

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «ПРИКАРПАТСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

**БУЯК ЛЕСЯ МИХАЙЛІВНА**

УДК 519.866

**МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ З УРАХУВАННЯМ  
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ**

**Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі  
та інформаційні технології в економіці**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора економічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Тернопільському національному економічному університеті Міністерства освіти і науки України, м. Тернопіль.

**Науковий консультант:** доктор фізико-математичних наук, професор

**Григорків Василь Степанович,**  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича,  
завідувач кафедри економіко-математичного  
моделювання

**Офіційні опоненти:** доктор економічних наук, професор

**Ляшенко Олена Ігорівна,**  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка,  
професор кафедри економічної кібернетики

доктор економічних наук, професор

**Клебанова Тамара Семенівна,**  
Харківський національний економічний  
університет імені Семена Кузнеця,  
завідувач кафедри економічної кібернетики

доктор економічних наук, професор

**Христіановський Вадим Володимирович,**  
Донецький національний університет (м. Вінниця),  
завідувач кафедри математики і  
математичних методів в економіці

Захист відбудеться «11» квітня 2017 року о 11 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.051.12 ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» Міністерства освіти і науки України за адресою: 76025, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 79, зал засідань.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» Міністерства освіти і науки України за адресою: 76025, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 79.

Автореферат розісланий «\_\_\_» березня 2017 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

І.В. Никифорчин

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Тенденція глобалізації, легкість переміщення капіталів через кордони, інформатизація економіки та інші чинники почали істотно впливати на формування відносин між суб'єктами господарювання, змінюючи погляди на природу стійкого і нестійкого, на відношення порядку і хаосу. В результаті теорія і практика економічної науки зіштовхнулася з новими проблемами і випробуваннями, які засвідчують некоректність ухвалення управлінських рішень з використанням лінійного підходу, що мав місце і виправдовував себе під час стабільного і стійкого зростання економічних показників. Із початком кризи ситуація різко змінилася, і прогнозування тривалих у часі тенденцій втратило сенс. Зрозуміло, що в такому випадку виникла гостра необхідність використання іншого наукового інструментарію, нових ідей і підходів, а можливо, й нової теорії.

Підвищення складності та нестабільності економічних процесів привело до порушення умов застосування класичних методів, а тому обумовлює необхідність розробки та використання математичних моделей і методів аналізу й прогнозування динаміки економічних систем, що базуються на нелінійній парадигмі та дозволяють враховувати невизначеність, притаманну процесу розвитку економічних систем.

Сучасний розвиток методів економіко-математичного моделювання та їх впровадження у практику управління економічними системами посилюється можливостями новітніх комп'ютерних технологій та достатніми потужностями комп'ютерного потенціалу економічних систем, що забезпечує необхідну точність та швидкодію (оперативність) при розробці, тестуванні та застосуванні моделей та дає можливість будувати складні нелінійні динамічні моделі, які більш адекватно відображають сучасні економічні процеси на будь-якому рівні економіки.

Питаннями розробки економіко-математичних моделей на різних рівнях агрегованості економіки у різний час займалися зарубіжні та вітчизняні вчені: А.Г. Аганбегян, С.А. Айвазян, К.А. Багриновський, І.С. Благун, В.В. Вітлінський, В.М. Вовк, В.М. Геєць, О.Г. Гранберг, Є.Г. Гольдштейн, Л.І. Дмитришин, В.А. Забродський, В.Я. Заруба, Н.Л. Іващук, Б.М. Кишакевич, М.М. Клименюк, Т.С. Клебанова, К.Ф. Ковальчук, Ю.Г. Лисенко, О.М. Ляшенко, І.В. Сергієнко, О.П.Суслов, О.О. Петров, О.І. Черняк та інші. Постановкою й розв'язанням завдань економічної динаміки займалися колективи під керівництвом В.М. Глушкова, В.В. Леонтєва, О.В. Лотова, В.Л. Петренка, Л.Н. Сергєєвої, проблемами синергетики та моделювання нелінійної динаміки – В.-Б. Занг, В.С.Григорків, С.П. Курдюмов, В.Б. Кудрявцев, С.П. Кузнєцов, І.М. Ляшенко, О.І. Ляшенко, Н.К. Максишко, Г.Г. Малинецький, Б. Мандельброт, В.О. Перепелиця, І.Пригожин, В.В. Христіановський, Н.З. Шор, В.Г. Штелик, Д.Б. Юдін, О.І. Ястремський та інші.

Роботи зазначених авторів складають на даний момент базис методології моделювання економіки. Але у працях перелічених і інших вчених не в повній мірі розв'язано проблему

побудови моделей, які б враховували той факт, що складність цілісної економічної системи формується внаслідок присутності в її структурі активних елементів, які вступають в складні взаємні зв'язки між собою і з зовнішнім середовищем та прагнуть досягнення власних цілей. Тому розробка теорії, концепції та методів побудови моделей складних економічних систем з урахуванням вказаних особливостей, зокрема моделей економіки, які дозволяли б на модельному рівні імітувати економічну динаміку та її наслідки, є актуальною науковою проблемою.

Дане дисертаційне дослідження присвячено побудові моделей економічної та соціально-економічної динаміки у просторах економічних змінних, доповнених показниками економічної структури суспільства, та спрямовано на дослідження процесів у економічних системах і розробку інструментарію підтримки прийняття рішень при прогнозуванні розвитку таких систем.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана у рамках наукових тем кафедри економічної кібернетики та інформатики Тернопільського національного економічного університету: «Моделювання динаміки управлінських, маркетингових, виробничих, фінансових та екологічних процесів у організаційних системах (державний реєстраційний номер 0106U012531) (автором розроблено моделі оптимізації інструментів бюджетно-податкової, кредитно-грошової, валютної і зовнішньоторговельної політики); «Моделі динаміки економічних систем та процесів на різних рівнях ієрархії (державний номер 0114U006471) (автором розроблено комплекс математичних моделей антикризових заходів щодо управління в низькопродуктивній економіці); кафедри економіко-математичного моделювання Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича: «Застосування математичних методів, моделей та інформаційних технологій в дослідженні економічних та еколого-економічних систем» (державний реєстраційний номер 0107U010892), «Моделювання економічних, еколого-економічних і соціально-економічних процесів та систем» (державний реєстраційний номер 0112U008341). Автором розроблено моделі загальної економічної динаміки з урахуванням показників економічної структури суспільства.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розробка та подальший розвиток теоретичних, методологічних і методичних підходів до моделювання характерних для сучасних реалій соціально-економічних явищ і процесів та розробка комплексу моделей економічної динаміки з урахуванням соціально-економічної кластеризації та особливостей еволюції економічних систем.

Мета дисертаційної роботи повністю визначає зміст досліджень, які полягають у розв'язанні таких теоретичних і практичних завдань:

–аналіз та систематизація сучасних теоретико-методологічних аспектів системного дослідження соціально-економічних процесів і систем;

–обґрунтування методології моделювання соціально-економічних систем і впливу на їх динаміку економічної структури суспільства;

–формування концептуального підходу до моделювання динаміки соціально-економічних систем з урахуванням показників економічної структури суспільства та розробка відповідної базової моделі для дослідження рівноважних станів і мультистабільності цих систем;

–розробка моделі економічної динаміки з урахуванням параметрів, які характеризують ринок землі сільськогосподарського призначення, та показників економічної структури суспільства;

–розробка динамічної моделі економіки, що функціонує в умовах суттєвої тінзації економічної діяльності її суб'єктів;

–розробка динамічної моделі екологічної економіки з економічно структурованим суспільством та утилізацією створеного забруднення;

–розробка моделі динамічної взаємодії державного та приватного секторів економіки;

–розробка моделі взаємодії виробничого та банківського секторів в низькопродуктивній економіці;

–розробка моделей економічної динаміки з урахуванням іпотечного та вексельного кредитування;

–дослідження процесів зближення економіки України з економіками Європейського та Митного союзів;

–розробка імітаційної моделі економіки України, що наближено імітує позиціонування держави у міжнародному поділі праці;

–створення інформаційного та програмного забезпечення для проведення імітаційних експериментів з побудованими моделями та експериментальних досліджень основних закономірностей розвитку економічних систем з метою вдосконалення інструментарію підтримки прийняття рішень в економіці.

*Об'єктом дослідження* є динаміка економічних систем в економічно кластеризованому суспільстві.

*Предметом дослідження* є методологічні засади та відповідний інструментарій економіко-математичного моделювання і прикладного автоматизованого аналізу економічної динаміки з урахуванням соціально-економічної кластеризації.

**Методи дослідження.** Теоретичну і методологічну основу дисертаційного дослідження складають наукові праці зарубіжних та вітчизняних учених в галузях: системного підходу (проведено аналіз базових категорій наукового пізнання, синтезовано авторські визначення в межах категоріального апарату економічної динаміки, авторські концепції моделювання економічної динаміки й побудови комплексних моделей економічних систем), економіко-математичного моделювання й економічної динаміки (розроблено економіко-математичні моделі загальної

економічної динаміки, проведено аналіз стійкості моделей), імітаційного моделювання й системної динаміки (розроблено комплексну модель економіки України), а також наукові положення економічної теорії, моделювання складних систем, теорії диференціальних рівнянь, математичного та комп'ютерного моделювання.

У процесі дослідження були використані наступні методи: абстрактно-логічний – при дослідженні сутності різноманітних понять і категорій загальної економічної динаміки; економіко-статистичний – при аналізі різноманітних показників, що характеризують стан і динаміку вітчизняної економіки; порівняльно-економічний – при здійсненні порівняльного аналізу різноманітних економічних процесів, тенденцій, явищ тощо; метод експертних оцінок – при дослідженні основних параметрів досліджуваних процесів; методи макромоделювання, методи ідентифікації параметрів моделей за відомими звітними чи статистичними даними, методи планування обчислювальних експериментів, а також методи системного аналізу, математичного і комп'ютерного моделювання, які використані при розробці моделей економічної динаміки та здійсненні аналізу її основних закономірностей та тенденцій; наукового узагальнення – при здійсненні науково-теоретичних і практичних висновків, підведенні підсумків тощо.

Інформаційною та статистичною базою дослідження є періодичні та інтернет – видання, а також офіційні статистичні дані Державного комітету статистики України і відповідних обласних управлінь, матеріали науково-практичних конференцій, нормативні та довідкові матеріали, статистичні та експертні дані.

**Наукова новизна** дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці комплексу математичних моделей динаміки економічних систем у просторах економічних змінних з урахуванням показників економічної структури суспільства, за допомогою яких проведено якісний аналіз можливих рівноважних станів економіки (стійких і нестійких) та її переходу як динамічної мультистабільної системи з одного в інший, а також обґрунтовано необхідність державного регулювання економікою з метою досягнення нею високопродуктивного одноmodalного майнового розподілу елементів суспільства. Наукову новизну формують наступні положення:

*вперше:*

- розроблено комплекс моделей економічної динаміки в просторах показників економічної структури суспільства, які описують ринок землі сільськогосподарського призначення, функціонування легального та тіньового секторів економіки, процеси еколого-економічної взаємодії та дозволяють провести з їх допомогою імітаційні експерименти, знайти їх розв'язки, дослідити залежність розв'язків від параметрів і закономірностей розвитку соціально-економічних і еколого-економічних процесів, а значить підвищити ефективність регуляторних рішень в економіці;

- розроблено комплекс моделей антикризових заходів (державного регулювання) у низькопродуктивній економіці, а саме моделей динамічної взаємодії державного та приватного секторів економіки, виробничого (реального) та банківського секторів, економічної динаміки з урахуванням іпотечного та вексельного кредитування, які спрямовані на розробку економічних механізмів оптимізації співвідношень між державним та приватним секторами та формування адекватної соціальної політики, активізацію інвестиційної діяльності банків та їх впливу на економічний розвиток, зростання темпів розвитку і ефективності іпотечного ринку та вексельних операцій;

- розроблено імітаційну модель розвитку сучасної економіки України, яка дозволяє визначати оптимальні економічні взаємозв'язки України з великими митними територіями, які межують з нею, і дає змогу розробляти ефективні зовнішньоекономічні стратегії, пов'язані із виробленням відповідного позиціонування держави у міжнародному поділі ринків праці та збуту.

