

## СЦЕНАРНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ НА ПРОВЕДЕННЯ МОНЕТАРНОЇ ПОЛІТИКИ

©2019 ТОКАРЧУК В. В., НАСАЧЕНКО М. Ю.

УДК 519.8:336.7  
JEL: E17; E52; C15; C53

### Токарчук В. В., Насаченко М. Ю. Сценарний аналіз впливу дестабілізуючих факторів на проведення монетарної політики

Мета статті полягає в обґрунтуванні та кількісній оцінці впливу дестабілізуючих факторів на досягнення цілей монетарної політики шляхом застосування економіко-математичного моделювання, а саме – методу системної динаміки. Даний підхід до моделювання дозволяє враховувати складні та множинні взаємозв'язки в економічній системі, а також відтворювати реальні історичні тенденції. На основі розробленої моделі досліджено різні сценарії впливу ризиків на цінову стабільність, зокрема зростання частки тіньової економіки, зміна цін на енергоносії, дисбаланс міжнародної торгівлі. На прикладі сценарного аналізу доведено, що спричинені макроекономічною нестабільністю загрози суттєво позначаються на ефективному проведенні монетарної політики. Перспективами подальших досліджень у даному напрямку є розширення макромоделі додаванням фінансового, податково-бюджетного та інших секторів для найбільш точного відтворення функціонування економіки країни, зокрема з урахуванням тіньового сектора.

**Ключові слова:** системна динаміка, монетарна політика, моделювання, сценарний аналіз, дестабілізуючі фактори.

DOI:

Рис.: 6. Бібл.: 14.

**Токарчук Віктор Васильович** – кандидат фізико-математичних наук, старший викладач кафедри фінансів, Національний університет «Києво-Могилянська академія» (вул. Г. Сковороди, 2, Київ, 04655, Україна)

E-mail: fivalet@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5138-4476>

**Насаченко Марія Юріївна** – магістр з фінансів, банківської справи і страхування, Національний університет «Києво-Могилянська академія» (вул. Г. Сковороди, 2, Київ, 04655, Україна)

E-mail: mariya.nasachencko@gmail.com

УДК 519.8:336.7  
JEL: E17; E52; C15; C53UDC 519.8:336.7  
JEL: E17; E52; C15; C53

### Токарчук В. В., Насаченко М. Ю. Сценарний аналіз впливу дестабілізуючих факторів на проведення монетарної політики

Цель статьи состоит в обосновании и количественной оценке влияния дестабилизирующих факторов на достижение целей монетарной политики путем применения экономико-математического моделирования, а именно – метода системной динамики. Данный подход к моделированию позволяет учитывать сложные и множественные взаимосвязи в экономической системе, а также воспроизводить реальные исторические тенденции. На основе разработанной модели исследованы различные сценарии влияния рисков на ценовую стабильность, в частности рост доли теневой экономики, изменение цен на энергоносители, дисбаланс международной торговли. На примере сценарного анализа доказано, что вызванные макроекономической нестабильностью угрозы существенно сказываются на эффективном проведении монетарной политики. Перспективами дальнейших исследований в данном направлении является расширение макромодели добавлением финансового, налогово-бюджетного и других секторов для наиболее точного воспроизведения функционирования экономики страны.

**Ключевые слова:** монетарная политика, системная динамика, моделирование, сценарный анализ, факторы дестабилизации.

Рис.: 6. Библ.: 14.

**Токарчук Виктор Васильевич** – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры финансов, Национальный университет «Києво-Могилянська академія» (ул. Г. Сковороди, 2, Киев, 04655, Украина)

E-mail: fivalet@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5138-4476>

**Насаченко Марія Юрьевна** – магістр по финансам, банковскому делу и страхованию, Национальный университет «Києво-Могилянська академія» (ул. Г. Сковороди, 2, Киев, 04655, Украина)

E-mail: mariya.nasachencko@gmail.com

### Tokarchuk V. V., Nasachenko M. Yu. The Scenario Analysis of the Impact of Destabilizing Factors on Monetary Policy

The article is aimed at substantiating and quantifying the impact of destabilizing factors on achieving the monetary policy goals by applying economic-mathematical modeling, namely, the method of system dynamics. This approach to modeling allows taking into account complex and multiple relationships in an economic system, as well as reproducing the real historical tendencies. On the basis of the developed model, various scenarios of the impact of risks on the price stability, in particular growth of the share of shadow economy, changes in energy prices, imbalance of international trade, are researched. The scenario analysis exemplified that the threats caused by macroeconomic instability have a significant impact on the efficient implementation of monetary policy. Prospects for further research in this direction is the expansion of the macro model by adding the financial, the fiscal and other sectors to best reproduce the functioning of the country's economy.

