, підвищення цін на енергоносії, зростання реального

ВВП та зміна частки тіньової зайнятості, показав необхідність дотримання макроекономічної та фінансової стабільності, оскільки будь-які дестабілізаційні фактори спричиняють накопичення зовнішніх запозичень, відхилення інфляції від цільової траєкторії, значну волатильність обмінного курсу і вимагають додаткових дій з боку держави з метою повернення до економічної рівноваги.

Слід зазначити, що застосування розробленої макроекономічної моделі на практиці здатне підвищити ефективність кількісного оцінювання наслідків економічних шоків на основі сценарного аналізу, а також розрахувати рівень показників, за яких економіка України буде найменш вразлива до дії зовнішніх і внутрішніх дестабілізаційних факторів. Окрім того, модель є компактною та функціональною, не потребує для своєї практичної реалізації значної статистичної бази, але водночас на її основі можна розраховувати та оцінювати як базовий сценарій економічного розвитку в припущенні про відсутність кризових явищ, так і різні сценарії, що містять шоківі компоненти та, відповідно, дають можливість кількісно оцінити наслідки реалізації локальних і глобальних ризиків на макроекономічну та фінансову стабільність, а також можливі зміни рівня тінізації української економіки в коротко- та довгостроковій перспективі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Віт Д. Системно-динамічні моделі: основні етапи побудови моделей системної динаміки з використанням програмного пакету IThink 10 : практичний посібник з системної динаміки для роботи в комп'ютерному класі / Девід Віт, Я. В. Стельмащенко, О. І. Фарина. – Київ : НаУКМА, 2013. – 56 с.
2. Загальні тенденції тіньової економіки в Україні в І півріччі 2018 року [Електронний ресурс] / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. – Режим доступу: <http://www.me.gov.ua>. – Назва з екрана.
3. Лепушинський В. О. Прийняття рішень з монетарної політики в НБУ 2017 [Електронний ресурс] / В. О. Лепушинський. – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=49122260>. – Назва з екрана.
4. Лепушинський В. Як створюються гроші і яка в цьому процесі роль Нацбанку [Електронний ресурс] / В. Лепушинський, С. Ніколайчук // VoxUkraine. – Лютий 2019. – Режим доступу: <https://voxukraine.org/uk/yak-stvoryuyutsya-groshi-i-yaka-v-tsomu-protsesi-rol-natsbanku-spojler-ne-golovna/>. – Назва з екрана.
5. Лук'яненко І. Г. Макрофінансова стабільність: моделі та методи оцінки : монографія / І. Г. Лук'яненко, О. І. Фарина. – Київ : НаУКМА, 2016. – 187 с.
6. Офіційний сайт Державного комітету статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua. – Назва з екрана.
7. Офіційний сайт Національного банку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua>. – Назва з екрана.
8. Про затвердження Стратегії валютних інтервенцій Національного банку України на 2016–2020 роки : Рішення правління Національного банку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/document/download?docId=67274321>. – Назва з екрана.
9. Про Стратегію монетарної політики Національного банку України : Рішення Ради Національного банку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=76958856>. – Назва з екрана.
10. Системний аналіз формування державної політики в умовах макроекономічної дестабілізації / за ред. І. Г. Лук'яненко. – Київ : НаУКМА, 2017. – 464 с.
11. Стратегія валютних інтервенцій Національного банку України на 2016–2020 роки [Електронний ресурс] / Національний банк України. – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=38098167>. – Назва з екрана.