*удосконалено:*

- структуру методології моделювання економічної динаміки, яку засновано на узагальненні загальнонаукових та природничих підходів до організації пізнавальної діяльності, що дозволяє підвищити швидкодію і адекватність у виборі засобів, методів й інструментів для моделювання економічних процесів;

- наукові підходи до формалізації моделей розвитку економіки з урахуванням впливу економічно структурованого суспільства, що дозволяє на модельному рівні, зокрема за допомогою імітаційних експериментів, дослідити складні динамічні процеси, які характерні даному класу систем;

- моделі економічного аналізу динаміки соціально-економічних систем на основі експериментальних досліджень з моделями економіки, які відрізняються від відомих моделей тим, що одночасно враховують економічну структуру суспільства та інші узагальнені економічні показники, що дозволяють визначити та оптимізувати структуру витрат економічно активних і фінансово спроможних елементів суспільства, спрямованих на збереження соціально-економічної рівноваги;

- методи моделювання збалансованої економіки, що на відміну від існуючих, дозволяють описати динаміку не лише основних показників економічної взаємодії, але й динаміку фінансових можливостей всіх суб'єктів економіки та їх вплив на загальну динаміку;

*отримали подальший розвиток:*

- теоретико-методологічний інструментарій вивчення процесів економічної рівноваги та побудови моделей соціально-економічних систем, призначених для розв'язування задач оптимізації, адаптованої до вітчизняних реалій економіки;

- методи теоретичного та експериментального дослідження процесів зближення економіки України з економіками Євросоюзу та Митного Союзу, соціально-економічних наслідків цього зближення для українського суспільства та економіки нашої країни;
- моделі динаміки економічних систем, до складу змінних яких належать показники економічної структури суспільства, які, на відміну від існуючих моделей, з високою мірою адекватності відображають соціально-економічну взаємодію і використовуються з метою прогнозування соціально-економічних явищ;
- методи експериментального дослідження економіки та якісного аналізу її характеристик на основі результатів обчислювальних експериментів з математичними моделями, що описують соціально-економічні процеси в умовах ринку та дозволяють підвищувати обґрунтованість і своєчасність прийняття управлінських рішень;
- комп'ютерно-інформаційний інструментарій дослідження процесів функціонування різних секторів економіки та їх впливу на загальну економічну динаміку і пов'язані з нею соціальні наслідки, що дозволяє імітувати окремі сценарії розвитку соціально-економічних систем та визначати їх прогнозні характеристики.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичне значення даного дослідження полягає у тому, що розроблені автором моделі та методи є універсальними, і можуть впроваджуватись при управлінні економічними системами різного рівня (на рівні держави, регіону, тощо). Впровадженню комплексу розроблених моделей у практику прийняття управлінських рішень сприяє створена автором відповідна комп'ютерно-інформаційна система.

Запропоновані автором методологія моделювання економічної динаміки, концепція моделювання економічної динаміки, заснована на узагальненні класичних підходів, концепція побудови комплексних моделей економічних систем являють собою універсальний методологічний базис для побудови моделей економічної динаміки, що розв'язують експериментальні завдання управління економікою.

Результати, одержані у дисертаційному дослідженні, мають як теоретичний, так і прикладний характер. Розроблені у роботі економіко-математичні моделі дозволяють аналізувати за допомогою змінних та параметрів моделей стан економічної системи на будь-якому економічному рівні, зокрема на рівні окремого регіону чи країни. Вони можуть бути прикладним методологічним інструментарієм для дослідження і прогнозування основних показників розвитку економіки, наявних у цій економіці рівноважних цін, тарифів, фінансових спроможностей основних суспільних груп, що формують економічну структуру суспільства. Запропоновані комплексні економіко-математичні моделі дозволяють підвищувати швидкодію, обґрунтованість й ефективність прийнятих управлінських рішень на різних рівнях ієрархії.



Результати дослідження впроваджені в Управлінні міжнародного співробітництва та фандрайзингу Тернопільської облдержадміністрації при виконанні комплексних програм регіональної зовнішньоекономічної політики та активного залучення регіону до європейських інтеграційних процесів (довідка № 367-5/01-10 від 23.11.2016 року). Окремі положення і результати дисертаційної роботи були використані в роботі Управління стратегічного розвитку міста Тернопільської міської Ради при розробці стратегії розвитку міста 2017 рік (довідка №605/2 від 24.11.2016 р.). Практичні рекомендації дисертаційної роботи використано в діяльності ПАТ «Державний ощадний банк» Філія - Тернопільське обласне управління при дослідженні закономірностей паритетності відносин між виробничим і банківським секторами економіки (довідка №09-08/484/3353 від 25.11.2016 р.); ПАТ «Добра вода» при підготовці виробничої програми та тенденцій щодо запобіганні дестабілізації ціноутворення на споживчому ринку (довідка №133 від 16.11.2016 р.); ТОВ «ФГ науково-виробниче об'єднання «Мрія»» при дослідженні процесів формування та функціонування ринку землі сільськогосподарського призначення. механізмів підвищення ефективності оцінювання вартості земельних ділянок (довідка №137/2 від 21.09.2016 р.).

Узагальнені в дисертації теоретичні положення та практичні результати наукових досліджень знайшли відображення в навчально-методичних матеріалах, розроблених і впроваджених у навчальний процес кафедри економічної кібернетики та інформатики Тернопільського національного економічного університету (довідка № 126-29/2409 від 30.11.2016 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійно виконаною науковою роботою. Усі результати дослідження отримані особисто автором. Співавтори публікацій брали участь лише як консультанти з методологічних питань та постановок відповідних задач.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати даної дисертаційної роботи отримали схвальні відгуки на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях: Міжнародної конференція (м. Київ: КНУ ім. Шевченка, 2007 р.); Всеукраїнська школа-семінар «Сучасні інформаційні технології в економіці та досвід їх використання в навчальному процесі» (м. Чернівці, 27 лютого – 1 березня 2008 р.); I Міжнародна науково-методична конференція «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці, 1-4 квітня 2009 р.); II Міжнародна науково-методична конференція «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці, 4-6 травня 2011 р.); Одинадцята Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція "Економічна кібернетика - інженерія економіки" (м. Тернопіль, 30-31 березня 2012 р.); IV Міжнародна науково-методична конференція «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці, 22-24 квітня 2015 р.); IX Міжнародна конференція «Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави» (м. Запоріжжя, 16-17 квітня 2015 р.); Modern Scientific researches and

developments: theoretical and practical results: Materials of International scientific and practical conference (Bratislava, Slovak Republic, 15-18 March 2016); Konferencji Miedzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Economy. Zarządzanie. Nauka wczoraj, dziś, jutro" (Warszawa, 28.02.2016).

**Публікації.** Основний зміст роботи опубліковано у 44 друкованих наукових працях загальним обсягом 54,28 друк. арк., з них особисто автора 42,92 друк. арк., серед яких: 1 одноосібна монографія, 2 колективних монографії, 29 статей у наукових фахових виданнях, з них 10 – у наукових періодичних виданнях іноземних держав та у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, 10 публікацій – за матеріалами конференцій, 2 – в інших виданнях.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, переліку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 452 сторінки. Основний зміст викладений на 390 сторінках. Дисертація містить 82 рисунки, 4 таблиці. Список використаних джерел включає 174 найменування, викладений на 17 сторінках. Крім того, робота містить 4 додатки, викладені на 45 сторінках.

### **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зв'язок з науковими програмами і темами, уточнені мета, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, викладені наукова новизна, практичне значення і апробація результатів дослідження.

У **розділі 1 «Теоретичні аспекти системного дослідження динаміки соціально-економічних процесів»** досліджено теоретичні підходи до створення єдиної методології моделювання економічної динаміки, запропоновано авторські категоріальний апарат економічної динаміки, класифікацію економіко-математичних моделей, та методологію моделювання динаміки економічних систем.

Проаналізовано характеристики різноманітних економічних явищ і процесів із метою виявлення функціональних взаємозв'язків між ними, здійснено обґрунтування узагальнених моделей, які забезпечують багатоваріантність засобів аналізу економічних проблем і дозволяють домагатися необхідної альтернативності та гнучкості макроекономічної політики.

Обґрунтовано сутність коливальних процесів в економіці як характерних явищ у її розвитку. Проведено аналіз сучасних поглядів на розвиток економічних систем, який дав змогу встановити закономірності, характерні даному класу систем: закономірності статички, кінематики та динаміки. Як підсумок проведеного дослідження автором виділено сучасні проблеми моделювання виявлених закономірностей, зокрема закономірності динамічного розвитку економіки, як єдиної цілісної системи, що утворюється в результаті взаємодії виробників і споживачів, кредиторів і боржників на основних ринках – товарному, грошовому та ринку ресурсів.

Такий підхід дозволяє описувати не стан, а процес розвитку економіки, установлюючи безпосередній взаємозв'язок між попередніми та наступними його етапами і тим самим наближаючи аналітичні висновки на основі економіко-математичної моделі до реальних умов розвитку економічної системи.

У цьому сенсі проаналізовано методологію різних наукових шкіл щодо проблем управління економікою у цілому. Зазначено, що перспективи отримання серйозних наукових результатів пов'язані насамперед з математичним моделюванням як одним із найбільш ефективних методів дослідження складних динамічних систем, до яких власне і належить економічна система.

**У розділі 2 «Методологічні засади моделювання динаміки соціально-економічних систем»** обґрунтовано застосування загальновідомих на сьогодні соціально-економічних балансових, оптимізаційних та імітаційних моделей, що дозволяють вивчати об'єкт дослідження регіонального чи глобального масштабу у різних мікро- та макроекономічних проекціях.

Систематизовано методи якісного і експериментального аналізу економічної та соціально-економічної динаміки на основі агрегованих моделей економіки у просторах економічних змінних, доповнених показниками економічної структури суспільства.

У результаті аналізу моделей макроекономічних процесів, отримано висновок про те, що ринкова рівновага, взагалі кажучи, не є єдиною. Навіть при одних і тих же макроекономічних параметрах країна може перейти або в високопродуктивний (ВП) стан, або в низькопродуктивний (НП) стан залежно від початкових умов. При цьому обидва стани є стаціонарними і в них має місце ринкова рівновага цін та накопичень. Обґрунтовано закономірності функціонування високопродуктивних і низькопродуктивних економік, характерних відповідно для розвинутих країн та країн з перехідними кризовими системами господарювання. Адекватне управління такими системами потребує вдосконалення методологічного інструментарію для дослідження нелінійних економічних зв'язків, особливостей їх самоорганізації та нерівноважної поведінки економік як динамічних систем. Глибоке осмислення цього факту є базовим етапом інтенсивних наукових та суспільно-політичних пошуків у плані розробки теоретичного та прикладного інструментарію для досягнення економічної рівноваги та побудови збалансованої економіки у цілому.

Встановлено, що еволюція таких систем суттєво залежить від впливу економічної структури суспільства, тобто від розподілу елементів суспільства за ліквідними ресурсами або заощадженнями у грошових одиницях та цінних паперах, що швидко і без втрат можуть бути конвертовані у гроші. Урахування економічної структури суспільства в економіко-математичному моделюванні дозволяє дослідити динаміку економічних, еколого-економічних, соціально-економічних та інших характеристик економіки як складної системи залежно від впливу та ролі різних суспільних груп. Це одна із особливостей вказаного класу моделей.

Проаналізовано необхідність вивчення цілісних соціально-економічних систем як об'єктів моделювання, деякі важливі наукові результати дослідження процесів економічної взаємодії, а також сучасний стан економіко-математичного моделювання у даній галузі науки.

У розділі 3 «Мультистабільність економічної системи» запропоновано базову модель ринкової економіки (БМРЕ) з так званою «мінімальною» економічною структурою суспільства (ЕСС), яке представлено двома групами елементів суспільства – власниками підприємств та найманими робітниками, які виробляють агрегований продукт (АП). Нехай  $p$  – ціна АП,  $m$  та  $n$  – відповідно кількість власників і робітників,  $u_m$  та  $u_n$  – величини їх заощаджень (капіталу), причому загальна маса грошей в економіці є сталою, тобто  $mu_m + nu_n = U = const$  або  $u_n = (U - mu_m) / n$ . Якщо робітник витрачає свої заощадження лише на споживання АП, а власник – як на споживання АП (частка  $\alpha$ ), так і на її виробництво (частка  $\beta$ ), де  $\alpha + \beta = 1$ ,  $\alpha \geq 0$ ,  $\beta \geq 0$ , то купівельні спроможності робітника та власника визначаються величинами  $r_n = u_n / p = (U - mu_m) / (np)$ ,  $r_m = \alpha u_m / p$ . На капіталозабезпечення виробництва АП власник виділяє  $z_m = \beta u_m / p$  одиниць (од.) своїх заощаджень. Оскільки доходи власника дорівнюють вартості реалізованої АП, а витрати – вартості видатків на особисте споживання, заробітну платню робітникам і виробничі потреби, то рівняння динаміки заощаджень власника має вигляд

$$\frac{du_m}{dt} = \frac{p}{m} nQ(r_n) - ps_1 F(z_m) - p(\lambda + \kappa) F(z_m), \quad (1)$$

де  $Q$  та  $F$  – відповідно функції попиту на АП та випуску АП;

$s_1$  – частка виготовленого АП, що витрачається на заробітну плату робітникам;  $\lambda$  та  $\kappa$  – коефіцієнти виробничих витрат і ставка податку на додану вартість.

Швидкість зміни ціни  $p$  залежить від різниці між обсягами попиту та пропозиції АП, тобто

$$\frac{dp}{dt} = \theta [nQ(r_n) + mQ(r_m) - mF(z_m)], \quad (2)$$

де  $\theta$  – параметр інерційності терміну встановлення ціни.