**Keywords:** monetary policy, system dynamics, modeling, scenario analysis, destabilization factors.

Fig.: 6. Bibl.: 14.

**Tokarchuk Viktor V.** – PhD (Physics and Mathematics), Senior Lecturer, Department of Finance, National University of «Kyiv-Mohyla Academy» (2 H. Skovorody Str., Kyiv, 04655, Ukraine)

E-mail: fivalet@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5138-4476>

**Nasachenko Mariia Yu.** – Master of Finance, Banking and Insurance, National University of «Kyiv-Mohyla Academy» (2 H. Skovorody Str., Kyiv, 04655, Ukraine)

E-mail: mariya.nasachencko@gmail.com

Протягом останніх десятиліть інтегрованість країн до глобальної економіки поступово зростає. Економічна та фінансова нестабільність на міжнародних ринках впливає і на фінансово-економічну систему всіх інтегрованих країн без винятку, і на ефективність проведення ними монетарної політики та досягнення її цілей, однак з різною силою, залежно від того, наскільки кожна конкретна країна або регіон вразливий до змін у зовнішньому середовищі. Крім того, цінову стабільність, яка є основною метою грошово-кредитної політики в країнах з інфляційним таргетуванням, можуть похитнути внутрішні чинники – високий рівень тінгової економіки, неврожай, зміни умов кредитування, підвищення цін на сировину тощо. Оскільки економіка України є відкритою та малою, що характеризується невеликою часткою її ВВП у загальносвітовому ВВП, а також характеризується великими обсягами експорту та імпорту, проведення сценарного аналізу впливу шоків на цільові показники монетарної політики постає актуальним та обґрунтованим.

Суттєвий внесок у дослідження питань монетарної політики, а також теоретико-методологічних і практичних аспектів побудови економіко-математичних моделей зробили такі вітчизняні та зарубіжні вчені: Баженова О. [1], Геєць В. [9], Гурьянова Л., Клебанова Т. [12], Лук'яненко І. [7], Меркулова Т. [4], Міщенко В. [3], Ніколайчук С. [5], Скрипниченко М. [9], Шумська С. [10], Черняк О. [9], Уїт Д. [14], Стерман Дж. [13] та багато інших.

Метою статті є емпіричне оцінювання впливу дестабілізуючих факторів на досягнення цілей монетарної політики на основі розробленої агрегованої імітаційної макромоделі.

Для проведення дослідження використано як загальнонаукові методи пізнання, так і специфічні методи аналізу та моделювання. Зокрема, серед загальнонаукових методів було використано аналіз і синтез для дослідження сутності цілей монетарної політики. Метод системної динаміки, який є специфічним модельним інструментарієм, використовувався для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між досліджуваними явищами, а також на його основі був проведений аналіз чутливості української економіки до дестабілізуючих факторів, породжених макроекономічною нестабільністю.

Основною метою грошово-кредитної політики згідно із Законом України «Про Національний банк України» є досягнення та підтримка цінової стабільності, яка полягає в поступовому зниженні середньострокової інфляції до рівня 5% на рік [2]. Крім того, успішне функціонування економіки неможливе без сприяння фінансовій стабільності, у тому числі стабільності банківської системи, а також дотримання стійких темпів економічного зростання, що є другим і третім пріоритетом НБУ відповідно [6].

Для забезпечення досягнення пріоритетних цілей Національний банк використовує монетарний режим інфляційного таргетування, який передбачає оголошення кількісної середньострокової цілі щодо індексу споживчих цін. Використання таргетування інфляції на противагу іншим монетарним режимам, зокрема таргетуванню обмінного курсу, грошової маси, номінального ВВП довело свою ефективність у багатьох країнах світу [7].

Забезпечення досягнення цілей монетарної політики реалізується за допомогою використання процентної політики, операцій з регулювання ліквідності, інструментів постійного доступу та інших інструментів. Крім того, допоміжним інструментом політики є валютні інтервенції, які служать для накопичення міжнародних резервів, згладжування волатильності обмінного курсу та підтримання трансмісії ключової ставки [8].