12. Токарчук В. В. Сценарний аналіз впливу дестабілізуючих факторів на проведення монетарної політики / В. В. Токарчук, М. Ю. Насаченко // БізнесІнформ. – 2019. – № 7. – С. 138–143. DOI: doi.org/10.32983/2222-4459-2019-7-138-143
13. Україна: Лист про наміри. Меморандум про економічну і фінансову політику [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=85566237>. – Назва з екрана.
14. Фарина О. І. Концептуальні підходи до побудови макромоделі економіки України методами системної динаміки / О. І. Фарина, П. А. Дадашова. – Київ : НаУКМА, 2015. – 64 с.
15. Bala B. System dynamics modeling and simulations / B. Bala, F. Arshad, K. Noh // Springer Texts in Business and Economics. – 2017. – Mode of access: <https://link-springer-com.pva.uib.no/content/pdf/10.1007%2F978-981-10-2045-2.pdf>. – Title from the screen.
16. Faryna O. Nonlinear Exchange Rate Pass-Through to Domestic Prices in Ukraine / O. Faryna // Visnyk of the National Bank of Ukraine. – 2016. – № 236. – P. 30–42.
17. Haghighi H. The Effect of Macroeconomic instability on Economic Growth in Iran / H. Haghighi, M. Sameti, R. Isfahani // Macrothink Institute, Research in Applied Economics. – 2012. – Mode of access: <http://www.macrothink.org/journal/index.php/rae/article/view/2393/2030>. – Title from the screen.
18. Herz K. Visualization of endothelial cell cycle dynamics in mouse using the Flt-1/eGFP-anillin system / K. Herz, A. Becker, C. Shi, M. Ema // System dynamics review. – 2018. – Mode of access: <https://link-springer-com.pva.uib.no/article/10.1007/s10456-018-9601-1>. – Title from the screen.
19. Lukianenko I. The Dynamic Modelling of Migration Flows in Ukraine in the Context of Globalization / I. Lukianenko, A. Novik // Proceedings of 18th International Scientific Conference: Globalization and Its Socio-Economic Consequences (10th–11th October 2018). Part 1. – Economic Impact of Migration. – 276–281 p. – Mode of access: https://ke.uniza.sk/sites/default/files/content_files/i_part_final_0.pdf. – Title from the screen.
20. Mankiv N. G. Macroeconomics / N. G. Mankiv. – 7th ed. – New York : Worth Publishers, 2004. – 641 p.
21. Nikolaychuk S. Monetary policy transmission – past experiences and current challenges / S. Nikolaychuk // NBU materials. – 2016. – Mode of access: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=41015231>. – Title from the screen.
22. Pruyt E. What is System Dynamics? A Paradigmatic Inquiry / E. Pruyt // The 24th International Conference of the System Dynamics Society, 2006. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/228925617_What_is_system_dynamics_A_paradigmatic_inquiry. – Title from the screen.
23. Serven L. Macroeconomic Stability: The More the Better? / L. Serven, L. Montiel // World Bank Group, 1990. – Mode of access: <http://www1.worldbank.org/prem/lessons1990s/Chap%204%20macroecon%20092104%20rw.pdf>. – Title from the screen.

24. Smith P. C. A note on the integration of system dynamics and economic models / P. C. Smith, A. Ackere // *Journal of Economic Dynamics & Control*. – 2010. – Vol. 26. – P. 1–10.
25. Sterman J. D Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World / J. D. Sterman, Ridge B. Burr, I. Dubuque, I. Madison. – International ed. Boston : McGraw-Hill, 2000. – 982 p.
26. Wheat I. D. The Feedback Method: A System Dynamics Approach to Teaching Macroeconomics : Doctoral Thesis: 04.05.2007 / I. D. Wheat. – Norway, University of Bergen, 2007. – 219 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А1

№	Назва	Вимір	Змінна
1	Shadow GDP	млн грн	Тіньовий ВВП
2	Real GDP	млн грн	Реальний ВВП
3	Employment	тис. осіб	Зайнятість
4	Unemployment	тис. осіб	Безробіття
5	Loan interest rate	%	Процентна ставка за кредитами
6	Key policy rate	п. п.	Облікова ставка
7	Deposit interest rate	%	Процентна ставка за депозитами
8	Level of shadowing	%	Рівень тінізації
9	Import	млн грн	Імпорт товарів і послуг
10	Export	млн грн	Експорт товарів і послуг
11	Net export	млн грн	Чистий експорт
12	Export/import ratio	безвимірنا	Співвідношення експорту до імпорту
13	Reserves	млн дол.	Міжнародні резерви
14	Exchange rate	грн/дол.	Обмінний курс
15	Inflation	%	Інфляція