Доповнена початковими умовами для  $u_m$  та  $p$  система (1), (2) формалізує одну з найпростіших базових моделей ринкової економіки. Якісний аналіз стаціонарних розв'язків системи (1), (2) ( $u_m = const$ ,  $p = const$ ) підтвердив, що ці розв'язки можуть бути стійкими та нестійкими, а в економічному плані – ще й низько- та високопродуктивними, причому наявність таких станів як у загальному випадку, так і у різних частинних випадках залежить від взаємної поведінки функцій  $Q$  та  $F$ . Одна з можливих ситуацій продемонстрована на рис. 1.

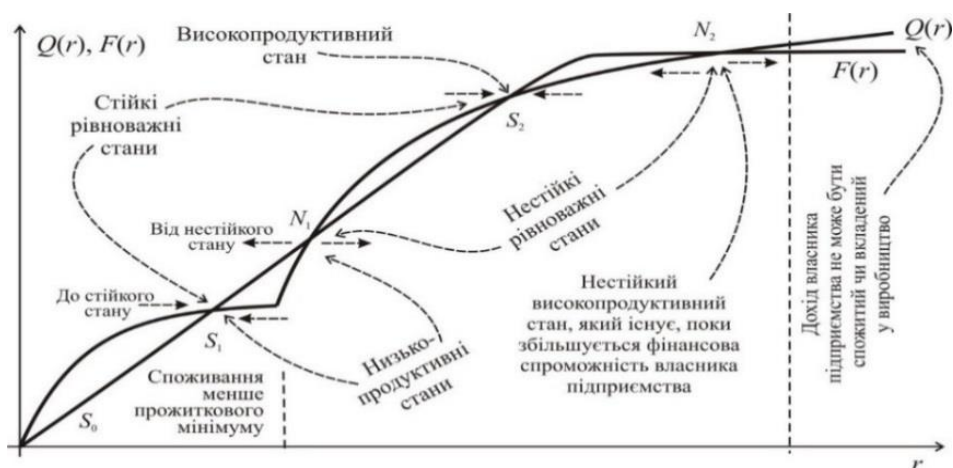


Рис. 1. Схематична ілюстрація можливих рівноважних розв'язків БМРЕ

Обґрунтовано проблеми та шляхи переходу економічної системи із низькопродуктивного у високопродуктивний стан і навпаки, особливості мультистабільності системи та варіанти досягнення нею високопродуктивного одномодального майнового розподілу суспільних елементів.

У розділі 4 «Моделі економічної динаміки на різних рівнях ієрархії» побудовано комплекс моделей економічної динаміки з урахуванням ринку землі сільськогосподарського призначення (ЗСПП), процесів одночасного функціонування легального та тіньового секторів економіки, процесів екологізації виробництва. У моделі економічної динаміки з урахуванням ринку ЗСПП економічно структуроване суспільство фактично поділено за ознакою наявності у своїй власності ЗСПП. До суспільних груп, які не мають ЗСПП належать непрацюючі пенсіонери (їх кількість  $n_0$ ); працівники промислового сектора (ППС), котрі працюють у середніх і великих промисловців ( $n_1$ ); службовці ( $n_2$ ); пенсіонери-службовці ( $n_3$ ); пенсіонери-ППС ( $n_4$ ); працівники аграрного сектора, котрі працюють у середніх і великих землевласників ( $n_5$ ); власники середніх промислових підприємств ( $n_6$ ); власники великих промислових підприємств ( $n_7$ ). До власників ЗСПП належать селяни-пенсіонери, котрі самі землю не обробляють, але здають її у оренду та є учасниками ринку ( $n_8$ ); дрібні власники (наприклад, паїв), котрі самостійно здійснюють обробіток землі ( $n_9$ ); середні власники ( $n_{10}$ ); великі власники ( $n_{11}$ ). Динамічними змінними моделі є заощадження представників кожної із груп  $u_i$  ( $i = \overline{0,11}$ ), площі земельних ділянок  $v_i$  ( $i = \overline{8,11}$ ) відповідних власників ЗСПП, ціна  $p_e$  агрегованого промислового продукту, ціна  $p_a$  агрегованого сільськогосподарського продукту, ціна  $p_v$  ЗСПП. Диференціальні рівняння, що описують зміну вказаних змінних, разом з відповідними початковими умовами формують одну із можливих моделей економічної динаміки з урахуванням ринку ЗСПП. Модель допускає різні модифікації, пов'язані з базовими припущеннями, наприклад з припущенням про сталість чи змінність сумарної площі всіх ЗСПП. Експериментальне

дослідження моделі виявило ряд важливих тенденцій та особливостей, зокрема тих, що стосуються динаміки пропозиції ЗСГП та попиту на неї (рис. 2), ціни ЗСГП (рис. 3) і ін.



Рис. 2. Графіки функції пропозиції ЗСГП  $G_v(r)$  та попиту на неї  $Q_v(r)$

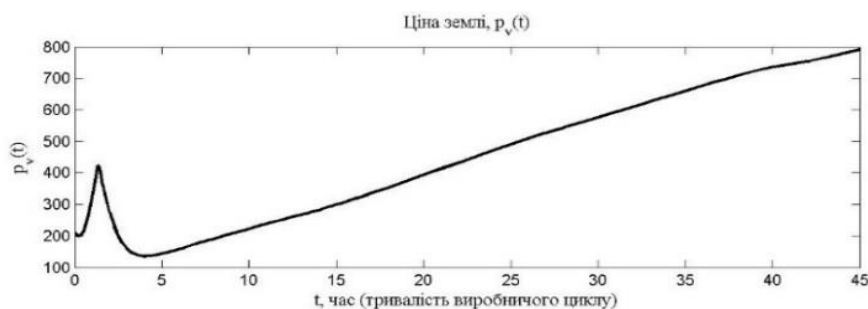


Рис. 3. Графік розв'язку  $p_v(t)$  моделі, який імітує динаміку ціни ЗСГП

Динамічні моделі економіки, що функціонують в умовах суттєвої тінзації економічної діяльності її суб'єктів (моделі одночасного функціонування легального та тінювого секторів економіки) відображають той факт, що явно чи неявно всі учасники економіки можуть бути задіяні у діяльності обидвох секторів. При цьому на ринку товарів (легальних і тінювих) взаємодіють всі групи суспільства, незалежно від того чи включені ті чи інші групи у структуру моделей. Специфіка цих моделей полягає у тому, що рівняння динаміки заощаджень представників суспільних груп, включених у ЕСС, обов'язково враховують витрати як на легальний, так і на тінювий товар (хабар тощо), а для службовців (чиновників) ще й тінювий дохід. Наприклад, у запропонованій у роботі базовій моделі (включено шість суспільних груп: пенсіонери (непрацюючі, працюючі у реальній виробничій сфері та пенсіонери-службові), працівники реальної виробничої сфери, службовці, власники підприємств) рівняння зміни заощаджень працівника реальної сфери економіки має вигляд

$$\frac{du_1}{dt} = p \left[ s_1 (1 - k_0) - Q_1 \left( \frac{\alpha_1 u_1}{p} \right) + s_1^* (1 - k_0^*) - Q_1^* \left( \frac{(1 - \alpha_1) u_1}{p} \right) \right], \quad (3)$$

де  $Q_1$ ,  $s_1$ ,  $k_0$ ,  $\alpha_1$ , та  $Q_1^*$ ,  $s_1^*$ ,  $k_0^*$ ,  $(1 - \alpha_1)$  — відповідно функція попиту, зарплатня у натуральних одиницях (н.о.), ставка податку на дохід, частка заощаджень на споживання товару легального та тінювого секторів. Ціна на товар  $p$  у рівнянні (3) вважається однаковою, незалежно від його легального чи тінювого походження. Запропонована модель одночасного

функціонування легального та тіньового секторів економіки дозволила як на основі теоретичного аналізу, так і на основі експериментальних досліджень встановити зміну частки тіньової економіки  $\beta$  від величини ризику  $\bar{r}$ . При цьому з'ясувалося, що така зміна відбувається з гістерезисом (рис. 4), коли тінзація починається при меншому ризику, ніж детінзація. Встановлено також ряд інших якісних результатів.

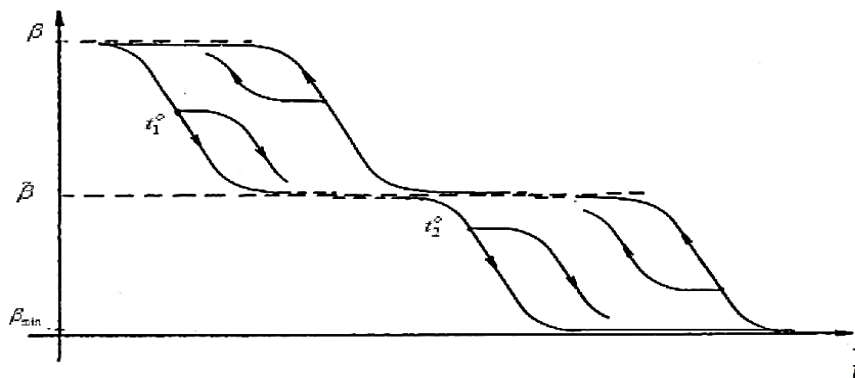


Рис. 4. Ілюстрація до залежності частки тіньової економіки  $\beta$  від ризику  $\bar{r}$

Досліджено вплив держави на взаємодію легальної та тіньової економік та можливі регуляторні заходи, спрямовані на детінзацію економіки.

До комплексу моделей, запропонованих у цьому розділі роботи належить також динамічна модель економіки з урахуванням процесів екологізації виробництва. Базовим припущенням для побудови цієї моделі було припущення про те, що виробництво поділяється на основне (створення агрегованого суспільного продукту) та допоміжне (утилізація екологічно небезпечних решток). У зв'язку з цим, до змінних моделі, крім заощаджень, включених у розгляд, суспільних груп, належали ще ціна на АП, тариф на утилізацію одиниці забруднення та величина запасу виробничих решток, які мають бути утилізовані. Аналіз розв'язків моделі дозволяє дослідити основні тенденції економічної динаміки в умовах її екологізації.

Для кожної із запропонованих моделей розроблено відповідне програмне забезпечення, за допомогою якого виконано дві групи експериментів, пов'язаних з побудовою розв'язків моделей та дослідженням залежності цих розв'язків від параметрів моделей.

**У розділі 5 «Математичне моделювання закономірностей державного регулювання економіки в період соціальних потрясінь»** розроблено моделі динамічної взаємодії державного та приватного секторів економіки (МВДПС), взаємодії виробничого та банківського секторів економіки (МВВБС), економічної динаміки з урахуванням іпотечного та вексельного кредитування (МЕДІК та МЕДВК).

Оптимальне у певному сенсі співвідношення між державним і приватним секторами є запорукою стабільної та успішної економіки у багатьох країнах світу. З уваги на це та сьогоdnішній трансформаційний стан української економіки було запропоновано МВДПС у просторі економічних

змінних  $u_{0\Delta}$ ,  $u_{0P}$ ,  $u_{1\Delta}$ ,  $u_{1P}$ ,  $p_{\Delta}$ ,  $p_P$ , які відповідно означають капітали (заощадження) працівників («0») і власників («1») державного (« $\Delta$ ») та приватного (« $P$ ») секторів економіки, а також ціни на АП, виготовлений державними та приватними підприємствами. Рівняння динаміки цін  $p_{\Delta}$  і  $p_P$  у цій моделі формалізують принципові підходи до ціноутворення у приватному та державному секторах економіки. У першому з них – це ринковий підхід (ціна залежить від попиту та пропозиції товару), а у другому – не тільки ринковий, але й плановий підхід, при якому зміна ціни  $p_{\Delta}$  визначається різницею між заданим державою розміром споживчих благ та попитом на товар. Ціноутворення ринкового типу доцільне в умовах економічної стабільності, а державне регулювання ціни – в умовах нестабільності та криз, щоб уникнути монополії приватних виробників, особливо на товари повсякчасної потреби. Аналіз МВДПС підтверджує, що регулювання співвідношень між державним і приватним секторами економіки є «формою соціального захисту» населення, тому залишається актуальним для країн як із низькопродуктивною, так із високопродуктивною економікою.

Досягти стабільного економічного розвитку у сучасних умовах неможливо також без ефективної взаємодії виробничого та банківського секторів економіки, які пов'язані між собою процесами кредитування та заощаджень фінансових ресурсів. Одна з концептуальних моделей взаємодії банківського і виробничого секторів проілюстрована на рис. 5.