Рішення щодо монетарної політики ухвалюються на основі аналізу великих обсягів інформації, як кількісної, так і якісної – масиви статистичних даних, експертні судження, прогнози розвитку країн-сусідів тощо [4]. Структурування отриманої інформації та її обробка відбувається за допомогою набору моделей, які є спрощенням реальності та можуть повністю відтворити економічні зв'язки та процеси [5]. Водночас, використання моделей допомагає формалізувати комплексні процеси з метою отримання інформації щодо стану економіки країни та прийняття на її основі ефективних та узгоджених рішень [3].

Один з методів, що дозволяє моделювати складні системи з великою кількістю взаємозалежностей, є системна динаміка. Підхід до моделювання на основі методу системної динаміки має ряд переваг, зокрема невисокі вимоги до масиву даних – достатньо мінімальної кількості спостережень, можливість включання в модель елементів державного регулювання, простота розуміння механізму моделювання через наявність візуального представлення результатів [13]. Системна динаміка базована на системах зворотного зв'язку, запозичених з 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 структури, взаємозв'язків та типів поведінки складних соціальних систем в умовах різних режимів [11].

Підхід системної динаміки бере початок з праці Дж. Форрестера «Індустріальна економіка». Суть методу полягає в моделюванні та аналізі комплексних структур у динаміці. Крім того, моделі системної динаміки використовуються для дослідження наукових та управлінських проблем у складних системах. Ідею Дж. Форрестера продовжив Д. Уїт, створивши інтерактивну комп'ютерну модель економіки США –

«MacroLab», що служить ілюстративним навчальним матеріалом для вивчення макроекономіки – її структури та поведінки в часі [14].

Розробкою макромоделі України методами системної динаміки займалися в тому числі й українські вчені. Динамічна макроекономічна модель відображає в узагальненому вигляді взаємозв'язки між ключовими секторами економіки: сектором виробництва, який складається з трьох підмоделей – формування капіталу, продуктивності та ринку праці, монетарним сектором, 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, де змодельоване формування доходів та видатків, сектором розподілу доходів, який відображає перерозподіл номінального сукупного доходу, а також міжнародним сектором, де формується експорт та імпорт з урахуванням рівня споживання та внутрішнього виробництва [7].

Базуючись на аналізі вітчизняних і закордонних літературних джерел [9], з метою тестування впливу дестабілізуючих факторів на проведення монетарної політики, а саме, досягнення її основної цілі – низької та стабільної інфляції, було розроблено макроекономічну модель системної динаміки, що складається із семи блоків: офіційного ВВП, інфляції, обмінного курсу, міжнародних резервів, тіньового ВВП, міжнародної торгівлі та процентних ставок. Блоки формування реального ВВП, де моделюється його розрахунок на основі класичної формули за витратами та міжнародної торгівлі, в якому визначається обсяги експорту та імпорту, представляють реальний сектор економіки. Тіньовий ВВП обраховується на основі частки неформальної зайнятості, що за припущенням залежить від загального рівня тінізації української економіки, розрахованого монетарним методом за формулою Гутманна. Формування обмінного курсу відбувається, зважаючи на баланс торгівлі [1]. Крім того, плаваючий курс гривні до долара, згідно зі «Стратегією валютних інтервенцій НБУ», може підтримуватися шляхом проведення центральним банком валютних інтервенцій з міжнародних резервів. Інфляція в моделі розраховується на базі модифікованого рівняння кривої Філіпса, що включає такі змінні, як інфляція минулого періоду, очікувана інфляція та розрив ВВП. У блоці процентних ставок змодельовано реакцію центрального банку на поточний і прогнозований рівень цін через зміну облікової ставки. На *рис. 1* схематично зображено причинно-наслідкові зв'язки між ключовими змінними макромоделі.

Далі було протестовано прогнозу здатність побудованої за допомогою методів системної динаміки та оціненої макромоделі України за наявності певних

шоків. Для цього було проаналізовано варіанти забезпечення досягнення цілей монетарної політики за різних сценаріїв можливого розвитку подій. А саме, досліджено базовий і перелік шести обраних сценаріїв, які були протестовані на основі історичних даних за період з останнього кварталу 2016 р. до третього кварталу 2018 р. Усі необхідні обчислення та симуляції проводились у програмному пакеті Stella Architect.