Додаток Б

Таблиця Б1

Змінні та рівняння блоку визначення обсягів ВВП (*GDP block*)

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умове позначення	Сектор	Одиниці виміру
Частка офіційної зайнятості	Total personal tax	Shadow GDP / Тіньовий ВВП	грн/рік
Ставка КБ за кредитами	Loan interest rate	Interest rates / Процентні ставки	%/на рік
Чистий експорт	Net export	Trade block / Торгівля	млрд грн/рік
Ендогенні змінні			
Показник	Умове позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Загальні державні витрати	Total budget expenditures	Government_ budget+foreign_ borrowings	млрд грн/рік
Доходи від податку на прибуток	total income tax	total_firms_ income*income_ tax_rate	млрд грн/рік
Цільовий рівень державного бюджету	indicated budget	Shadow_GDP.part_of_ ffficial_employment+total_ income_tax	млрд грн/рік
Зміна державного бюджету	chg in budget	(budget_deficit)/ time_to_adj_government_ budget+(indicated_budget- Government_budget)/ time_to_adj_government_ budget	млрд грн/ рік/рік
Державний бюджет	Government budget	Government_budget(t - dt) + (chg_in_budget) * dt	млрд грн/рік
Дефіцит бюджету	budget deficit	desired_government_ budget-Government_ budget	млрд грн/рік
Бажаний рівень державного бюджету	desired government budget	government_spending	млрд грн/рік
Державні витрати	government spending	total_budget_expenditures	млрд грн/рік

Продовження табл. Б1

Ефект ставки за кредитами на споживання	effect of loan interest rate on consumption	(HISTORY(Interest_rates_block.loan_interest_rate; TIME-1)/Interest_rates_block.loan_interest_rate)*weight_of_effect_of_loan_interest_rate_on_consumption	безвимірний
Споживання	consumption	Aggregate_demand*effect_of_loan_interest_rate_on_consumption	млрд грн/рік
Цільовий рівень ВВП	indicated GDP	consumption+government_spending+ investments+ real_net_export	млрд грн/рік
Реальний чистий експорт	real net export	"trade_block".net_exports/deflator	млрд грн/рік
Зміна ВВП	chg in GDP	(indicated_GDP-Real_GDP)/time_to_adj_GDP	млрд грн/рік/рік
Реальний ВВП	Real GDP	Real_GDP(t - dt) + (chg_in_GDP) * dt	млрд грн/рік
Розрив ВВП	output gap	(Real_GDP-potential_GDP)/potential_GDP	млрд грн/рік
Номінальний ВВП	nominal GDP	Real_GDP*deflator	млрд грн/рік
Сукупний попит	Aggregate demand	initial_AD*(1-AD_shock_SWITCHER)+(initial_AD+STEP(volume_of_in_AD; 2019,5))*AD_shock_SWITCHER	млрд грн/рік
Екзогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Значення	Одиниці виміру
Зовнішні запозичення	foreign borrowings	50	млрд грн/рік
Сумарний дохід підприємств	total firms income	459,9521	млрд грн/рік
Ставка податку на прибуток	income tax rate	0,2	безвимірна
Час пристосування державного бюджету	time to adj government budget	1	роки
Дефлятор	deflator	20	безвимірна

Закінчення табл. Б1

Потенційний ВВП	potential GDP	1245	млрд грн/рік
Розмір шоку сукупного попиту	volume of shock in AD	-126	млрд грн/рік
Первинний рівень сукупного попиту	initial AD	1260	млрд грн/рік
Перемикач шоку сукупного попиту	AD shock SWITCHER	0	безвимірна
Інвестиції	investments	200	млрд грн/рік
Час пристосування ВВП	time to adj GDP	1	роки