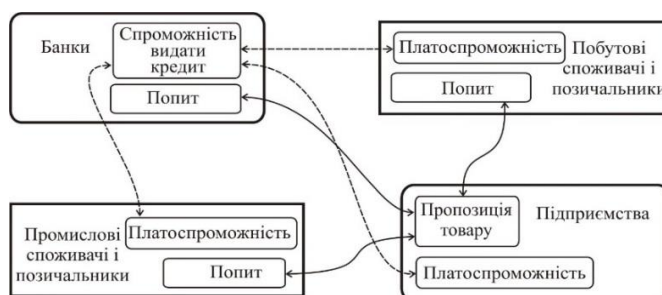


Рис. 5. Схема концептуальної моделі взаємодії банківського та виробничого секторів економіки

У розробленій МВВБС до основних динамічних змінних належать заощадження (капітали) працівників підприємств ( $u_1$ ) і банків ( $u_2$ ), власників підприємств ( $u_3$ ) і банків ( $u_4$ ), виробничі фонди підприємств ( $v_3$ ) і банків ( $v_4$ ), ціна АП ( $p$ ) та кредитна ставка ( $\mu$ ). Рівняння динаміки цих змінних змодельовані з урахуванням відповідних обсягів банківських кредитів та кредитної ставки, яка має суттєвий вплив на цю динаміку. При цьому швидкість зміни кредитної ставки може залежати від балансу попиту на кредити та їхньої пропозиції (ринковий варіант) або мати логістичний характер, що відображає економічну поведінку багатьох українських банків, згідно з якою зміна кредитної ставки не приводить до спадання загального обсягу банківського капіталу. Інакше кажучи, динаміка кредитної ставки  $\mu$  може описуватися одним із рівнянь



$$\frac{d\mu}{dt} = \theta_{\mu} \left[ \sum_{i=1}^4 n_i \gamma_i u_i - \mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p) \right], \quad (4)$$

$$\frac{d\mu}{dt} = \theta_{\mu} \left[ \bar{U}_4 - \mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p) \right] \cdot \left[ \mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p) - \underline{U}_4 \right]. \quad (5)$$

У рівняннях (4), (5)  $n_i$ ,  $\gamma_i$ ,  $p$ ,  $L(\gamma_i u_i / \mu p)$ ,  $\bar{U}_4$ ,  $\underline{U}_4$ ,  $\theta_{\mu}$  – відповідно чисельність включених у модель  $i$  – тої суспільної групи; частка заощаджень у  $i$  – тій групі, що виділяється на погашення боргу за кредити; ціна АП; попит на кредити; величина капіталу, яку прагне досягти банк шляхом підвищення кредитної ставки; мінімальний капітал, що забезпечує функціонування банку; коефіцієнт інерційності. Якісний аналіз МВВБС та експериментальні дослідження з нею показують, що монопольна, неконтрольована державою діяльність банківської складової економіки нашої країни приводить до фінансових криз, у тому числі банкрутства позичальників і банків.

МЕДІК описує динаміку заощаджень працівників і власників виробничих підприємств, а також власників банківського капіталу та ціни АП у випадку активного функціонування ринку іпотечних кредитів. Особливість відображених у моделі кредитних відносин полягає у тому, що розмір кредиту  $D(r)$  ( $r$  – кредитована купівельна спроможність щодо придбання АП) обмежений зверху величиною  $(\varepsilon_0 - \mu)r$  ( $\varepsilon_0$  – дохідність підприємства,  $\mu$  – кредитна ставка), яка є предметом дослідження процесів оптимізації кредитування (рис. 6).

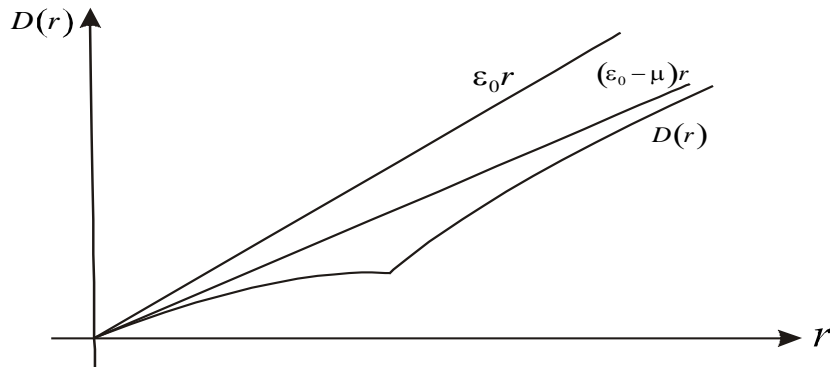


Рис. 6. Схематичний графік функції попиту на банківські кредити

Розроблена МЕДІК підтвердила об'єктивну схильність економіки до порушення межі іпотечного кредитування, що в кінцевому результаті приводить до обвального падіння виробничого та фінансового секторів економіки. Зміст державного регулювання ринку іпотечних кредитів полягає саме у тому, щоб на основі аналізу реальних даних іпотечного кредитування не допустити порушення критичних меж цього кредитування.

Загальновідомо, що більшість малих і середніх підприємців у нашій країні мають невисоку фінансову спроможність, тому у зв'язку з високими процентними ставками банківських кредитів і

ризиків банківського депонування уникають відносин з банками, шукають інших форм залучення коштів у виробництві, однією з яких є вексельні кредити. Для вивчення закономірностей розвитку таких підприємств запропоновано МЕДВК. Модель формалізується системою рівнянь динаміки для заощаджень працівників виробничих підприємств ( $u_0$ ) і власників цих підприємств ( $u_1$ ), виробничих фондів ( $v$ ), наявних вексельних кредитів ( $w$ ), виданих вексельних кредитів ( $\omega$ ), ставки за вексельний кредит ( $\mu$ ), ціни на АП ( $p$ ), ціни виробничих фондів ( $p_v$ ). З'ясувалося, що використання вексельного кредитування для виробників з низькою фінансовою спроможністю створює умови для переходу окремих підприємств з низькопродуктивного стану у стан з вищою продуктивністю, запобігає обвальному зниженню економічного потенціалу малих і середніх виробників. При цьому спостерігається закономірність східчастого покращення продуктивності підприємств у результаті її переходу у найближчий стійкий стан.

У розділі 6 «Імітаційна модель економіки України» розроблено комплекс моделей для теоретичного та експериментального дослідження динаміки економіки України, процесів і наслідків її взаємозв'язків з економіками Євросоюзу та Митного Союзу, а саме базову модель соціально-економічних процесів у державах Європейського Союзу (БМСЕП ЄС), модель національного господарства (МНГ), модель зміни економічної структури у процесі інтегрування господарства України в економіку ЄС або Росії (МЗЕСС) та імітаційну модель економіки України (ІМЕУ).

БМСЕП ЄС дозволяє з'ясувати позитивні та негативні наслідки залучення нашої країни до європейських інтеграційних процесів. У моделі розглянуто три групи країн відповідно з високою ( $j=1$ ), середньою ( $j=2$ ) та низькою ( $j=3$ ) продуктивністю технологій. Характерною особливістю для цих груп країн є те, що

$$Q_1(r) < Q_2(r) < Q_3(r), F_{i1}(z) > F_{i2}(z) > F_{i3}(z),$$

де  $r$  – купівельна спроможність споживача,  $z$  – капіталозабезпечення підприємства,  $Q_j$  ( $j=\overline{1,3}$ ) – попит споживача групи  $j$ ,  $F_{ij}$  ( $i=\overline{4,5}; j=\overline{1,3}$ ) – пропозиція (випуск) товару (АП) малим ( $i=4$ ) або великим ( $i=5$ ) підприємством у країні групи  $j$ . БМСЕП ЄС формалізована у просторі економічних змінних  $u_{ij}$  ( $i=\overline{0,5}; j=\overline{1,3}$ ) та  $p$ , які описують заощадження пенсіонерів ( $i=0$ ), робітників ( $i=1$ ), працівників-бюджетників ( $i=2$ ), службовців ( $i=3$ ), власників малих ( $i=4$ ) і великих ( $i=5$ ) підприємств та ціну товару (АП). Рівняння динаміки цих змінних разом з відповідними початковими умовами і є БМСЕП ЄС, яка описує економіку трьох груп країн, що відрізняються традиціями споживання та технологічною оснащеністю виробництва. У моделі врахована також можливість вільного переміщення робітників, тобто перенесення робочих місць між різними групами країн. Модель підтверджує той факт, що у трьох групах країн Євросоюзу

рівновага між пропозицією товару та попитом на нього виникає при різних фінансових спроможностях виробників і споживачів, що ілюструє зокрема рис. 7 ( $V_1(x), V_2(x)$  – так звані функції-потенціали,  $x$  – капіталозабезпечення виробництва).

Уніфікація «соціальних гарантій» у Євросоюзі змушує уряди країн з низькою та середньою продуктивністю технологій витратити більше коштів на забезпечення споживчих потреб, ніж це відповідає внутрішньому ринковому стану. Політика соціальної уніфікації та денаціоналізації деяких процесів може привести до нівелювання національних особливостей економік ряду країн. Для того, щоб зближення нашої країни з Євросоюзом не привело до зниження наших економічних показників і посилення економічної залежності України від Сходу і Заходу, потрібно підвищити продуктивність національної економіки, опираючись на базові принципи регулювання економікою як відкритою системою, що розвивається.

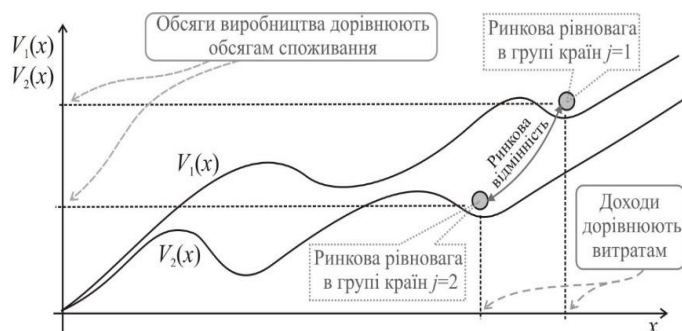


Рис. 7. Схематичні графіки функцій  $V_1(x)$ ,  $V_2(x)$ , встановлених на основі рівнянь динаміки заощаджень власників малих підприємств у двох групах країн

МНГ відображає концепцію товарного обміну між трьома територіями, які розділені митними кордонами, та імітує сучасне економічне розміщення України між Сходом і Заходом. Припускається, що один і той же товар (АП) виробляється малими ( $k=3$ ) та великими ( $k=4$ ) підприємствами на трьох територіях: в Україні ( $j=a$ ), на Сході ( $j=s$ ) та Заході ( $j=z$ ). АП, виготовлений  $k$ -тим виробником ( $k=3,4$ ) на  $j$ -тій території ( $j=a,s,z$ ) продається на  $q$ -тій території за ціною  $p_{jq}^k$ . Оскільки, крім власників підприємств, у виробництві АП беруть участь також робітники, а споживають АП не тільки власники ( $k=3,4$ ) й робітники ( $i=1$ ), але й пенсіонери ( $i=0$ ), службовці й інші громадяни зі сталим доходом ( $i=2$ ), то простір економічних змінних моделі склали заощадження  $u_{iq}$  ( $i=0,2; q=a,s,z$ ),  $u_{kq}$  ( $k=3,4; q=a,s,z$ ) та ціни  $p_{jq}^k$ . Рівняння динаміки цих змінних разом з їх відповідними початковими значеннями формалізують МНГ, яка описує товарний обмін між трьома митними територіями  $a,s,z$ , зокрема відображає залежність процесів товарного обміну від параметрів функцій споживання  $Q_a, Q_s, Q_z$  та випуску АП  $F_a, F_s, F_z$  і митних тарифів  $\mu_{jq}$  ( $j,q=a,s,z$ ). На сьогодні продуктивність технологій виробників в

Україні є нижчою за продуктивність технологій на Заході ( $F_a < F_z$ ) та Сході ( $F_a < F_s$ ), а для процесів споживання та нагромадження капіталу для всіх громадян України, крім великих власників, виконуються умови:  $Q_a > Q_z$ ,  $Q_s > Q_z$ ,  $u_{ia} < u_{is}$ ,  $u_{ia} \ll u_{iz}$  ( $i = \overline{0,3}$ ). Наприклад, на рис. 8 проілюстровано нерівність заощаджень власників малих підприємств в Україні та на Заході.