**Базовий сценарій.** Базовим у даному випадку є сценарій, який передбачає рівноважний економічний розвиток на основі тенденцій наявних 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 (*рис. 2*). 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 [12]. Зміна співвідношення національної грошової одиниці до долара через ефект перенесення волатильності обмінного курсу на внутрішні ціни впливає на інфляцію в бік її зниження. За даного сценарію припускається, що НБУ не втручається в ситуацію на ринку, тобто курс ревальвує на суму, визначену балансом між попитом і пропозицією валюти за умови відсутності інтервенцій.

**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 (*рис. 2*). У рамках другого сценарію НБУ проводить інтервенції для згладжування ревальвации обмінного курсу, спричиненої підвищенням вартості експортної продукції у випадку, наприклад, обмеженої можливості ринку до само збалансування, зумовленою 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.

**Сценарій 3.** Девальвация обмінного курсу за рахунок зростання ціни українського імпорту за відсутності реакції центрального банку в рамках гнучкого курсоутворення за інших рівних умов. Даний сценарій передбачає відсутність реакції НБУ у вигляді валютних інтервенцій на посилення дисбалансу між попитом і пропозицією на валюту. Вища ціна імпорту поглиблює дефіцит поточного рахунку, що тисне на обмінний курс у бік знецінення гривні до долара, а девальвация зумовлює зростання індексу споживчих цін [10]. Результати тестування сценарію 3 наведені на *рис. 3* і передбачають девальвацию гривні за умови зростання цін імпортованих товарів.

**Сценарій 4.** Девальвация обмінного курсу за рахунок зростання ціни українського імпорту та проведення центральним банком валютних інтервенцій



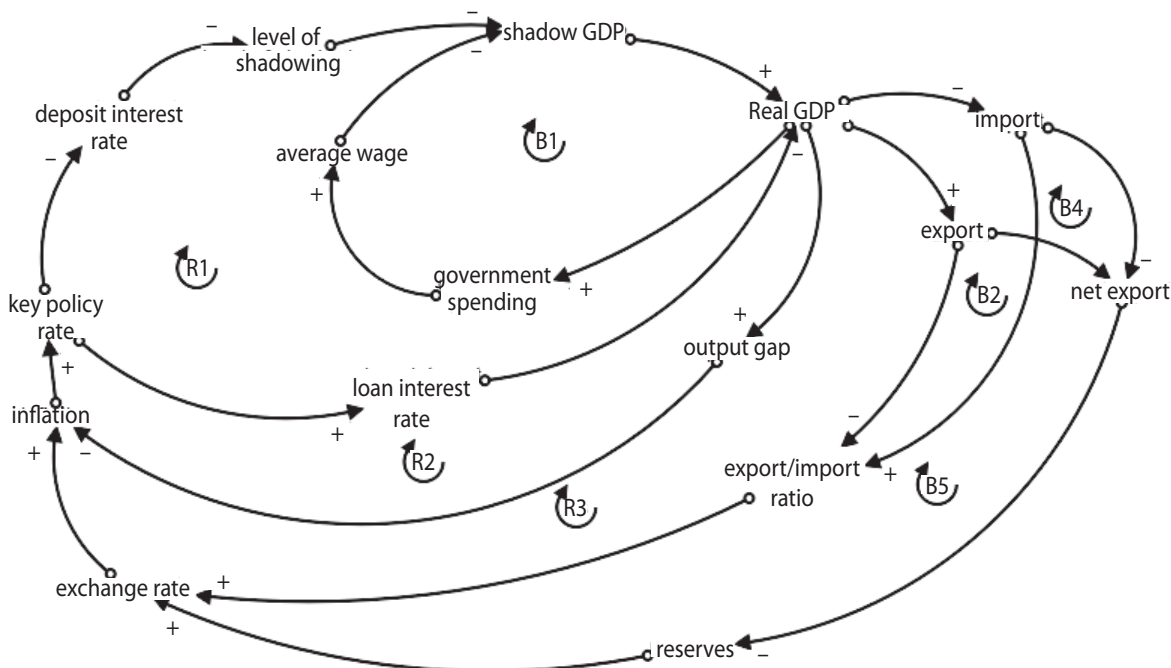


Рис. 1. Діаграма причинно-наслідкового зв'язку між змінними моделі

Джерело: авторська розробка.