Таблиця Б2

**Змінні та рівняння блоку розрахунку обсягів тіньового ВВП
(Shadow GDP block)**

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умовне позначення	Сектор	Одиниці виміру
Державні витрати	Government spending	GDP block / блок ВВП	млрд грн/рік
Депозити в економіці	Total deposits	Interest rates block / блок процентних ставок	млрд грн/рік
Ендогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Середня заробітна плата	average wage	GRAPH(personal tax rate) (0,18, 9,000), (0,182, 8,669), (0,184, 8,259), (0,186, 7,894), (0,188, 7,688), (0,19, 7,312), (0,192, 7,095), (0,194, 6,776), (0,196, 6,411), (0,198, 6,148), (0,2, 6,000)	млрд грн/рік

Продовження табл. Б2

Ефект середньої заробітної плати на тіньову зайнятість	effect of average wage on shadow labor force	GRAPH(average_wage) (6,000, 1,2000), (6,300, 1,1650), (6,600, 1,1361), (6,900, 1,1057), (7,200, 1,0570), (7,500, 1,0144), (7,800, 0,9810), (8,100, 0,9369), (8,400, 0,8913), (8,700, 0,8335), (9,000, 0,8000)	безвимірна
Рівень тінізації	level of shadowing	1-((Interest_rates_block.total_deposits/M2)/(Interest_rates_block.total_deposits/M2))/HISTORY(((Interest_rates_block.total_deposits/M2)/(Interest_rates_block.total_deposits/M2)); -1)	безвимірна
Частка тіньової зайнятості	part of shadow labor force	initial_shadow_GDP*(1-shadow_GDP_shock_SWITCHER)+(initial_shadow_GDP+STEP(volume_of_shadow_GDP_shock; 2019,5))*shadow_GDP_shock_SWITCHER	безвимірна
Тіньова зайнятість	shadow labor force	total_labor_force*(part_of_shadow_labor_force*effect_of_average_wage_on_shadow_labor_force)	тис. осіб/рік
Цільовий тіньовий ВВП	indicated shadow GDP	shadow_labor_force*average_productivity	млрд грн/рік
Зміна в тіньовому ВВП	chg in shadow GDP	(indicated_shadow_GDP-Shadow_GDP)/time_to_adj_shadow_GDP	млрд грн/рік/рік
Тіньовий ВВП	Shadow GDP	Shadow_GDP(t - dt) + (chg_in_shadow_GDP) * dt	млрд грн/рік
Частка офіційної зайнятості	part of official employment	1-part_of_shadow_labor_force	безвимірна
ПДФО	total personal tax	total_labor_force*official_laborforce*average_wage	млрд грн/рік

Закінчення табл. Б2

Екзогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Значення	Одиниці виміру
Перемикач шоку тіньового ВВП	shadow GDP shock SWITCHER	0	безвимірنا
Розмір шоку тіньового ВВП	volume of shadow GDP shock	0,1	млрд грн/рік
Первинний рівень тіньового ВВП	initial shadow GDP	0,3	безвимірنا
Середня продуктивність	average productivity	6,5	млрд грн/рік
M2	M2	GRAPH function	
Загальна робоча сила	total labor force	170	тис. осіб/рік
Час пристосування тіньового ВВП	time to adj shadow GDP	1	роки

Таблиця Б3

Змінні та рівняння блоку торгівлі (*Trade block*)

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умовне позначення	Сектор	Одиниці виміру
Номінальний ВВП	Nominal GDP	GDP block / Сектор ВВП	млрд грн/рік
Ендогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Імпорт	import	$\text{GDP_block.nominal_GDP} * \text{weights_of_import_in_GDP} * (1 - \text{import_shock_SWITCHER}) + (\text{weights_of_import_in_GDP} * \text{GDP_block.nominal_GDP} + \text{STEP}(\text{volume_of_shock_in_import; 2019,5})) * \text{import_shock_SWITCHER}$	млрд грн/рік

Продовження табл. Б3

Чистий експорт	net exports	net exports	млрд грн/рік
Експорт	export	$GDP_block.nominal_GDP * weight_in_export_in_GDP * (1 - export_shock_SWITCHER) + (GDP_block.nominal_GDP * weight_in_export_in_GDP + STEP(volume_of_shock_in_export; 2019, 5)) * export_shock_SWITCHER$	млрд грн/рік
Співвідношення експорту до імпорту	Export Import Ratio	export/import	безвимірне
Екзогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Значення	Одиниці виміру
Частка імпорту у ВВП	weights of import in GDP	0,55	безвимірне
Перемикач шоку імпорту	import shock SWITCHER	0	безвимірне
Розмір шоку імпорту	volume of shock in import	227	млрд грн/рік
Розмір шоку експорту	volume of shock in export	224	млрд грн/рік
Перемикач шоку експорту	export shock SWITCHER	0	безвимірне
Частка експорту у ВВП	weight in export in GDP	0,45	безвимірне