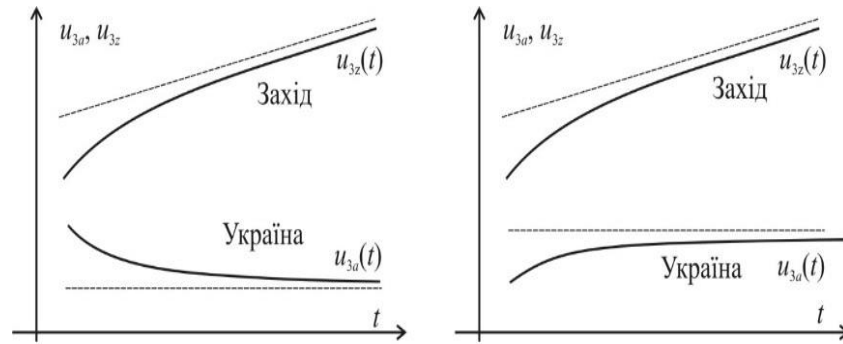


Рис. 8. Ілюстрація розв'язків моделі, які імітують поведінку заощаджень власників малих підприємств в Україні  $u_{3a}(t)$  і на Заході  $u_{3z}(t)$

Процеси зближення економіки України з економіками ЄС та МС (тобто Заходу та Сходу) приведуть до різних соціально-економічних наслідків, що встановлено за допомогою запропонованої МЗЕСС. Ця модель є стохастичною модифікацією моделі економічної динаміки, основними змінними якої є  $u_1$ ,  $u_2$  та  $p$ , тобто заощадження робітників, власників підприємств та ціна створеного АП. Стохастичні доданки у правих частинах рівнянь динаміки цих змінних імітують випадкові відхилення відповідних заощаджень і ціни та дозволяють у стаціонарному випадку звести процес знаходження розв'язків моделі до встановлення їх розподілів, тобто до встановлення ЕСС. Зближення України із ЄС означає зближення низькопродуктивної економіки з високопродуктивною економікою, а України з Росією – зближення двох низькопродуктивних економік. У зв'язку з цим зближення України з ЄС приводить до перетворення закритої економіки України у відкриту економіку з можливим її переходом у високопродуктивний стан, а зближення з Росією консервує наявний сучасний тип господарських відносин, що характеризується гострими соціальними протиріччями, політичним і економічним домінуванням власників великих підприємств, ослабленням суверенітету країни тощо. Це повністю відображається на ЕСС, що демонструють рис. 9 і рис. 10.

Розроблено ІМЕУ, яка включає в себе узагальнену модель економіки України (УМЕУ), її програмне та інформаційне забезпечення, а також якісний аналіз закономірностей розвитку економіки на основі результатів експериментальних досліджень з УМЕУ.

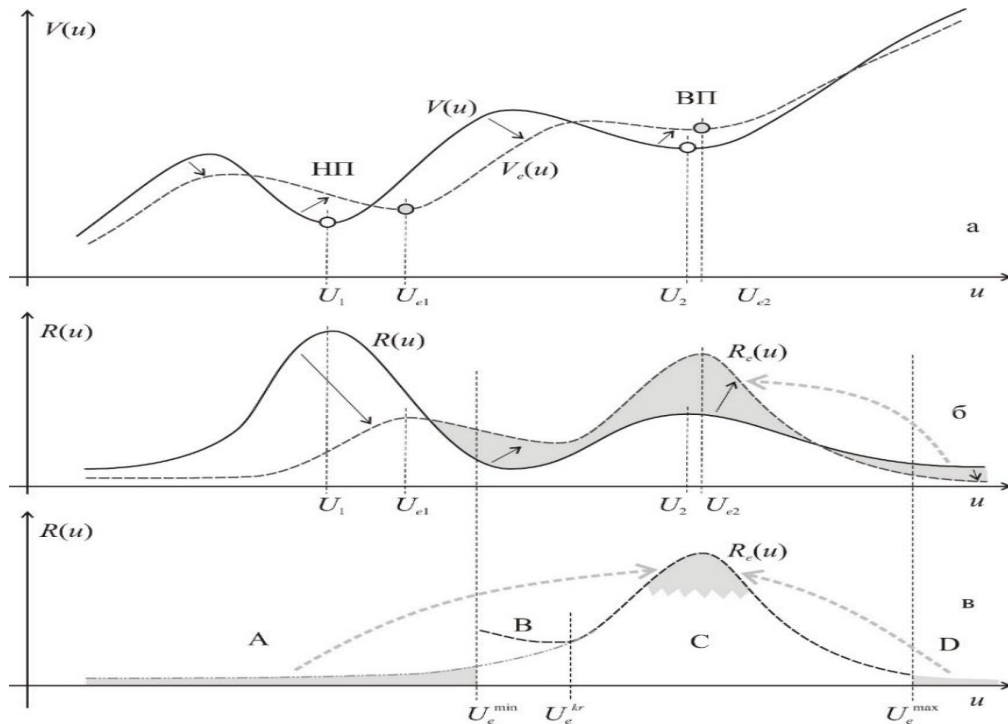


Рис. 9. Схематична ілюстрація до зміни економічної структури суспільства під час зближення економіки України з економікою Євросоюзу

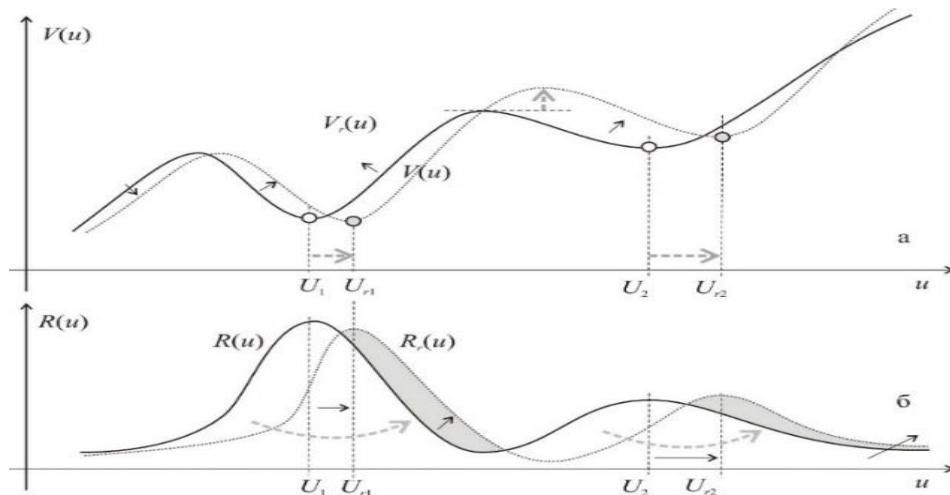


Рис. 10. Схематична ілюстрація до зміни економічної структури суспільства під час зближення економіки України з економікою Митного Союзу

УМЕУ формалізована у просторі економічних змінних  $u_i$  ( $i = \overline{0,6}$ ),  $p_k$  ( $k = a, b, c$ ),  $\eta$ , тобто заощаджень громадян із сталим доходом, а саме пенсіонерів ( $i = 0$ ), працівників освіти, медицини, культури тощо ( $i = 1$ ), службовців ( $i = 2$ ), робітників малих ( $i = 3$ ) і великих ( $i = 4$ ) підприємств, а також власників малих ( $i = 5$ ) і великих ( $i = 6$ ) підприємств, ціни АП ( $k = a$ ), ціни експортованого сировинного продукту ( $k = b$ ), ціни імпортованої споживчої продукції ( $k = c$ ), курсу валют. У математичному плані УМЕУ описується співвідношеннями

$$\frac{du_i}{dt} = s_i(1 - k_i \kappa_i) - p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a), \quad i = \overline{0,4}; k_0 = 0, k_i = 1 (i = \overline{0,4}), \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{du_5}{dt} = & \frac{D_5}{n_5} \sum_{i=0}^6 n_i p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a) - p_a Q_a(\alpha_5 u_5 / p_a) - p_a K(\beta_5 u_5 / p_a) - \\ & - \frac{n_3}{n_5} (1 + \kappa_1) s_3 - (\kappa_2 + \lambda_5) p_a F_a(\beta_5 u_5 / p_a), \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{du_6}{dt} = & \frac{D_6}{n_6} \sum_{i=0}^6 n_i p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a) + \frac{P_b}{n_6} Q_b(t) - p_a Q_a(\alpha_6 u_6 / p_a) - \\ & - p_a K(\beta_5 u_6 / p_a) - p_b K(\gamma_6 u_6 / p_b) - p_c K(\delta_6 u_6 / p_c) - (n_4 / n_6) (1 + \kappa_1) s_4 - \\ & - (\kappa_2 + \lambda_6) p_a F_a(\beta_6 u_6 / p_a) - [\kappa_2 + \lambda_6 + \lambda_6^F] p_b F_b(\gamma_6 u_6 / p_b) - \\ & - [\kappa_2 + \lambda_6 + \lambda_6^S] p_c S_c(\delta_6 u_6 / p_c), \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \frac{dp_a}{dt} = & \theta_a \left[ \sum_{i=0}^6 n_i Q_a(\alpha_i u_i / p_a) - \sum_{i=5}^6 n_i F_a(\beta_i u_i / p_a) - \right. \\ & \left. - n_6 S_c(\delta_6 u_6 / p_c) W(t) \right] [(\mu p_c \eta - p_a) \Lambda_c], \end{aligned} \quad (9)$$

$$\frac{dp_b}{dt} = \theta_b [Q_b(t) - n_6 F_b(\gamma_6 u_6 / p_b)], \quad (10)$$

$$\frac{dp_c}{dt} = \theta_c [n_6 S_c(\delta_6 u_6 / p_c) W(t) - F_c(t)], \quad (11)$$

$$\frac{d\eta}{dt} = \theta_\mu [p_b Q_b(t) - p_c n_6 S_c(\delta_6 u_6 / p_c) W(t)], \quad (12)$$

$$u_i^0 = u_i(t_0) \quad (i = \overline{0,6}); \quad p_k^0 = p_k(t_0) \quad (k = a, b, c); \quad \eta_0 = \eta(t_0), \quad (13)$$

де  $Q_k$  ( $k = a, b, c$ ),  $K$ ,  $F_k$  ( $k = a, b, c$ ),  $S_c$ ,  $W$  – функції попиту на товар  $k$ , накладних податкових витрат, випуску продукту чи пропозиції товару  $k$ , обсягу імпортованої продукції, дестабілізації внутрішнього споживчого ринку;  $s_i$  ( $i = \overline{0,4}$ ) – сталий дохід;  $n_i$  ( $i = \overline{0,6}$ ) – чисельність  $i$ -тої групи;  $\alpha_i$  ( $i = \overline{0,6}$ ) – частка витрат на особисте споживання;  $\beta_i$  ( $i = \overline{5,6}$ ) – частка витрат на виробництво АП;  $\gamma_6$  – частка витрат на виробництво сировинної продукції;  $\kappa_1$  – податок на фонд зарплати;  $\kappa_2$  – податок на прибуток;  $\lambda_i$  ( $i = \overline{5,6}$ ) – частка накладних виробничих витрат;  $\delta_6$  – частка витрат на імпорт;  $\lambda_6^F$  та  $\lambda_6^S$  – мито при експорті та імпорті;  $\Lambda_c$  – частка імпортованого товару на внутрішньому ринку;  $\theta_k$  ( $k = a, b, c$ ),  $\theta_\eta$  – коефіцієнти інерційності;  $D_5, D_6$  – коефіцієнти поділу ринків збуту та праці між малими та великими підприємствами,  $u_i^{(0)}$  ( $i = \overline{0,6}$ ),  $p_k^0$  ( $k = a, b, c$ ),  $\eta_0$  – початкові значення відповідних величин.

При цьому  $D_5, D_6$  та  $\Lambda_c$  визначені згідно із формулами

$$D_5 = \frac{n_5 \beta_5 u_5}{n_5 \beta_5 u_5 + n_6 (\beta_6 + \delta_6) u_6}, \quad D_6 = \frac{n_6 (\beta_6 + \delta_6) u_6}{n_5 \beta_5 u_5 + n_6 (\beta_6 + \delta_6) u_6},$$

$$\Lambda_c = n_6 S_c (\delta_6 u_6 / p_c) W(t) \left[ \sum_{i=5}^6 n_i F_a (\beta_i u_i / p_b) + n_6 S_c (\delta_6 u_6 / p_c) W(t) \right]^{-1}.$$

Для проведення з моделлю (6)-(13) експериментальних досліджень було розроблено програмне забезпечення з використанням системи обчислень Matlab. Ідентифікацію параметрів було здійснено на основі статистичних і експертних даних. Мета обчислювальних експериментів полягала у побудові та аналізі траєкторій економічної динаміки, дослідженні залежності цієї динаміки від параметрів моделі, встановленні основних тенденцій, закономірностей та особливостей розвитку економіки нашої країни. Експериментальні дослідження моделі в режимі імітації показали, що в українських реаліях власники великих підприємств своєю діяльністю приводять до збіднення громадян зі сталими доходами і власників малих підприємств. Вони посилюють існуючу економічну розрізненість суспільства, тобто негативно змінюють ЕСС, збільшуючи свою фінансову спроможність за рахунок зниження фінансової спроможності решти учасників економіки. У результаті аналізу розв'язків моделі було встановлено також, що за останні десятиліття економіка нашої країни перебувала у різних фазах своєї трансформації, але остання із них, у якій посилюється диференціація суспільства на бідних і багатих, є довготривалою. Всі регуляторні заходи економічного характеру повинні бути спрямовані на перехід від бімодальної до одномодальної ЕСС, від низькопродуктивної до високопродуктивної економіки.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вдосконалено загальні теоретичні, методологічні та методичні підходи до вивчення характерних для сучасних реалій соціально-економічних явищ і процесів та розроблено комплекс моделей економічної динаміки з урахуванням економічної структури суспільства і особливостей еволюції соціально-економічних систем. Результати проведеного дослідження дають можливість зробити такі висновки:

1. Проаналізовано сучасні теоретико-методологічні аспекти системного дослідження соціально-економічних процесів і систем, закономірності та особливості їх розвитку, визначено їх ключові характеристики. Обґрунтовано специфіку економічних систем, що характеризуються складною нелінійною динамікою, яка є наслідком економічної нестабільності та невизначеності, соціально-економічних, фінансових і політичних криз. Такі системи є актуальним об'єктом наукових досліджень і для управління ними потребують новітніх підходів, які базуються на концепціях еволюційної економічної теорії та синергетики. Ці концепції зацентровані на вивчення власних законів еволюції та самоорганізації соціально-економічних систем, для яких властиві не лише періоди стабільності, стійкості, визначеності, економічного зростання, але й періоди

економічних потрясінь, флуктуацій, бифуркацій, хаосу, що можуть привести як до її руйнування, так і до її самоорганізації та самовдосконалення.