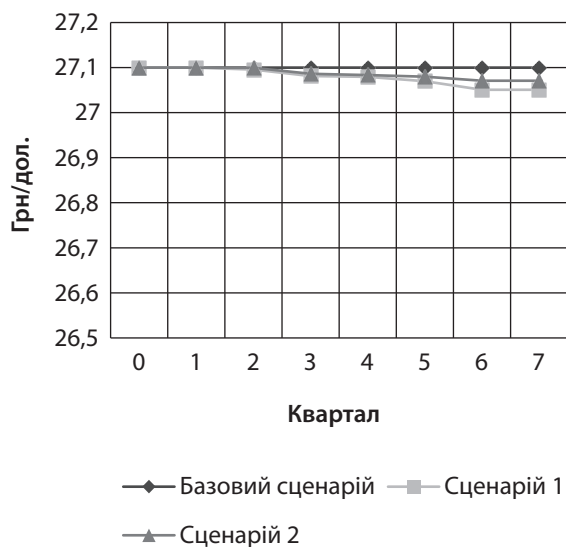


Рис. 2. Рівень обмінного курсу

Джерело: авторська розробка.

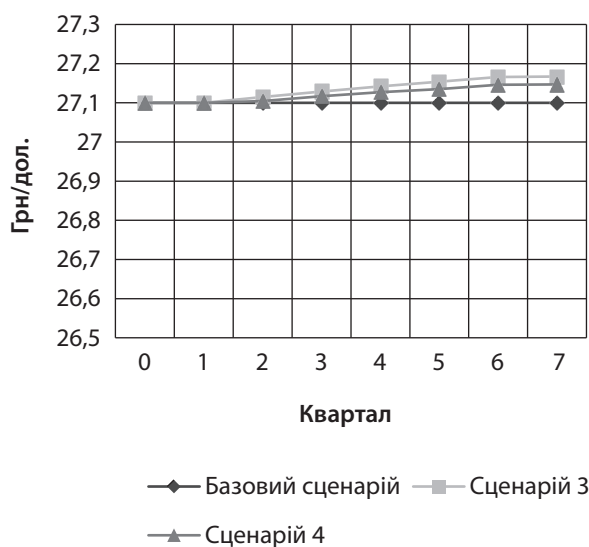


Рис. 3. Рівень обмінного курсу

Джерело: авторська розробка.

з метою згладжування курсових коливань за інших рівних умов (рис. 3). Рішення центрального банку про втручання в курсоутворення залежить від розвитку фінансових ринків, їх здатності до саморегулювання, ступеня лібералізації валютного законодавства.

**Сценарій 5.** Зростання рівня інфляції за рахунок підвищення тарифів на енергоносії та, як результат, підвищення рівня облікової ставки як реакції центрального банку за інших рівних умов. У відповідь на подорожчання газу центральний банк підвищує облікову ставку аби запобігти прискоренню інфляційних процесів, спричинених зростанням витрат на оплату

комунальних платежів і, як наслідок, собівартості вироблених товарів (рис. 4 – рис. 5).

**Сценарій 6.** Зростання тіньового ВВП та дефіциту державного бюджету за рахунок збільшення частки тіньової зайнятості та, як результат, рестрикційна монетарна політика за інших рівних умов (рис. 6). Підвищення тіньової зайнятості спровоковане, наприклад, прогалинами в податковому законодавстві [4], низькими реальними доходами населення, розгортанням корупції, високим рівнем бюрократизації та ін., призводить одночасно до зростання тіньового ВВП, оскільки все більша частина економічної діяль-

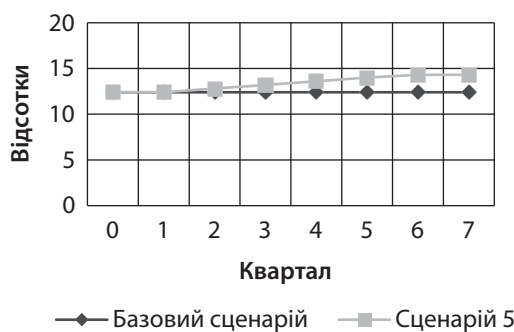


Рис. 4. Рівень інфляції

Джерело: авторська розробка.

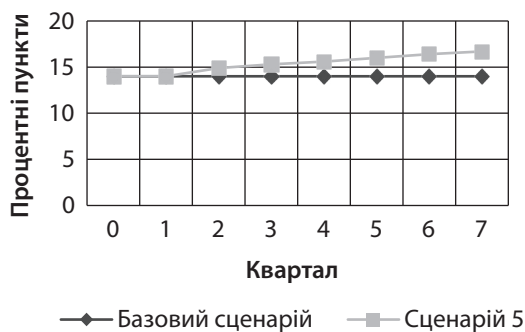


Рис. 5. Рівень облікової ставки

Джерело: авторська розробка.