Таблиця Б4

Змінні та рівняння блоку формування резервів (*Reserves block*)

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умове позначення	Сектор	Одиниці виміру
Імпорт	Import	Trade block	млрд дол./рік
Експорт	Export	Trade block	млрд дол./рік
Обмінний курс	Exchange rate	Exchange rate block	грн/дол.
Ендогенні змінні			
Показник	Умове позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Бажаний рівень резервів	desired reserves	$(\text{"Trade_block".import}) / \text{Exchange_rate_block. Exchange_rate} * \text{desired_coverage}$	роки
Розрив резервів	reserves gap	$\text{desired_reserves} - \text{Reserves}$	млрд дол./рік
Ефект резервів на обмінний курс	effect of reserves on ER	$\text{Reserves} / \text{desired_reserves}$	безвимірنا
Зміна в резервах	chg in reserves	$\text{reserves_gap} / \text{reserves_adjust_time}$	млрд дол./рік/рік
Зміна в резервах за рахунок валютних інтервенцій	chg from FX	FX	млрд дол./рік/рік
Резерви	Reserves	$\text{Reserves}(t - dt) + (\text{chg_from_FX} + \text{chg_in_reserves}) * dt$	млрд дол./рік
Екзогенні змінні			
Показник	Умове позначення	Значення	Одиниці виміру
Час пристосування резервів	reserves adjust time	1,15	роки
Покриття резервами імпорту майбутнього періоду	desired coverage	0,25	роки

Таблиця Б5

**Змінні та рівняння блоку формування обмінного курсу
(Exchange rate block)**

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умовне позначення	Сектор	Одиниці виміру
Співвідношення експорту до імпорту	Export import ratio	Trade block	безвимірна
Ефект резервів на обмінний курс	Effect of reserves on ER	Reserves block	безвимірна
Таргет по інфляції	Inflation target	Inflation block	%/рік
Інфляція	inflation	Inflation block	%/рік
Ендогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Обмінний курс	Exchange rate	$\text{Exchange_rate}(t - dt) + (\text{change_in_ER}) * dt$	грн/дол.
Зміна обмінного курсу	change in ER	$((\text{indicated_exchange_rate} - \text{Exchange_rate}) / \text{ER_adj_time}) * \text{Reserves_block} \cdot \text{effect_of_reserves_on_ER} * \text{effect_of_inflation_on_ER}$	грн/дол./рік
Ефект інфляції на обмінний курс	effect of inflation on ER	$(\text{Inflation_block.inflation} / \text{Inflation_block.inflation_target})^{\text{elasticity_of_effect_of_inflation_on_ER}}$	безвимірна
Цільовий рівень обмінного курсу	indicated exchange rate	$\text{Exchange_rate} / \text{"Trade_block".Export_Import_Ratio}$	грн/дол.
Співвідношення цільового рівня обмінного курсу до обмінного курсу	ER ratio	$\text{indicated_exchange_rate} / \text{Exchange_rate}$	безвимірна

Продовження табл. Б5

Екзогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Значення	Одиниці виміру
Еластичність ефекту інфляції на обмінний курс	elasticity of effect of inflation on ER	0,001	безвимірنا
Час пристосування обмінного курсу	ER adj time	0,2	роки

Таблиця Б6

Змінні та рівняння блоку визначення рівня інфляції (*Inflation block*)