2. Обґрунтовано загальний методологічний інструментарій моделювання соціально-економічних систем, що належать до складних динамічних систем. Уточнено теоретичний та прикладний фундамент методології моделювання економічної динаміки, який складається із впорядкованої, структурованої й організованої сукупності принципів, концепцій, інструментів і засобів моделювання, аналізу та управління поведінкою динамічних систем. Конкретизовано категоріальний апарат моделювання економічної динаміки та дано визначення економічної динаміки, методології її моделювання, моделі економічної динаміки, які склали понятійний базис дослідження. Розкрито сутність поняття економічної структури суспільства, під якою розуміють розподіл елементів суспільства за ліквідними заощадженнями у грошових одиницях та цінних паперах, які швидко і без втрат можуть бути конвертовані у гроші, обґрунтовано її вплив на динаміку соціально-економічних процесів і систем, її особливості в Україні та основні підходи до її моделювання.

3. Сформовано концептуальний підхід до моделювання динаміки соціально-економічних систем у просторах економічних змінних, до яких належать показники економічної структури суспільства, а саме заощадження (капітали) представників суспільних груп, включених у економічну структуру суспільства. Кількість цих показників (як і відповідних груп) може бути меншою чи більшою залежно від рівня агрегованості моделей. Моделі з мінімально структурованим суспільством (мінімальною кількістю груп) прийнято називати базовими, а з розширеною структурою суспільства (значною кількістю груп) – імітаційними. Базові моделі використовуються для якісного аналізу поведінки процесів і систем, а імітаційні – для експериментальних досліджень їх поведінки на основі побудованих моделей. Запропоновано одну з можливих базових моделей, яка описує динаміку заощаджень (капіталу) власників виробництва агрегованого продукту (власників підприємств) та ціни на цей продукт в умовах сталості загальної маси грошей. За допомогою цієї моделі досліджено наявність можливих стійких і нестійких рівноважних станів у економіці, рівень їх продуктивності (низький чи високий), можливості переходу з низькопродуктивного у високопродуктивний стан і навпаки, а також питання, пов'язані з мультистабільністю економічної системи та варіантами досягнення нею високопродуктивного одноmodalного майнового розподілу елементів суспільства.

4. Розроблено модель економічної динаміки з урахуванням діючого ринку землі сільськогосподарського призначення, показників економічної структури суспільства та поділу суспільства на дві частини за ознакою наявності у своїй власності земельних ділянок сільськогосподарського призначення. При цьому до суспільних груп, які не є власниками землі, були включені непрацюючі пенсіонери, працівники промислового сектора (середніх і великих



підприємств) непенсійного та пенсійного віку, службовці непенсійного та пенсійного віку, працівники аграрного сектора (середніх і великих аграрних господарств), власники середніх і великих промислових підприємств, а до суспільних груп, які є власниками землі – селяни-пенсіонери (здають землю у оренду), дрібні власники (самостійно обробляють землю), середні та великі власники землі. Модель формалізована у просторі економічних змінних, до яких належали заощадження представників кожної із груп, площі земельних ділянок відповідних власників землі, ціни на агреговану продукцію (промислову і сільськогосподарську) та землю. Запропонована модель дозволила встановити загальні тенденції та наслідки функціонування ринку землі сільськогосподарського призначення та його впливу на загальну економічну динаміку.

5. Запропоновано концепцію моделювання економічної динаміки з використанням показників економічної структури суспільства як важливих індикаторів капіталізації легальної чи тіньової діяльності суб'єктів економіки. У зв'язку з цим розроблено базову динамічну модель економіки, що функціонує в умовах суттєвої тінізації економічної діяльності її суб'єктів (модель одночасного функціонування легального та тіньового секторів економіки). Структура суспільства у цій моделі представлена пенсіонерами (непрацюючими, працюючими у реальній виробничій сфері та державних установах), працівниками реальної виробничої сфери, службовцями, власниками підприємств. Специфіка моделі у тому, що рівняння динаміки заощаджень представників вищеназваних суспільних груп враховують витрати як на легальний, так і на тіньовий товар (хабар тощо), а для групи службовців (чиновників) ще й тіньовий дохід. Модель служить основою для побудови моделей одночасного функціонування легального та тіньового секторів економіки з розширеною структурою суспільства та різними варіантами припущень відносно цін на легальний і тіньовий товар, умов формування доходів і витрат споживачів та виробників тощо. Крім того, модель дозволяє встановити залежність частки тіньової економіки від величини ризику, закономірності розвитку економічної динаміки в умовах тінізації економіки, а також бажані регулярності заходи щодо її детінізації.

6. Запропоновано концептуальні підходи до моделювання процесів екологізації економіки з урахуванням економічної структуризації суспільства та утилізації створеного суспільством забруднення. Базовим припущенням для побудови моделей еколого-економічної динаміки було припущення про функціонування у досліджуваній економіці основного виробництва (виробництва агрегованого суспільного продукту) та допоміжного виробництва (утилізація екологічно небезпечних решток). Таке припущення передбачає включення до змінних моделі економічної динаміки, крім заощаджень представників відповідних суспільних груп та ціни на агрегований продукт, ще й тарифу на утилізацію одиниці забруднення та величини запасу неутілізованих виробничих решток, що й було зроблено у розробленій динамічній моделі. Якісний аналіз моделі та експериментальне дослідження її розв'язків у режимі комп'ютерної імітації дозволяє визначити

основні тенденції економічної динаміки в умовах її екологізації, встановити допустимі межі (стандарти) забруднення навколишнього середовища, що не виводять економіку зі стану еколого-економічної рівноваги, спрогнозувати можливі екологічні податки та інші економічні заходи, спрямовані на екологізацію економіки та її перехід до сталого розвитку.

7. Оптимальне співвідношення між частками державної та приватної складових економіки є одним із чинників стабільності та успішності економічного розвитку у багатьох країнах світу. Для сучасної української економіки проблеми, пов'язані з функціонуванням і взаємодією державного та приватного секторів, є актуальними, оскільки економічний спад і соціальні контрасти збіглися у часі з процесами ринкових трансформацій та денационалізації економіки. Економічно активні елементи суспільства у цій моделі представлені групами працівників і власників державних і приватних підприємств, на яких агрегований суспільний продукт виробляється за різними цінами, причому рівняння динаміки цих цін відображають особливості ціноутворення у державному та приватному секторах. Із аналізу побудованої моделі випливає, що ціноутворення ринкового типу (ціна залежить від попиту та пропозиції товару) доцільне в умовах економічної стабільності, а державне регулювання цін – в умовах нестабільності та криз, щоб уникнути монополії приватних виробників. У цьому випадку регулювання взаємодії між державним і приватним секторами економіки є формою соціального захисту населення, що є надзвичайно важливим для країн як із низькопродуктивною, так і високопродуктивною економікою.

8. Запропоновано модель динамічної взаємодії виробничого та банківського секторів економіки, яка формалізована у просторі економічних змінних, до яких належать заощадження працівників підприємств і банків, власників підприємств і банків, виробничі фонди підприємств і банків, ціна на агрегований продукт та кредитна ставка, яка має суттєвий вплив на динаміку процесів взаємодії між досліджуваними секторами економіки. Швидкість зміни у часі кредитної ставки може бути змодельована по-різному. Якісний аналіз моделі та експериментальні дослідження з нею дають можливість зробити висновок про те, що монопольна, неконтрольована державою діяльність банків може привести до фінансових криз, у тому числі банкрутства позичальників і банків. Крім того, у країнах з високопродуктивною економікою банківський сектор не має такого вагомego впливу на обсяги реального ВВП, як у країнах з низькопродуктивною економікою.

9. З метою дослідження процесів іпотечного та вексельного кредитування економіки розроблено моделі економічної динаміки з урахуванням іпотечного та вексельного кредитування. Перша з них описує динаміку заощаджень працівників і власників виробничих підприємств, власників банків та ціни агрегованого продукту у випадку функціонуючого ринку іпотечних кредитів, а друга – динаміку заощаджень працівників і власників підприємств, виробничих фондів, наявних вексельних кредитів, виданих вексельних кредитів, ставки вексельного кредиту, цін

агрегованого продукту та виробничих фондів. Результатами теоретичних і експериментальних досліджень моделей є важливі для економічної практики висновки та рекомендації, зокрема встановлено схильність економіки до порушення межі іпотечного кредитування та пов'язану з цим необхідність державного регулювання ринку іпотечних кредитів, можливість переходу окремих підприємств від низькопродуктивного до високопродуктивного виробництва у випадку вексельного кредитування.

10. Розроблено базову модель соціально-економічних процесів у країнах Євросоюзу, які поділені на три групи відповідно з високою, середньою та низькою продуктивністю технологій, модель національного господарства з товарним обміном між трьома територіями (Україною, Євросоюзу або Митного союзу) та модель зміни економічної структури суспільства внаслідок інтегрування господарства України в економіку Євросоюзу або Митного Союзу. Всі ці моделі формалізовані з урахуванням показників економічної структури того чи іншого суспільства та цін на агрегований продукт (однакової чи різних) у тій чи іншій країні або території. Аналіз першої моделі приводить до висновку, що ринкова рівновага між попитом і пропозицією товару у трьох групах країн виникає при різних фінансових спроможностях виробників і споживачів, тому уніфікація «соціальних гарантій» у країнах Євросоюзу приводить до денационалізації економік країн з низьким і середнім рівнем розвитку, а отже, бажання України вступити до Євросоюзу повинно бути узгоджено з високою продуктивністю національної економіки. Друга модель відображає залежність процесів товарного обміну між трьома митними територіями від особливостей споживання, технологій виробництва та митних тарифів, характерних для цих територій. Третя модель сумісно з результатами перших двох моделей підтверджує два стратегічних для нашої країни висновки: а) зближення економік України та Євросоюзу – це зближення низькопродуктивної та високопродуктивної економік з тенденцією переходу економіки України у високопродуктивний стан; б) зближення економік України та Митного Союзу, тобто двох низькопродуктивних економік, консервує наявний економічний стан і приводить до ослаблення суверенітету країни. Ці висновки адекватно відображені у динаміці економічної структури суспільства.

11. Розроблено узагальнену модель економіки України, яка разом із відповідним програмним і інформаційним забезпеченням формує імітаційну модель економіки України. Математичну формалізацію цієї моделі, крім відповідних початкових умов, складають рівняння динаміки заощаджень громадян із сталим доходом (пенсіонерів, службовців, інших працівників-бюджетників, робітників малих і великих підприємств), власників малих і великих підприємств та динаміки цін на створюваний агрегований продукт, експортований сировинний продукт, імпортований споживчий продукт і курсу валют. Розв'язки цієї моделі, імітуючи реальні траєкторії економічної динаміки, дозволяють встановити основні закономірності явищ і процесів,

що відбуваються в економіці нашої країни, та обґрунтувати відповідні рішення щодо заходів, спрямованих на досягнення економічної стабілізації та економічного зростання.

12. Створено інформаційне та програмне забезпечення для проведення імітаційних експериментів із розробленими моделями та експериментальних досліджень основних закономірностей економічної динаміки з метою вдосконалення існуючого та розробки нового інструментарію підтримки прийняття рішень в економіці країни чи окремого регіону.

## **ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### *Монографії:*

1. Буяк Л.М. Україна між Сходом і Заходом: математичні моделі сучасної економіки [Текст]: монографія / Л.М. Буяк, В.К. Паучок. – Тернопіль: Грегит, 2012. – 197 с. (11/5,5 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано імітаційну модель економіки України та методи її реалізації.*

2. Буяк Л.М. Моделювання економічної динаміки з урахуванням ринку землі сільськогосподарського призначення [монографія] / В.С. Григорків, Л.М. Буяк, С.В. Іщенко. – Чернівці: ЧНУ. Видавництво «Рута», 2015. – 360с. (18,7/12,5 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано моделі ринку землі сільськогосподарського призначення у просторі економічних змінних з розширеною системою показників економічної структури суспільства та їх аналіз.*

3. Буяк Л.М. Математичні моделі загальної економічної динаміки з урахуванням соціально-економічної кластеризації [монографія] /Л.М.Буяк. – Чернівці: ЧНУ. Видавництво «Рута», 2016. – 392 с. (24,5 д.а.)