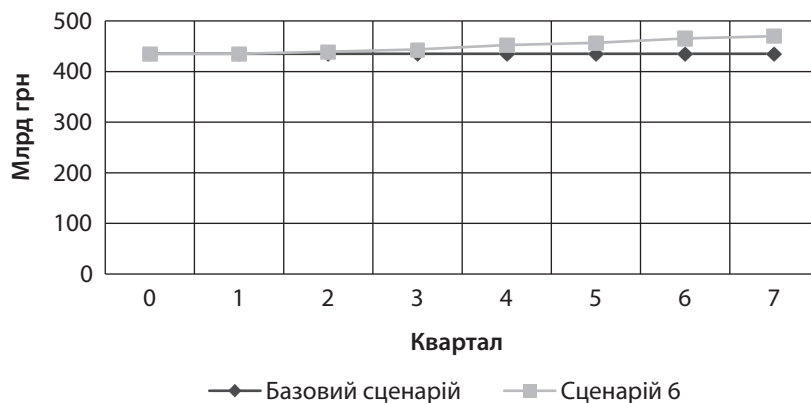


Рис. 6. Обсяги тіньового ВВП

Джерело: авторська розробка.

ності стає неофіційною, та до дефіциту державного бюджету, причому останній супроводжується погіршенням інфляційних і девальваційних очікувань.

### ВИСНОВКИ

Тестування розробленої макроекономічної моделі системної динаміки продемонструвало, що вказана модель здатна давати кількісні оцінки наслідків економічних шоків на основі сценарного аналізу, і тому вона може бути використана для підвищення ефективності монетарної політики.

Крім цього, модель є компактною та функціональною, 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 стабільність загалом і на досягнення цілей монетарної політики зокрема.

Аналіз основних сценаріїв, таких як зміна цін на імпорتنі та експортні товари та послуги, зростання цін на енергоносії та зміна частки тіньової зайнятості, показали необхідність дотримання макроекономічної стабільності, оскільки будь-які дестабілізуючі обставини спричиняють відхилення інфляції від цільової траєкторії та вимагають додаткових дій з боку НБУ в рамках проведення монетарної політики. ■

### ЛІТЕРАТУРА

1. **Баженова О.** Чинники поточного рахунку в Україні: емпіричні докази. *Наукові записки НаУКМА*, 2018. Т. 3. № 1. С. 3–8. DOI: <http://dx.doi.org/10.17721/1728-2667.2015/167-2/6>
2. Закон України «Про Національний банк України» від 20.05.1999 р. № 679-XIV. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/679-14>
3. **Міщенко В., Сомик А., Лисенко Р.** Особливості дії трансмісійного механізму грошово-кредитної політики в умовах кризи : науково-аналітичні матеріали. Вип. 16. Київ : Центр наукових досліджень НБУ, 2010. 96 с. URL: <https://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=70698>
4. **Меркулова Т., Акулова Г.** Критичний аналіз негативних та позитивних наслідків податкової конкуренції на основі відповідних моделей. *Бізнес Інформ*. 2012. № 4. С. 204–207.
5. **Ніколайчук С., Шоломицький Ю.** Використання макроекономічних моделей для монетарної політики в Україні. *Вісник Національного банку України*. 2015. № 233. С. 58–69.
6. Офіційний сайт Національного банку України. URL: <http://www.bank.gov.ua>
7. Системний аналіз формування державної політики в умовах макроекономічної дестабілізації / за ред. д-ра екон. наук. проф. І. Г. Лук'яненко. Київ : НаУКМА, 2017.
8. Стратегія валютних інтервенцій Національного банку України на 2016–2020 роки. URL: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=38098167>

9. Фактори макроекономічної нестабільності в системі моделей економічного розвитку : кол. моногр. / Геєць В., Сіденко В., Скрипниченко М. та ін. / за ред. д-ра екон. наук М. І. Скрипниченко. Київ, 2012. 720 с. URL: <http://ief.org.ua/docs/mg/99.pdf>

10. Шумська С. Перспективи зростання економіки України на фоні глобальних трендів. *Економіка і прогнозування*. 2017. № 3. С. 7–30.