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умовне позначення	Сектор	Одиниці виміру
Облікова ставка	Key policy rate	Interest rates block / Сектор процентних ставок	п. п./рік
Розрив ВВП	Output gap	GDP block / Сектор ВВП	млрд грн/рік
Співвідношення цільового рівня обмінного курсу до обмінного курсу	ER ratio	Exchange rate block / Сектор обмінного курсу	безвимірна
Ендогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Інфляція	Inflation	$\text{Inflation}(t - dt) + (\Delta_{\text{inflation}}) * dt$	%/рік
Зміна інфляції	change in inflation	$(\text{inflation_target} - \text{Inflation} + \text{effects_of_inflation}) / \text{inflation_adj_time}$	%/рік/рік

Продовження табл. Б6

Ефекти на інфляцію	effects of inflation	(effect_of_expected_inflation+effect_of_output_gap_on_inflation+effect_of_ER_on_Inflation-effect_of_key_policy_rate_on_inflation)* (1-inflation_shock SWITCHER)+(effect_of_expected_inflation_on_inflation+effect_of_output_gap_on_inflation+effect_of_ER_on_Inflation-effect_of_key_policy_rate_on_inflation+STEP(volume_of_inflation_shock; 2019,5))*inflation_shock SWITCHER	безвимірна
Ефект обмінного курсу на інфляцію	effect of ER on Inflation	GRAPH(ER_ratio) (0,500, 0,0000), (0,600, 0,0392), (0,700, 0,0683), (0,800, 0,0875), (0,900, 0,0917), (1,000, 0,1025), (1,100, 0,1150), (1,200, 0,1458), (1,300, 0,2025), (1,400, 0,2133), (1,500, 0,2200)	безвимірна
Ефект розриву ВВП на інфляцію	effect of output gap on inflation	GDP_block.output_gap*c1	безвимірна
Ефект очікуваної інфляції на інфляцію	effect of expected inflation on inflation	expected_inflation*a1	безвимірна
Ефект облікової ставки на інфляцію	effect of key policy rate on inflation	GRAPH(Key_Policy_Rate) (2,00, 0,200), (3,80, 0,316), (5,60, 0,515), (7,40, 0,659), (9,20, 0,809), (11,00, 0,987), (12,80, 1,179), (14,60, 1,459), (16,40, 1,637), (18,20, 1,802), (20,00, 1,986)	безвимірна

Закінчення табл. Б6

Екзогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Значення	Одиниці виміру
Таргет по інфляції	inflation target	GRAPH(TIME) (2016,750, 12,000), (2017,000, 12,000), (2017,250, 12,000), (2017,500, 10,000), (2017,750, 8,000), (2018,000, 7,500), (2018,250, 7,000), (2018,500, 6,300)	%/рік
Час пристосування інфляції	inflation adj time	1/3	роки
Розмір шоку інфляції	volume of inflation shock	2	%/рік
Перемикач шоку інфляції	inflation shock SWITCHER	0	безвимірنا
Очікувана інфляція	expected inflation	8,5	%/рік
Коефіцієнт біля очікуваної інфляції	a1	0,42	безвимірنا
Коефіцієнт біля розриву ВВП	c1	0,2	безвимірنا

Таблиця Б7

Змінні та рівняння блоку визначення процентних ставок (*Interest rates block*)

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умовне позначення	Сектор	Одиниці виміру
Очікувана інфляція	Expected inflation	Inflation block	%/рік
Інфляція	Inflation	Inflation block	%/рік
Таргет по інфляції	Inflation target	Inflation block	%/рік
Розрив ВВП	Output gap	GDP block	млрд/рік