### *Статті у наукових періодичних виданнях іноземних держав та у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:*

4. Буяк Л.М. Моделирование взаимодействий легальной и теневой экономик на макроуровне / Л. М. Буяк, В.С. Григоркив, В.К. Паучок // Кибернетика и системный анализ. – Київ. – 2008. - Том 44 №1. С127-136. (0,6/0,25 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано модель функціонування легальної та тіньової економік з урахуванням ризику тіньової діяльності.*

5. Buyak L. Modelling of the possible integration consequences of the economy of Ukraine into the economics of the European union or Russia / L. Buyak, M. Hryhorkiv // Baltic Journal of Economic Studies, – Volume 2 – № 1. – Riga: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2016. – С.18-25. (0,47/0,35 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано імітаційну модель економіки України, що наближено імітує позиціонування держави у міжнародному поділі праці.*

6. Bujak L. M. Modelování procesů tvorby a fungování trhu se zemědělskou půdou mezinárodní vztahy / L. Bujak // Modern Science – Moderní věda. – Česká Republika. – 2016. – № 2. – С. 59-67. (0,56

д.а.)

7. Буяк Л.М. Современная парадигма моделирования и прогнозирования экономической динамики / Л. М. Буяк // Системные технологии. – Дагестанский научно-исследовательский и технологический институт информатики. – 2016. – Вып. 3. – №20. – С.84-95. (0,63 д.а.)

8. Буяк Л.М. Математична модель впливу загальнодержавних виборів на лібералізовану економіку / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів, РВВ НЛТУ України, 2013. – Вип. 23.10. – С. 363-371. (0,56/0,45 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано модель державного впливу на лібералізовану економіку під час загальнодержавних виборів.*

9. Буяк Л.М. Параметризація математичних моделей еколого-економічних систем у просторі показників економічної структури суспільства, цін та забруднення довкілля / Л. М. Буяк, М.В. Григорків, В.К. Паучок // Всеукраїнський науково-виробничий журнал: Інноваційна економіка. – Тернопіль, 7'2013. – №45. – С. 329-334. (0,66 /0,22 д. а.)

*Особистий внесок – запропоновано моделі та основні підходи до їх параметризації.*

10. Буяк Л.М. Порівняння можливих наслідків інтегрування господарства України в економіку Євросоюзу або Росії / Л. М. Буяк, В. К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.2. – С. 347-361. (0,87/0,75 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано модель, що наближено імітує сучасне економічне розміщення України між великими митними територіями зі сходу та заходу від неї.*

11. Буяк Л.М. Субсидійна пастка і реформи: дві базові математичні моделі можливих та реальних економічних процесів в Україні за умов війни / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.7. – С. 255-262. (0,5/0,35 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано імітаційну модель вітчизняної економіки в сучасних умовах.*

12. Буяк Л.М. Математичне моделювання в управлінні рекламною компанією туристичного об'єкта / Л. М. Буяк, Х.В. Ліпяніна // Економіка розвитку. – Харків: Видавництво ХНЕУ ім. С. Кузнеця, – 2016. – №1 (77). – С.77-83. (0,45/0,4 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано математичну модель рекламної діяльності туристичного об'єкта та основні підходи до їх реалізації.*

13. Буяк Л.М. Моделювання впливу ринку землі на загальну економічну динаміку // Молодий вчений. – Херсон: «ВД «Гельветика», 2016. – №3. – С. 30-35. (0,38 д.а.)

#### **Статті у наукових фахових виданнях України:**

14. Буяк Л. М. Регуляризована ідентифікація функцій економічної поведінки за експериментальними даними / Л. М. Буяк, Я. М. Матвійчук, В. К. Паучок // Науковий вісник

Чернівецького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. – Чернівці: АНТ ЛТД, 2007. – Випуск 4. – Економічні науки. – С. 316-321. (0,35/0,25 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено математичні методи ідентифікація функцій економічної поведінки за експериментальними даними.*

15. Буяк Л.М. Модель рівноважних економічних станів / Л. М. Буяк // Науковий вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. Вип. IV. Економічні науки. – Чернівці: Книги-XXI., 2007. – С. 408-412. (0,31 д.а.)

16. Буяк Л.М. Модель виробничого тендера / Л. М. Буяк // Вісник Чернівецького національного університету. Серія Економіка. – 2007. – Вип. 328. – С. 148-153. (0,38 д.а.)

17. Буяк Л.М. Стохастично-резонансний перехід економіки середньовічних країн Західної Європи у високопродуктивний стан / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник Чернівецького університету. Економіка. – 2008. – Вип. 368-369. – С. 102-106. (0,32/0,25 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено концептуальну модель переходу економіки у високопродуктивний стан.*

18. Буяк Л. М. Економіко-математичне моделювання впливу державного регулювання на стан перехідної економіки / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Економіст. – Київ. – 2009. №11 (277). – С. 46-51. (0,54/0,45 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано математичні моделі та обґрунтовано необхідність державного регулювання перехідної економіки з метою досягнення нею високопродуктивного одномодального майнового розподілу елементів суспільства.*

19. Буяк Л. М. Динамічна модель економіки з урахуванням економічної структури суспільства та екологізації виробництва / Л. М. Буяк, М. В. Григорків // Науковий вісник Чернівецького університету. Збірник наук. праць. Економіка. – 2009. – Вип. 494.– С. 139-143. (0,31/0,16 д. а.).

*Особистий внесок – розробка моделі та її аналіз.*

20. Буяк Л.М. Модель динаміки іпотечної кризи / Л. М. Буяк, В. К. Паучок, О. І. Ярошенко // Науковий вісник Чернівецького університету: зб. наук. пр. – Чернівці: ЧНУ, 2009. – Вип. 493 : Економіка. – С. 141-148. (0,52/0,5 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано моделі інвестиційної діяльності банків та їх впливу на економічний розвиток, зростання темпів розвитку і ефективності іпотечного ринку.*

21. Буяк Л.М. Моделювання тіньової економічної діяльності в Україні / Л.М. Буяк, І. С. Вінничук // Науковий вісник Чернівецького національного університету: Збірник наук. праць. – Чернівці : ЧНУ. – 2009. – Вип. 456. Економіка. – С. 130-138. (0,48/0,45 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано моделі тіньової економічної діяльності в Україні та їх програмне забезпечення.*

22. Буяк Л.М. Моделювання динаміки життєвих ресурсів українських селян під час голодомору 1932-1933 рр. / Л.М. Буяк // Збірник наукових праць ПВНЗ «Буковинський університет». – Чернівці: Книги ХХІ, 2009. – Вип. 5. Економічні науки. – С. 242-252. (0,69 д.а.)

23. Буяк Л.М. Динамічна модель структурування сільського господарства за величиною капіталу, фондів й угідь / Л. М. Буяк // Науковий вісник НЛТУ України, 2010. Вип. 20.13. – С. 286–297. (0,75 д.а.)

24. Буяк Л.М. Модельне розкриття мультистабільності економіки в полі капіталу, фондів, вексельних пасивів й активів як можливого тла для східчастого піднесення її продуктивності / Л.М. Буяк, Л.В. Данилюк, В.К. Паучок, О.І. Соколовська // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.7. – С. 278-283. (0,34/0,25 д.а.)

*Особистий внесок – проведено якісний аналіз можливих низько- та високопродуктивних рівноважних станів економіки та її переходу як динамічної мультистабільної системи з одного стану в інший.*

25. Буяк Л.М. Модель економічної корисності учасників товарної взаємодії / Л. М. Буяк // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів, РВВ НЛТУ України, 2010. – Вип. 23. – С. 263-269. (0,38 д.а.)

26. Буяк Л.М. Модель кооперативної взаємодії двох підприємств / Л.М. Буяк, І.І. Гандзюк, В.К. Паучок. // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць. – Львів, РВВ НЛТУ України, 2010. – Вип. 20.6. – С. 149 - 157. (0,5/0,35 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано моделі кооперативної взаємодії підприємств та їх аналіз.*

27. Буяк Л.М. Математична модель планового впливу на ціну споживчого товару в ринковій економіці / Буяк Л.М., Кулина Н.В., Паучок В.К. // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.11. – С. 326-333. (0,53/0,45 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано моделі монопольного ціноутворення в умовах ринку.*

28. Буяк Л.М. Динамічна макромодель економіки з урахуванням ринку землі / Л.М. Буяк, С.В. Іщенко // Фінансова система України: Зб. наукових праць. Серія «Економіка» – Острого: Національний університет «Острозька академія», 2011. – Випуск 16. – С592-599. (0,46/0,35 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано моделі, які описують ринок землі сільськогосподарського призначення та методи їх реалізації.*

29. Буяк Л.М. Моделювання впливу курсу валют на валове виробництво в Україні / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів, РВВ НЛТУ України, 2011. – Вип.21.11. – С.336-346. (0,68/0,5 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено математичну модель та її якісний аналіз.*

30. Буяк Л.М. Математична модель інвестування в низькопродуктивну економіку / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів, РВВ НЛТУ України, 2012. – Вип.22.1. – С.346-358. (0,81/0,5 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено математичну модель та її аналіз.*

31. Буяк Л.М. Математична модель інвестування в низькопродуктивну економіку / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів, РВВ НЛТУ України, 2012. – Вип.22.1. – С.346-358. (0,81/0,5 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено математичну модель та її аналіз.*

32. Буяк Л. М. Динамічна модель ринку землі з урахуванням виробничих фондів сільськогосподарських підприємств /Л. М. Буяк, С. В. Іщенко // Всеукраїнський науково-виробничий журнал «Інноваційна економіка». – Тернопіль, 2012. – № 11. – С. 203–210. (0,41/0,35 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано модель ринку землі з урахуванням виробничих фондів сільськогосподарських підприємств.*

#### **В інших виданнях:**

33. Буяк Л.М. Модель оптимізації податкового навантаження та аналіз впливу фіскальної політики держави на динаміку економічного росту України /Л. М. Буяк, О.М. Ляшенко // Управлінські інновації. – Тернопіль, ТНЕУ. – 2012. – Вип.1. – С. 137-148. (0,57/0,45 д.а.)

*Особистий внесок – запропоновано математичну модель, яка спрямована на розробку економічних механізмів оптимізації податкового навантаження та формування адекватної фіскальної політики та її якісний аналіз.*

34. Буяк Л.М. Вексельне кредитування у низько ефективній економіці /Л. М. Буяк, О.М. Гетьман // Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє. – Тернопіль, ТНЕУ. – 2012. – Вип. 17 . – С. 40-47. (0,5 д.а.)

*Особистий внесок– запропоновано математичну модель вексельного кредитування.*

#### **Публікації за матеріалами конференцій:**

35. Буяк Л.М. Моделювання виробничих тендерів /Л.М. Буяк // Вісник Київського національного університету: Матеріали міжнародної конференції (м. Київ, 22-25 березня 2007 р.). – Київ: КНУ ім. Шевченка, 2007. – С. 171-172. (0,13 д.а.)

36. Буяк Л.М. Моделювання паливно-енергетичного балансу України // Матеріали III-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених [“Проблеми глобалізації та моделі стійкого розвитку економіки”], (Луганськ, 21-23 березня 2007р.)



/ Східноукраїнський національний університет імені В.Даля.- Л.:Східноукр.нац.універ., 2007. – С.153-156.

37. Буяк Л.М. Модель банківсько-виробничої кризи в Україні /Л.М. Буяк, М.І. Шинкарик // I Міжнародна конференція «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці, 1-4 квітня 2009 р.) – Чернівці: ЧНУ – 2009 р. – С. 44-47. (0,25/0,15 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено математичну модель банківсько-виробничої кризи в Україні у розширених просторах показників економічної структури суспільства.*

38. Буяк Л.М. Вплив суспільної кластеризації на моделювання економічної динамік на різних ієрархічних рівнях /Л.М. Буяк //Одинадцята Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція "Економічна кібернетика – інженерія економіки" (м. Тернопіль, 30-31 березня). – Тернопіль, – 2012. – С. 10-12. (0,19 д.а.)

39. Буяк Л.М. Синергетичний підхід до моделювання економічної структури суспільства /Л.М. Буяк // II Міжнародна науково-методична конференція «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці, 4-6 травня 2011 р.) – Чернівці: ЧНУ, 2011 р. – С. 30-34. (0,31 д.а.)