11. Bala B. K., Arshad F. M., Noh K. M. System dynamics modeling and simulations. Singapore : Springer Singapore, 2017. 278 p.

12. Models for the analysis of the state's financial security indicators dynamics / Guryanova L. S., Klebanova T. S., Milevskiy S. V., Nepomnyaschiy V. V., Rudachenko O. A. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2017. Вип. 1. С. 254–264.

13. Sterman J. D. Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Library of Congress Cataloging in Publishing Data, 2000. URL: [https://www.academia.edu/36052677/Sterman\\_I\\_1\\_ISBN\\_007238915X\\_TITLE\\_BUSINESS\\_DYNAMICS\\_SYSTEMS\\_THINKING](https://www.academia.edu/36052677/Sterman_I_1_ISBN_007238915X_TITLE_BUSINESS_DYNAMICS_SYSTEMS_THINKING)

14. Wheat D., Jr. The Feedback Method: A System Dynamics Approach to Teaching Macroeconomics : PhD dissertation in Economics. Bergen, 2007.

## REFERENCES

Bala, B. K., Arshad, F. M., and Noh, K. M. *System dynamics modeling and simulations*. Singapore: Springer Singapore, 2017.

Bazhenova, O. "Chynnyky potochnoho rakhunku v Ukraini: empirychni dokazy" [Current Account Factors in Ukraine: Empirical Evidence]. *Naukovi zapysky NaUKMA*, vol. 3, no. 1 (2018): 3-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.17721/1728-2667.2015/167-2/6>

Guryanova, L. S. et al. "Models for the analysis of the state's financial security indicators dynamics". *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*, no. 1 (2017): 254-264.

Heiets, V. et al. "Fakторы makroekonomichnoi nestabilnosti v systemi modelei ekonomichnoho rozvytku" [Macroeconomic instability factors in the system of economic development models]. Kyiv, 2012. <http://ief.org.ua/docs/mg/99.pdf>

[Legal Act of Ukraine] (1999). <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/679-14>

Merkulova, T., and Akulova, H. "Krytychnyi analiz nehatyvnykh ta pozytyvnykh naslidkiv podatkovoi konkurentsii na osnovi vidpovidnykh modelei" [Critical analysis of the negative and positive effects of tax competition on the basis of appropriate models]. *Biznes Inform*, no. 4 (2012): 204-207.

Mishchenko, V., Somyk, A., and Lysenko, R. "Osoblyvosti dii transmisiinoho mekhanizmu hroshovo-kredytnoi polityky v umovakh kryzy" [Features of the transmission mechanism of monetary policy in a crisis]. Kyiv : Tsentru naukovykh doslidzhen NBU, 2010. <https://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=70698>

Nikolaichuk, S., and Sholomytskyi, Yu. "Vykorystannia makroekonomichnykh modelei dlia monetarnoi polityky v Ukraini" [The use of macroeconomic models for monetary policy in Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoho banku Ukrainy*, no. 233 (2015): 58-69.

Ofitsiynyi sait Natsionalnoho banku Ukrainy. <http://www.bank.gov.ua>

"Stratehiia valiutnykh intervensii Natsionalnoho banku Ukrainy na 2016-2020 roky" [Strategy of currency interventions of the National Bank of Ukraine for 2016-2020]. <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=38098167>

Shumska, S. "Perspektyvy zrostannia ekonomiky Ukrainy na foni hlobalnykh trendiv" [Prospects for growth of the Ukrainian economy against the background of global trends]. *Економіка і прогнозування*, no. 3 (2017): 7-30.

Sterman, J. D. "Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World". Library of Congress Cataloging in Publishing Data, 2000. [https://www.academia.edu/36052677/Sterman\\_I\\_1\\_ISBN\\_007238915X\\_TITLE\\_BUSINESS\\_DYNAMICS\\_SYSTEMS\\_THINKING](https://www.academia.edu/36052677/Sterman_I_1_ISBN_007238915X_TITLE_BUSINESS_DYNAMICS_SYSTEMS_THINKING)

*Systemnyi analiz formuvannia derzhavnoi polityky v umovakh makroekonomichnoi destabilizatsii* [System analysis of state policy making in conditions of macroeconomic destabilization]. Kyiv: NaUKMA, 2017.

Wheat, D. Jr. *The Feedback Method: A System Dynamics Approach to Teaching Macroeconomics* : PhD dissertation in Economics. Bergen, 2007.