Продовження табл. Б7

Ендогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Ставка за кредитами	loan interest rate	$\text{loan_interest_rate}(t - dt) + (\text{chg_in_loan_interest_rate}) * dt$	%/рік
Зміна ставки за кредитами	chg in loan interest rate	$\frac{\text{indicated_loan_interest_rate} - \text{time_to_adj_loan_interest_rate}}{\text{time_to_adj_loan_interest_rate}}$	%/рік/рік
Цільова ставка за кредитами	indicated loan interest rate	$\text{loan_interest_rate} * \text{effect_of_key_policy_rate_on_credit_rate}$	%/рік
Ефект облікової ставки на ставку за кредитами	effect of key policy rate on credit rate	$(\text{HISTORY}(\text{Key_Policy_Rate}; \text{TIME}-1) / \text{Key_Policy_Rate}) * \text{weight_of_effect_of_key_policy_rate_on_loan_interest_rate}$	безвимірна
Облікова ставка	Key Policy Rate	$\text{Key_Policy_Rate}(t - dt) + (\text{chg_in_key_policy_rate}) * dt$	п. п./рік
Зміна облікової ставки	chg in key policy rate	$\frac{(\text{indicated_key_policy_rate} - \text{Key_Policy_Rate})}{\text{time_to_adj_key_policy_rate}}$	п. п./рік/рік
Цільова облікова ставка	indicated key policy rate	$\text{Key_Policy_Rate} * a + \text{effect_of_neutral_nominal_interest_rate_on_key_policy_rate} * \text{effect_of_inflation_gap_on_key_policy_rate} * \text{effect_of_output_gap_on_key_policy_rate} + \text{HISTORY}(\text{Inflation_block}, \text{Inflation}; \text{TIME}-1)$	п. п./рік
Ефект розриву ВВП на облікову ставку	effect of output gap on key policy rate	$\text{GDP_block.output_gap} * b1$	безвимірна
Ефект нейтральної номінальної ставки на облікову ставку	effect of neutral nominal interest rate on key policy rate	$(1-a) * (\text{HISTORY}(\text{neutral_nominal_interest_rate}; 1) / \text{neutral_nominal_interest_rate})$	безвимірна

Продовження табл. Б7

Нейтральна номінальна ставка	neutral nominal interest rate	Inflation_block.expected_inflation+neutral_real_interest_rate	%/рік
Ефект розриву інфляції на облікову ставку	effect of inflation gap on key policy rate	GRAPH(inflation_gap)(0,000, 0,0000), (0,700, 0,0787), (1,400, 0,1574), (2,100, 0,2567), (2,800, 0,3901), (3,500, 0,5338), (4,200, 0,6262), (4,900, 0,7186), (5,600, 0,7973), (6,300, 0,8589), (7,000, 0,8932)	безвимірна
Розрив інфляції	inflation gap	Inflation_block.Inflation-Inflation_block.inflation_target	%/рік
Ставка за депозитами	deposit interest rate	deposit_interest_rate(t - dt) + (chg_in_deposit_interest_rate) * dt	%/рік
Зміна ставки за депозитами	chg in deposit interest rate	indicated_deposit_interest_rate/time_to_adj_deposit_interest_rate	%/рік/рік
Цільова ставка за депозитами	indicated deposit interest rate	deposit_interest_rate*effect_of_key_policy_rate_on_deposit_IR	%/рік
Ефект зміни ставки за депозитами на депозити в економіці	effect of deposits interest rate on total deposits	GRAPH(deposit_interest_rate)(0,00, 0,977), (2,50, 0,916), (5,00, 0,825), (7,50, 0,700), (10,00, 0,627), (12,50, 0,555), (15,00, 0,430), (17,50, 0,232), (20,00, 0,125), (22,50, 0,000), (25,00, 0,000)	безвимірна
Ефект облікової ставки на ставку за депозитами	effect_of_key_policy_rate_on_deposit_IR	GRAPH(Key_Policy_Rate)(0,00, 0,011), (5,00, 0,091), (10,00, 0,160), (15,00, 0,304), (20,00, 0,418), (25,00, 0,525), (30,00, 0,597), (35,00, 0,677), (40,00, 0,772), (45,00, 0,901), (50,00, 1,000)	безвимірна
Депозити в економіці	total deposits	effect_of_deposit_IR_on_total_deposits*normal_deposits	млрд грн/рік

Закінчення табл. Б7

Екзогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Значення	Одиниці виміру
Час пристосування ставки за кредитами	time to adj loan interest rate	1,5	роки
Ваги ефекту облікової ставки на ставку за кредитами	weight of effect of key policy rate on loan interest rate	0,1	безвимірні
Коефіцієнт біля ефекту розриву ВВП на облікову ставку	b1	0,201	безвимірні
Час пристосування облікової ставки	time to adj key policy rate	0,2	роки
Коефіцієнт біля нейтральної ставки	a	0,18	безвимірні
Нейтральна реальна ставка	neutral real interest rate	2	%/рік
Час пристосування ставки за депозитами	time to adj deposit IR	1	рік
У середньому депозитів в економіці	normal deposits	850	млрд грн/рік