40. Буяк Л.М. Математична модель бюджетно-податкового регулювання економіки регіону / Л.М. Буяк, К.М. Пришляк // Матеріали IV Міжнародної науково-методичної конференції «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці 22-24 квітня 2015р.). – Чернівці: Друк Арт, 2015. – С.146-148. (0,19/0,15 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено математичну модель структури надходжень і видатків та міжбюджетних відносин в системі бюджетно-податкового регулювання на основі статистичних характеристик показників бюджетного процесу.*

41. Буяк Л.М. Економіко-математична модель оптимальної структури високотоварних сільськогосподарських підприємств / Л.М. Буяк, К.О. Сторожук // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці: Матеріали IV Міжнародної науково-методичної конференції «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці 22-24 квітня 2015р.). – Чернівці: Друк Арт, 2015. – С. 166-167. (0,13 д.а./0,07 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено економіко-математичну модель оптимальної структури сільськогосподарського підприємства.*

42. Буяк Л.М. Комплексна оцінка ефективності організаційної структури підприємства /Л.М. Буяк, С.М. Карпінець // Матеріали IX Міжнародної конференції «Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави» (Запоріжжя, 16-17 квітня 2015 р.). – Запоріжжя: Видавництво ЗНУ, 2015. – С. 56-58. (0,19 д.а.)

*Особистий внесок – розроблено концепцію оцінювання ефективності організаційної структури промислового підприємства.*

43. Буяк Л.М. Моделювання впливу державного регулювання на перехідні економічні процеси / Л.М. Буяк // *Modern Scientific researches and developments: theoretical ad practical results: Materials of International scientific and practical conference (Bratislava, Slovak Republic, 15-18 march 2016)*. – К.: LLC “NVP” Interservic”. – 2016. – С. 44-45. (0,13 д.а.)

44. Буяк Л.М. Застосування методів синергетики при дослідженні загальної економічної динаміки / Л.М. Буяк // *Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Miedzynarodowej Naukowo-Praktyczney "Economy. Zarządzanie. Nauka wczoraj, dziś, jutro "* 28.02.2016 – Warszawa: ydawca: Sp.z o.o. "Diamond trading tour", 2016. – С.32-37. (0,38 д.а.)

### АНОТАЦІЯ

**Буяк Л.М. Математичні моделі економічної динаміки з урахуванням суспільної кластеризації. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», Івано-Франківськ, 2017.

Дисертаційна робота присвячена подальшому розвитку теоретичних, методологічних і методичних підходів у моделюванні динаміки соціально-економічних систем із урахуванням показників економічної структури суспільства та особливостей перехідної економіки.

Розроблено концепцію та методологічний інструментарій моделювання економічної динаміки у просторах економічних змінних, до яких належать показники економічної структури суспільства. На основі запропонованого концептуального підходу побудовано одну із базових моделей ринкової економіки, за допомогою якої встановлено наявність можливих стійких і нестійких рівноважних станів у економіці, умови переходу економіки як динамічної мультистабільної системи з низькопродуктивного у високопродуктивний стан і навпаки. Обґрунтовано необхідність державного регулювання перехідної економіки з метою досягнення нею високопродуктивного одноmodalного майнового розподілу елементів суспільства.

Розроблено комплекс моделей економічної динаміки у економічно структурованому суспільстві з урахуванням ринку землі сільськогосподарського призначення, процесів одночасного функціонування легального та тіньового секторів економіки, процесів еколого-економічної взаємодії. Теоретичний аналіз цих моделей та імітаційні експерименти з ними дозволяють дослідити особливості траєкторій економічної динаміки, їх залежність від внутрішніх і зовнішніх факторів впливу, а також спрогнозувати окремі соціально-економічні наслідки та підвищити ефективність відповідних рішень в економіці.

Розроблено комплекс моделей антикризових заходів (державного регулювання) у низькопродуктивній економіці, а саме моделей динамічної взаємодії державного та приватного, виробничого (реального) та банківського секторів економіки, економічної динаміки з урахуванням

іпотечного та вексельного кредитування, які спрямовані на розробку економічних механізмів оптимізації співвідношень між державним та приватним секторами, формування адекватної інвестиційної діяльності банків та їх впливу на економічний розвиток, зростання темпів розвитку і ефективності іпотечного ринку та вексельних операцій.

Розроблено комплекс моделей для теоретичного та експериментального дослідження процесів зближення економіки України з економіками Євросоюзу та Митного Союзу, які імітують сучасне економічне розміщення України між великими митними територіями, динаміку процесів товарного обміну між ними, соціально-економічні особливості та наслідки їхнього зближення. Результати аналізу цих моделей дають змогу розробити ефективні зовнішньоекономічні стратегії, спрямовані на посилення відповідного позиціонування нашої країни у міжнародному поділі ринків праці та збуту продукції.

Розроблено узагальнену (імітаційну) модель економіки України у просторі економічних змінних з показниками розширеної економічної структури суспільства. Модель враховує процеси експорту та імпорту продукції. Імітаційні експерименти з моделлю дозволяють встановити закономірності явищ і процесів, що відбуваються в економіці нашої країни, та обґрунтувати регуляторні заходи для досягнення економічної стабілізації та зростання.

Створено інформаційне та програмне забезпечення для проведення у режимі імітації експериментальних досліджень із запропонованими моделями та вдосконалення інструментарію підтримки прийняття рішень в економіці.

*Ключові слова:* методологія, моделювання, модель, економічна динаміка, економічна структура суспільства, соціально-економічна система, простір економічних змінних, рівноважні стани економіки, імітаційні експерименти.

## АННОТАЦІЯ

**Буяк Л.М. Математические модели экономической динамики с учетом общественной кластеризации. – Рукопись.**

Диссертация на соискание научной степени доктора экономических наук по специальности 08.00.11 – математические методы, модели и информационные технологии в экономике. – ГВУЗ «Прикарпатский национальный университет имени Василия Стефаника», Ивано-Франковск, 2017.

Диссертационная работа посвящена дальнейшему развитию теоретических, методологических и методических подходов в моделировании динамики социально-экономических систем с учетом показателей экономической структуры общества и особенностей переходной экономики.

Разработана концепция и методологический инструментарий моделирования экономической динамики в пространствах экономических переменных, к которым относятся показатели экономической структуры общества, т.е. накопления (капиталы) представителей общественных

групп, составляющих эту структуру. Количество показателей, как и соответствующих групп, может быть разным зависимо от уровня агрегирования моделей. Модели с минимальным количеством групп принято называть базисными, а из значительным количеством групп (с расширенной структурой общества) – имитационными. Каждая с этих моделей имеет свое специфическое предназначение. На основании предложенного концептуального подхода построена одна из базовых моделей рыночной экономики, с помощью которой установлено наличие возможных устойчивых и неустойчивых равновесных состояний в экономике, условия перехода экономики как динамической мультистабильной системы с низкопроизводительного в высокопроизводительное состояние и наоборот. Обоснована необходимость государственного регулирования переходной экономики с целью достижения ей высокопроизводительного одномодального имущественного распределения элементов общества.

Разработан комплекс моделей экономической динамики в экономически структурированном обществе с учетом рынка земли сельскохозяйственного назначения, процессов одновременного функционирования легального и теневого секторов экономики, процессов эколого-экономического взаимодействия. Модели описывают поведение экономически пассивных и активных элементов общества в условиях формирования и активного функционирования рынка земли сельскохозяйственного назначения, существенной тинизации экономической деятельности субъектов экономики, значительного загрязнения окружающей среды, имеющих огромное, а в некоторых случаях решающее влияние на экономическую динамику отдельного региона или страны в целом. Особенность этих моделей заключается в том, что все их соотношения обязательно учитывают влияние указанных процессов на динамику переменных моделей. Теоретический анализ этих моделей и имитационные эксперименты с ними позволяют исследовать особенности траекторий экономической динамики, их зависимость от внутренних и внешних факторов влияния, а также спрогнозировать отдельные социально-экономические последствия и повысить эффективность соответствующих решений в экономике.

Разработан комплекс моделей антикризисных мер (государственного регулирования) в низкопроизводительной экономике, а именно моделей динамического взаимодействия государственного и частного, производственного (реального) и банковского секторов экономики, экономической динамики с учетом ипотечного и вексельного кредитования. Все эти модели направлены на разработку экономических механизмов оптимизации соотношений между государственным и частным секторами экономики, формирования адекватной инвестиционной деятельности банков и их влияния на экономическое развитие, рост темпов развития и эффективности ипотечного рынка и вексельных операций. В частности обосновано особенности ценообразования в государственном и частном секторах экономики, необходимость государственного регулирования цен в условиях нестабильности и кризисов с целью избежания

монополии частных производителей и усиления социальной защиты населения, необходимость регулирования деятельности банков с целью снижения кредитной ставки и предотвращения финансовых кризисов и банкротства банков и их клиентов, склонность экономики к нарушению границ ипотечного кредитования, необходимость государственного регулирования рынка ипотечных кредитов, возможность перехода отдельных предприятий от низкопроизводительного к высокопроизводительному производству в случае вексельного кредитования.

Разработан комплекс моделей для теоретического и экспериментального исследования процессов сближения экономики Украины с экономиками Евросоюза и Таможенного Союза, которые имитируют современное экономическое размещение Украины между большими таможенными территориями, динамику процессов товарного обмена между ними, социально-экономические особенности и последствия их сближения. Анализ моделей приводит к выводу, что унификация социальных гарантий (выравнивание уровня жизни) в странах Евросоюза приводит к денационализации экономик стран с низким и средним уровнем развития, поэтому для вступления в Евросоюз нужно вывести экономику страны на уровень высокой производительности. Кроме того, процессы товарного обмена между таможенными территориями существенно зависят от особенностей потребления, технологий производства и таможенных тарифов, характерных для этих территорий. Доказано обоснованность стратегии сближения экономики Украины с экономиками Евросоюза, так как оно создает условия для перехода экономики Украины в высокопроизводительное состояние. Результаты анализа этих моделей позволяют разработать эффективные внешнеэкономические стратегии, направленные на усиление соответствующего позиционирования нашей страны в международном разделении рынков труда и сбыта продукции.

Разработана обобщенная (имитационная) модель экономики Украины в пространстве экономических переменных с показателями расширенной экономической структуры общества. Кроме процессов накопления капиталов представителями групп, включенных в экономическую структуру общества, модель учитывает также процессы экспорта и импорта продукции. Имитационные эксперименты с моделью позволяют установить закономерности явлений и процессов, происходящих в экономике нашей страны, и обосновать регуляторные мероприятия для достижения экономической стабилизации и роста.

Создано информационное и программное обеспечение для проведения в режиме имитации экспериментальных исследований с предложенными моделями и усовершенствования инструментария поддержки принятия решений в экономике.

*Ключевые слова:* методология, моделирование, модель, экономическая динамика, экономическая структура общества, социально-экономическая система, пространство экономических переменных, равновесные состояния экономики, имитационные эксперименты.

**ANNOTATION**

**Buyak L.M. Mathematical models of economic dynamics based on public clustering. – Manuscript.**

The dissertation for the academic degree of Doctor of Economic Sciences in specialty 08.00.11 – mathematical methods, models and information technologies in economics. – SHEE «Vasyl Stefanyk Precarpathian National University V. Stefanyk», Ivano-Frankivsk, 2017.

The thesis is devoted to the further development of theoretical, methodological and methodical approaches in modeling of dynamics of socio-economic systems, taking into account the economic structure of a society and transition economy features.

There was developed the conception and methodological tools of modeling economic dynamics in the spaces of economic variables, which include indicators of economic structure of a society. Based on the proposed conceptual approach built one of the basic models of market economy, by which it is set for possible stable and unstable equilibrium states in the economy, conditions of transition economy as a dynamic multistable system from low production in high production and vice versa. The necessity of state regulation of economic transition to achieve its high production unimodal property distribution elements of a society.

There were developed the complex models of economic dynamics in economically structured society which take into account agricultural land market, the processes side by side of functioning legal and shadow sectors, the processes of eco-economic interaction. Theoretical analysis of models and simulation experiments allow them to explore the features of economic dynamics trajectories, their dependence on internal and external factors influence and predict certain socio-economic impact and effectiveness of relevant decisions in the economy.

There were developed the complex of models of anti-crisis measures (government regulation) in low economy, such as the models of dynamic interaction between the public and private manufacturing (real) and the banking sectors of economy, economic dynamics which take into account mortgage and note-backed lending are aimed at the developing economic mechanisms to optimization the relationship between the state and private sectors, formation of adequate investment activities of banks and their impact on economic development, growth rate and efficiency of the mortgage market and bill operations.

There were developed the complex models of theoretical and experimental research of the process of approaches of Ukraine's economy with the economies of the EU and Customs Union, which simulate the current economic position of Ukraine between large inward dynamic processes of commodity exchange between socio-economic characteristics and implications of their convergence. The analysis of these models make it possible to develop effective external economic strategy aimed at strengthening the appropriate positioning of our country in the international division of labor markets and marketing.

There was developed the generic (simulation) model of economy of Ukraine in the space of economic variables with performance enhanced economic structure of a society. The model takes into account the processes of exports and imports. Simulation experiments with the model allow us to establish patterns of phenomena and processes occurring in the economy of our country and justify regulatory measures to achieve economic stability and growth.

There was created an information and software for construction the simulation of experimental research with the proposed models and improve decision support tools in the economy.

*Keywords:* methodology, modeling, model, economic dynamics, economic structure of a society, socio-economic system, space economic variables, the equilibrium state of the economy, simulation experiments.