Таблиця Б8

Змінні та рівняння блоку ринку праці (*Labor market block*)

Вхідні змінні з інших секторів			
Показник	Умовне позначення	Сектор	Одиниці виміру
Реальний ВВП	Real GDP	GDP block	млн грн/рік
Інфляція	Inflation	Inflation block	%/рік
Ендогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Формула розрахунку	Одиниці виміру
Зайнятість	Employment	$\text{employment}(t - dt) + (\text{chg_in_WOP} + \text{chg_in_employment}) * dt$	млн осіб/рік
Зміна зайнятості за рахунок населення працездатного віку	Chg in WOP	$\text{"working_age_population(WOP)"} / \text{WOP_adj_time}$	млн осіб/рік/рік
Зміна зайнятості	Chg in employment	$(\text{desired_employment} - \text{Employment}) / \text{hiring_time}$	млн осіб/рік/рік
Приріст інфляції	Growth in inflation	$\text{Inflation_block.Inflation} / \text{HISTORY(Inflation_block.Inflation; -0,5)}$	безвимірنا
Приріст ВВП	Growth in real GDP	$\text{GDP_block.Real_GDP} / \text{HISTORY(GDP_block.Real_GDP; -1)}$	безвимірنا
Середня заробітна плата	Average wage	$\text{minimum_wage} * (1 + \text{growth_in_Inflation} * \text{growth_in_real_GDP})$	тис. грн/рік
Обсяг зарплат в економіці	Total wages	$\text{Employment} * \text{average_wage}$	тис. грн/рік
Безробіття	Unemployment	$\text{"working_age_population(WOP)"} - \text{Employment}$	млн осіб/рік
Населення працездатного віку	Working age population	$\text{population} * \text{fraction_of_WOP_in_population}$	млн осіб/рік

Продовження табл. Б8

Екзогенні змінні			
Показник	Умовне позначення	Значення	Одиниці виміру
Населення	Population	GRAPH(2016,0; 42,708647), (2016,25; 42,658149), (2016,5; 42,620007), (2016,75; 42,603854), (2017,0; 42,541633), (2017,25; 42,467037), (2017,5; 42,434767), (2017,75; 42,386403), (2018,0; 42,322028), (2018,25; 42,263873), (2018,5; 42,220824), (2018,75; 42,153201)	млн осіб/рік
Продуктивність праці	Labor productivity	100	тис. грн/особу
Частка населення працездатного віку	Fraction of WOP in population	0,6	безвимірна
Час пристосування населення працездатного віку	WOP adj time	18	рік
Час найму	Hiring time	0,00195	рік
Мінімальна заробітна плата	Minimum wage	48	тис. грн/особу

Наукове видання

ЛУК'ЯНЕНКО Ірина Григорівна

НАСАЧЕНКО Марія Юріївна

**ПІДХОДИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ
ІМІТАЦІЙНОЇ АГРЕГОВАНОЇ МАКРОМОДЕЛІ
УКРАЇНСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ
З УРАХУВАННЯМ ТІНЬОВОГО СЕКТОРУ
ТА РИНКУ ПРАЦІ**

Монографія

Редактор і коректор *Наталія Мінько*

Комп'ютерна верстка *Андрія Шмаркатюка*

Підп. до друку 04.12.2019

Формат 60 x 84 1/16. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 4,6

Наклад 100 прим.

Адреса редакційно-видавничого відділу НаУКМА:

вул. Г. Сковороди, 2, Київ, 04655,

тел.: (044) 463-66-68

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів книжкової продукції
серія ДК № 3631 від 23.11.2009

Надруковано ТОВ “МедіаМакс”,

вул. Герцена, 17/25, м. Київ

Тел.: (044) 230-49-49